
Controle de plantas daninhas em restauração florestal

Alexander Silva de Resende
Paulo Sérgio dos Santos Leles

Editores Técnicos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

Controle de plantas daninhas em restauração florestal

*Alexander Silva de Resende
Paulo Sérgio dos Santos Leles*

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, km 7
23891-000 Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Rodovia BR 465, km 7
23891-000 Seropédica, RJ
www.ufrjr.br/editora
edur@ufrjr.br

1ª edição

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

Unidade responsável pela edição

Embrapa Agrobiologia

Comitê de Publicação

Presidente

Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-executiva

Carmelita do Espírito Santo

Membros

Ednaldo da Silva Araújo

Janaína Ribeiro Costa Rouws

Luís Cláudio Marques de Oliveira

Luiz Fernando Duarte de Moraes

Márcia Reed Rodrigues Coelho

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Nátia Élen Auras

Revisão de texto: *Marcelo Medeiros*

Normalização bibliográfica: *Carmelita do Espírito Santo*

Capa, projeto gráfico e editoração eletrônica: *CV Design*

Foto da capa: *Jean Luiz Simões de Araújo*

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 Agrobiologia

R467c

Controle de plantas daninhas em restauração florestal / Alexander Silva de Resende, Paulo Sérgio dos Santos Leles, editores técnicos. — Brasília, DF : Embrapa, 2017.

107 p. : il. color. ; 14,8 cm × 21 cm.

ISBN 978-85-7035-661-1

1. Plantas indesejadas. 2. Matocompetição. 3. Reflorestamento. 4. Espécie florestal. 5. Plantas companheiras. I. Resende, Alexander Silva de. II. Leles, Paulo Sergio dos Santos. III. Título. IV. Embrapa Agrobiologia. V. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

CDD 634.95

© Embrapa 2017

Autores

Alessandro de Paula Silva

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Ambientais e Florestais, professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (INFMG), Campus Salinas, Salinas, MG

Alexander Silva de Resende

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Aroldo Ferreira Lopes Machado

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Daniel Ferreira do Nascimento

Engenheiro Florestal, especialista em Gestão, Planejamento e Licenciamento Ambiental, Analista Ambiental Sênior da Prumo Logística S.A., São João da Barra, RJ

Eduardo Francia Carneiro Campello

Engenheiro Florestal, doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Flávio Augusto Monteiro dos Santos

Biólogo, Engenheiro Florestal, doutorando em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Hercides Marques de França Junior

Biólogo, mestre em Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Jorge Makhlouta Alonso

Engenheiro Florestal, doutorando em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Keila Caroline Dalle Laste

Engenheira Florestal, doutora em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) Botucatu, SP.

Luiz Fernando Duarte de Moraes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Paulo Sérgio dos Santos Leles

Engenheiro Florestal, doutor em Produção Vegetal, professor do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Sergio Miana de Faria

Engenheiro Florestal, PhD em Biological Sciences, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Apresentação

A ideia de produzir um material sobre restauração florestal, com enfoque no controle de plantas daninhas, surgiu da dificuldade enfrentada pelas equipes da Embrapa e da UFRRJ para executar essa tarefa em seus projetos de reflorestamento. As diferentes estratégias utilizadas, amadurecidas ao longo dos anos de experiência, principalmente no estado do Rio de Janeiro, são descritas neste livro em linguagem acessível e organizadas em apenas um documento. Restaurar áreas onde a matriz predominante é formada por pastagem é um grande desafio, que pode ser vencido a partir de técnicas muitas vezes mais relacionadas ao bom planejamento do que a elevados investimentos.

Dessa forma, acreditando que o cadastro ambiental rural poderá identificar a necessidade de plantio florestal de grandes áreas onde a matriz predominante é a pastagem e que isso será uma novidade para muitos dos técnicos que irão atuar no setor, este livro chama a atenção para questões importantes, que devem ser levadas em conta, antes, durante e após o plantio das mudas.

Assim, desejamos que esse livro seja lido como um orientador, um apoio e não um documento definitivo para o controle de plantas indesejáveis na restauração florestal.

Boa leitura!

Alexander Silva de Resende e Paulo Sérgio dos Santos Leles

Editores Técnicos

Prefácio

Esta importante obra cobre uma lacuna dos estudos sobre restauração florestal no Brasil — o controle de plantas daninhas. Este tema é muito discutido em diversos eventos que vem sendo realizados nos últimos anos, mas até agora sem embasamento em pesquisa e sem referencial teórico específico.

A problemática do controle de plantas daninhas, particularmente de gramíneas exóticas e agressivas como as braquiárias (*Urochloa*), é um dos fatores mais importantes para o sucesso ou o fracasso de um projeto de restauração florestal.

Como bem lembra este livro, muitas áreas destinadas à recuperação de florestas estão inseridas em pastagens, onde a resiliência é baixa e o enfretamento da competição com as gramíneas é determinante para a sobrevivência e o crescimento das mudas, assim como para a regeneração natural de espécies arbustivas e arbóreas nativas.

Um aspecto fundamental do controle de ervas daninhas, notadamente de gramíneas exóticas, é o elevado custo de implantação e de manutenção dos reflorestamentos no primeiro ano de implantação. A média é de R\$ 10.000,00 por hectare, o que praticamente inviabiliza a restauração por pequenos produtores rurais. Boa parte deste custo é atribuído a operações como coroaamento ao redor das mudas. Assim, como bem exploram alguns dos artigos a seguir, em áreas com gramíneas exóticas muito agressivas e com baixa resiliência, onde a regeneração natural, sozinha, é insuficiente para a restauração passiva, a aplicação de herbicidas pode ser uma alternativa viável. Isto pois esses produtos ajudam a liberar rapidamente as mudas da competição e reduzem os custos de restauração. O método pode ser acompanhado da utilização de plantas companheiras e pela correta aplicação das técnicas silviculturais de implantação desses povoamentos.

Outros aspectos importantes à aplicação de herbicidas e que foram bem abordados neste livro são a cautela e o planejamento. Seja na escolha do tipo de herbicida, priorizando os mais seletivos e de menor impacto ao ambiente, seja na forma de aplicação, respeitando, por exemplo, o distanciamento dos cursos d'água no caso de áreas de preservação permanente, esses produtos são uma boa opção para o sucesso de projetos de recuperação florestal no país.

Finalizo meus comentários externando minha satisfação em ver mais uma importante publicação sobre o tema. A obra sem dúvida em muito contribuirá para viabilizar a restauração florestal no Brasil.

Sebastião Venâncio Martins

*Professor Titular – Depto. Engenharia Florestal,
Universidade Federal de Viçosa*

Sumário

CAPÍTULO 1 - O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal	13
Introdução.....	13
A matocompetição na restauração florestal: plantas daninhas, plantas espontâneas ou plantas indesejadas?	15
O controle de plantas daninhas na formação de povoamentos para restauração florestal.....	16
Métodos de controle de plantas daninhas em reflorestamentos voltados para a restauração florestal	19
Considerações finais.....	25
Referências	26
CAPÍTULO 2 - Escolha de espécies e de espaçamento como ferramentas de controle de plantas daninhas em restauração florestal	29
Introdução.....	29
Por que a legislação deve ser considerada em projetos de restauração florestal?.....	30
Características desejáveis nas espécies florestais estruturantes.....	32
Grupos funcionais e restauração florestal.....	34
O espaçamento de plantio como ferramenta auxiliar no controle de plantas daninhas	34

Espécies estruturantes e seu papel de facilitadoras da sucessão natural	39
Considerações finais.....	41
Referências.....	42
CAPÍTULO 3 - Uso de herbicidas na restauração florestal.....	45
Introdução.....	45
A classe herbicida	45
Controle químico de plantas daninhas em restauração florestal	48
Espécies florestais nativas e sua tolerância ao uso de herbicidas	52
Eficiência e custos do uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em restauração florestal	55
O uso de herbicidas e o processo de sucessão ecológica	57
Considerações finais.....	59
Referências.....	60
CAPÍTULO 4 - Plantas companheiras para controle de plantas daninhas na restauração florestal	63
Introdução.....	63
Uso de leguminosas herbáceas e arbustivas.....	64
Uso de sistemas agrossilviculturais na restauração florestal.....	74
Consórcio de espécies nativas com eucalipto para auxiliar no controle de plantas daninhas	78
Considerações finais.....	81
Referências.....	82

CAPÍTULO 5 - Controle de plantas daninhas em propriedades rurais visando a restauração florestal	85
Introdução.....	85
A paisagem	86
Distribuição da vegetação na paisagem em função do regime hídrico do solo	87
Recomendação de espécies florestais por posição na paisagem	89
Uso da mecanização na restauração florestal.....	91
Recomendações para controle de plantas daninhas em função da paisagem e da matriz de vegetação predominante	92
Considerações finais.....	98
Referências.....	99
 Anexo	 100

O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal

Alexander Silva de Resende e Paulo Sérgio dos Santos Leles

Introdução

A restauração florestal ganhou importância ao longo das últimas décadas. Entre os motivos está a necessidade de adequar diversos segmentos (propriedades rurais, empresas públicas e privadas, dentre outras) à legislação ambiental, além de recuperar áreas perturbadas e degradadas.

Diante disso, é preciso ter em mente que um projeto de reflorestamento ambiental deve restabelecer inicialmente as principais funções ecológicas que as árvores desempenham na formação de uma floresta — aumento da cobertura do solo, evitando processos erosivos; ativação dos processos de ciclagem de nutrientes a partir da deposição da serapilheira; aumento da conservação de água do solo, aumentando o volume de matéria orgânica e a atividade biológica presentes; e produção de alimentos e oferta de abrigo para a fauna. Só a partir de então é que o objetivo mais nobre do reflorestamento — aumentar a diversidade de espécies — poderá ser atingido.

O povoamento, da implantação aos primeiros três anos, possui custos elevados, que variam de acordo com as condições do sítio, do relevo e do manejo adotado no controle de plantas daninhas. Este último fator, no entanto, parece ser preponderante em relação ao preço. Leles et al. (2015), avaliando ações de restauração florestal na Baixada Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, apontam que nos primeiros três anos após o plantio, o controle de plantas daninhas responde por até 60% do custo de formação dos povoamentos. Santos (2016) mostra que os custos com controle de plantas daninhas em

áreas de pastagem de braquiária abandonadas podem variar de R\$ 2.674,00 a R\$ 15.096,00 por hectare até 30 meses após o plantio, dependendo do método empregado.

Esse valor relativamente alto se deve ao fato de que a maioria das áreas destinadas à restauração florestal é de pastagens abandonadas ou mal utilizadas. Nelas predominam espécies da família Poaceae, popularmente conhecidas como gramíneas e muitas vezes exóticas, como é o caso da *Urochloa* spp. (braquiárias). Isto dificulta o crescimento das espécies florestais implantadas e a regeneração natural. Além de competirem pelos recursos de crescimento (nutrientes, água e luz), algumas espécies de braquiária são alelopáticas (SILVA et al., 2009) e tem grande potencial de inibir a germinação de sementes e o crescimento de espécies florestais nativas. Aliado a isso, a grande quantidade de fitomassa que as braquiárias produzem se comporta como barreira física para propágulos que poderiam chegar a esses locais (CALEGARI et al., 2013). Em alguns casos, o estoque de biomassa seca da parte aérea chega a 18 ton ha⁻¹, com acúmulo equivalente a 1,4 ton ha⁻¹ mês⁻¹ em períodos favoráveis de crescimento e sem pastejo (SILVA, 2011). Tais características não só dificultam a regeneração natural, uma vez que a massa praticamente impede a chegada das sementes ao solo, como limitam o estabelecimento e o crescimento das mudas plantadas. Nesses casos, visando favorecer o estabelecimento e o crescimento dos indivíduos plantados, faz-se necessário controlar as plantas daninhas.

As características das gramíneas as tornam espécies agressivas, cujo controle nos períodos iniciais do reflorestamento é fundamental para o sucesso da restauração. Métodos de controle de plantas daninhas no âmbito agrônomico e na área da silvicultura de pinus e eucalipto estão bastante consolidados. Na área de restauração florestal, devido principalmente à diversidade de espécies e ao crescimento relativamente lento das plantas, muito ainda precisa ser estudado.

Infelizmente, percebe-se que na maioria das áreas onde foram plantadas mudas para formar povoamentos visando a restauração florestal, os objetivos não foram atingidos, pois grande parte das mudas morre ou praticamente não cresce. Em muitos casos, o motivo do insucesso é a ausência de adequado controle de plantas daninhas nos dois primeiros anos de projeto. Assim, o empreendedor realiza o plantio, mas não consegue restabelecer as condições de equilíbrio do ambiente.

Na área agrônômica, as décadas de 1960 a 1990 foram ricas em trabalhos sobre “matocompetição”. Eles buscavam entender o quanto as plantas

indesejadas interferiam na produtividade de uma cultura de interesse econômico e como minimizar esse problema.

Em trabalho clássico, Pitelli e Durigan (1984) propuseram uma metodologia para avaliar os períodos mais críticos do efeito da competição de plantas daninhas com a cultura de interesse econômico. O método consiste em:

- Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI): período em que a cultura deve ser mantida sem a interferência de plantas daninhas, a partir do plantio;
- Período Anterior à Interferência (PAI): período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas, a partir do plantio;
- Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI): período em que a cultura deve ser mantida sem a interferência de plantas daninhas, a partir do limite máximo do PAI e do final do PTPI.

Por exemplo, para soja, o intervalo de 20 a 50 dias após a emergência da cultura é o PCPI. E para as espécies florestais nativas? Como trabalhar isso? E quando as plantas indesejadas são bastante agressivas, como a *Urochloa* spp. ou o *Panicum* spp.? E como trabalhar em plantios de alta diversidade, nos quais espécies de rápido e de lento crescimento convivem? E, por fim, quando fazer a intervenção?

A ciência ainda não tem todas as respostas, mas este livro relatará uma série de práticas e experiências que podem ser aplicadas, embasando, assim, a tomada de decisão de cada técnico. Antes, porém, será feito um relato sobre o estado da arte do problema das plantas daninhas e sobre os custos de controle em função das alternativas que vêm sendo utilizadas para formação de povoamentos florestais visando a restauração florestal.

A matocompetição na restauração florestal: plantas daninhas, plantas espontâneas ou plantas indesejadas?

Em povoamentos de restauração florestal, pretende-se formar novamente uma floresta introduzindo um elemento catalisador, que normalmente são mudas de espécies arbóreas. Raramente se pensa em espécies de porte herbáceo ou arbustivo, em epífitas, lianas etc., as quais podem e devem ser introduzidas posteriormente. Assim, deparamo-nos com algumas questões: em plantios agrônômicos, todas as espécies vegetais que surgem e não são a planta de interesse econômico cultivada são tratadas como “daninhas”, pois

de fato interferem na produtividade da cultura principal. E na formação dos povoamentos para restauração florestal, todas as herbáceas são daninhas?

Diferente da agricultura que trabalha com produção, o que se busca em um povoamento florestal com fim de restauração é o crescimento satisfatório e sustentável (econômica, social e ambiental) das plantas arbóreas e o avanço da sucessão ecológica, com todos os componentes herbáceos, arbóreos, arbustivos etc.

Profissionais que lidam com a Agroecologia trabalham com um conceito mais flexível, no qual as “plantas espontâneas” acabam sendo consideradas “indesejadas” para aquele cultivo caso os técnicos não tenham informações, por exemplo, sobre sua capacidade de fixar nitrogênio ou atrair inimigos naturais — características que as tornariam úteis nesses sistemas de produção.

Logo, como tratar essas terminologias? Neste livro, convencionamos que plantas que surgem espontaneamente e não prejudicam o reflorestamento são aliadas dos reflorestadores, pois não só competem com as gramíneas forrageiras como desempenham papel de precursoras da fauna e da ciclagem de nutrientes, até mesmo ajudando no controle de pragas (formigas cortadeiras, por exemplo). Dessa forma, as denominaremos “plantas espontâneas” quando se tratar de espécies que não estão causando prejuízos e de “plantas indesejadas” ou “daninhas” quando se tratar de plantas que normalmente prejudicam a atividade de restauração florestal.

O controle de plantas daninhas na formação de povoamentos para restauração florestal

No Brasil, a maior parte dos projetos de reflorestamento com espécies florestais nativas possui fim ambiental. Estas iniciativas começam com plantio de mudas de indivíduos de hábito de crescimento arbóreo, utilizando uma gama de espécies que pode variar de 20 a 80 por hectare. É comum serem utilizadas espécies com características distintas — taxa de crescimento relativamente rápido ou lento em altura, de copas densas ou ralas, de fustes monopodiais ou bifurcadas. Ou seja, a diversidade de situações e padrões fenológicos é intrínseca à atividade. Isso difere muito de cultivos agrônômicos ou florestais, que são feitos com apenas uma espécie, nos quais é possível determinar de forma adequada o período ideal de necessidade de intervenção para controle das plantas daninhas.

Adicionalmente, a matriz de vegetação predominante nessas áreas para reflorestamento, na maioria das vezes, é de pastagens formadas por gramíneas forrageiras, principalmente as de espécies vulgarmente conhecidas como braquiária e capim colômbio. Substituir essas forrageiras por espécies florestais nativas do bioma em questão sempre é um desafio.

A Figura 1 exemplifica visualmente o impacto das plantas daninhas no crescimento das espécies florestais nativas em diferentes tratamentos. Na área 1 as mudas foram só coroadas, conforme a necessidade; na área 2, aplicação do herbicida glyphosate em pré-plantio; na 3, capina em área total, em pré-plantio; na 4, coroamento e roçada, conforme a necessidade; e na 5, uso de glyphosate mais adubação verde com feijão de porco e feijão guandu. A matriz da vegetação antes da implantação era o *Andropogon bicornis* (capim rabo de burro) e *Paspalum notatum* (grama pernambuco), ou seja, gramíneas consideradas menos agressivas que as dos gêneros *Urochloa* e *Panicum*.



Figura 1. Imagem dos diferentes tratamentos:
1 – mudas só coroadas, conforme a necessidade;
2 – uso de herbicida glyphosate em pré-plantio;
3 – capina em área total, em pré-plantio;
4 – coroamento e roçada conforme a necessidade e
5 – uso de herbicida glyphosate mais adubação verde com feijão de porco e feijão guandu.

No detalhe, o tratamento 5. Idade do reflorestamento: 15 meses.

Foto: Guilherme M. Chaer

Observa-se que quanto menos intensa a intervenção nos primeiros anos, pior o crescimento das plantas florestais. O fato relevante que este experimento mostra é que com a aplicação do herbicida (tratamentos 2 e 5) e, portanto, com a retirada da dominância da matriz da vegetação, cerca de 30 espécies espontâneas, em sua maioria dicotiledôneas, surgiram na área já no primeiro ano após o plantio, sendo que muitas podem ser consideradas espécies companheiras. Adicionalmente, o uso da adubação verde favorece o crescimento das espécies nativas plantadas.

A imagem nos faz refletir sobre o que de fato favorece ou prejudica um reflorestamento com espécies nativas do bioma. Será que, a depender da intensidade, o uso de herbicidas é uma estratégia interessante para acelerar a restauração da área, a partir da retirada da dominância da matriz e da facilitação ao surgimento de espécies oportunistas e nativas existentes no banco de sementes do solo?

Outro exemplo visual da influência de plantas daninhas no crescimento de espécies florestais nativas está na Figura 2, que ilustra uma simulação de crescimento em vasos. Nela, mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (ipê roxo), sob as mesmas condições de fertilidade e umidade de solo, quatro meses após o plantio cresceram, em termos de altura, 200% e 60% menos quando em convívio com *Urochloa decumbens* e *U. humidicola*, respectivamente.

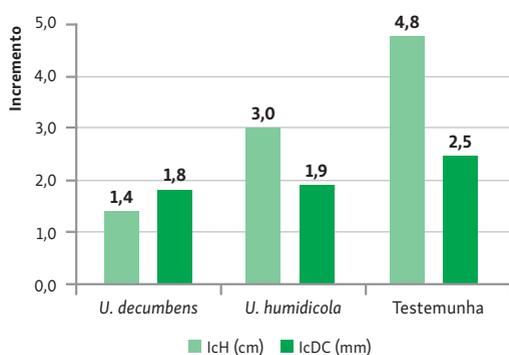


Figura 2. Influência de *Urochloa decumbens* (A) e de *U. humidicola* (B) no crescimento *Handroanthus heptaphyllus*, aos 4 meses após o plantio (período de outono - inverno) (C) Testemunha, sem matocompetição. IcH (cm) Incremento em altura medido em cm e IcDC Incremento no diâmetro do coleto em mm.

Foto: Alessandro de P. Silva

As Figuras 1 e 2 permitem inferir a necessidade do uso de técnicas de controle de plantas daninhas, com o objetivo de aumentar a taxa de sucesso dos povoamentos para fins de restauração florestal no país.

Métodos de controle de plantas daninhas em reflorestamentos voltados para a restauração florestal

Os principais tipos de controle de plantas daninhas com potencial de uso para a formação de povoamentos visando a restauração florestal são o mecânico, o cultural e o químico.

O controle mecânico engloba práticas de capina e roçada, que podem ser executadas de maneira manual ou mecanizada. O efeito do controle mecânico por capina é mais duradouro que o por roçada, pois, além do corte, reúne mecanismos de controle como exposição do sistema radicular à dessecação e, por vezes, o enterrio. Por outro lado, a capina apresenta rendimento operacional muito inferior ao da roçada. Portanto, sua aplicação em área total não é recomendada, devendo ser direcionada apenas à linha de plantio na forma de faixas ou de coroas, e em local onde a competição entre plantas daninhas e florestais é mais acentuada. Além disso, a capina pode favorecer processos erosivos, principalmente nos locais de maior declividade.

Experiências de campo têm mostrado que a capina em faixa é mais eficiente que o coroamento para promover o crescimento das plantas florestais. Para isso de fato acontecer, é interessante alterar o espaçamento entre as mudas, aumentando a distância entre as linhas e diminuindo-o entre as plantas. Além disso, as faixas capinadas podem servir como pequenos aceiros, reduzindo a possibilidade de propagação do fogo. Isto é especialmente importante em reflorestamentos de áreas periurbanas ou urbanas, como os da cidade do Rio de Janeiro, que são bastantes sujeitos a incêndios.

A vantagem da roçada é ter rendimento superior ao da capina. Também auxilia no controle de processos erosivos. Sua desvantagem é a necessidade de mais intervenções, devido à rebrota das plantas daninhas. Pode ser manual, com uso de foice; semimecanizada, com roçadeiras costais ou laterais; e mecanizada, com utilização de roçadeira acionada por trator. Esta última é utilizada em locais poucos ondulados e apenas entre as linhas de plantio, sendo necessário coroamento manual ao redor da planta florestal e uso de roçadeira no restante da linha ou a capina da faixa de plantio. Esta decisão depende do espaçamento entre as plantas.

Experiências mostram que o reflorestamento para fins de restauração em área de braquiária ou capim colômbio, dependendo da qualidade do sítio e do espaçamento de plantio utilizado, demanda de cinco a oito operações de

roçada até três anos após o plantio. Essas operações em geral estão relacionadas ao controle através de roçada na entrelinha e coroamento de 40 cm a 60 cm de raio ao redor das mudas. As atividades de roçada e coroamento são, além de desgastantes para o trabalhador, de alto custo, devido a seu baixo rendimento operacional.

Outro ponto relevante é que, naturalmente, as gramíneas forrageiras passam por processo de rebrota ao serem cortadas pelo pastejo pelo gado. Ao roçarmos estas plantas e deixarmos todo o material sobre o solo, ele funciona como “fertilizante”, aumentando ainda mais a capacidade de rebrota dessas plantas. Roçar gramíneas forrageiras não é funcional, embora tenha forte efeito estético, além de reduzir a disponibilidade de sementes, caso a roçada seja feita antes do período de dispersão. Adicionalmente, toda a biomassa oriunda da roçada se transforma em material potencialmente combustível, que pode contribuir para a ocorrência de incêndios. Além disso, ao adotar a roçada nas entrelinhas, pode-se eliminar do sistema uma série de espécies nativas regenerantes. Ambas situações, acarretam atrasos da sucessão ecológica da área.

Leles et al. (2015) relatam que o preço de implantação de um hectare de reflorestamento para restauração florestal foi de R\$ 7.476,26 e que a manutenção mecânica (capinas, roçadas etc.) por dois anos custa de R\$ 4.000,00 a R\$ 8.000,00, a depender do capim existente na matriz da vegetação, do espaçamento de plantio e do clima local. Ou seja, o controle de plantas daninhas de forma mecânica pode ter custos elevados e equivalentes aos com o plantio, considerando os primeiros dois anos após a implantação.

Outra possibilidade de controle mecânico é o uso de cobertura morta para abafar e/ou sombrear as espécies indesejadas. Essa técnica consiste em depositar material vegetal oriundo da roçada ao redor das mudas, com intuito de criar uma barreira física que limite a chegada de luz ao solo, retardando assim a germinação de propágulos. Suas principais vantagens são favorecer a conservação da umidade ao redor do indivíduo arbóreo e funcionar como adubo orgânico. Suas limitações estão relacionadas aos custos, pois necessariamente é feita de forma manual, e à possibilidade de, em caso de incêndios, disponibilizar mais material inflamável ao redor das mudas. Além disso, ao adicionar cobertura morta, é possível aportar sementes de gramíneas na base da planta florestal, aumentando a possibilidade de competição.

Coberturas artificiais que desempenham papel semelhante, como papéis, embora pouco utilizados, surgem como alternativa ao coroamento. Estudos iniciais têm mostrado que o uso de papelão como coroamento artificial

(Figura 3) é eficiente no controle das plantas daninhas ao redor da espécie plantada, não prejudicando o crescimento das espécies florestais (GONÇALVES, 2016). Recomenda-se que os papelões sejam tratados com solução de sulfato de cobre (SILVA, 2015) para durarem mais de 15 meses no solo — período mais crítico de convivência dos indivíduos florestais com as plantas daninhas.

Estudos de Gonçalves (2016) indicam que a temperatura sob o papelão pode ser até 8°C menor do que a das áreas coroadas expostas ao sol, nos meses de janeiro e fevereiro na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. Isto aumenta a conservação de água no solo e tem potencial de favorecer o crescimento das plantas florestais. Outro ponto é que o custo final de manutenção com a colocação do papelão foi cerca de 50% menor que o coroamento manual com enxada.



Figura 3. Controle de plantas daninhas pelo método mecânico, com uso de papelão, tratado com sulfato de cobre como coroamento artificial.

Foto: Felipe F. da Silva

O controle de plantas daninhas pelo método cultural tem por princípio o emprego de práticas que de alguma forma favoreçam o reflorestamento na competição com as plantas daninhas que infestam a área. Entre as principais práticas relacionadas a este método estão a escolha de espécies adequadas ao sítio onde será formado o reflorestamento, a fertilização dirigida, o adequado espaçamento de plantio e o emprego de coberturas verdes. O uso de espécies adequadas, por exemplo, acarreta no crescimento consistente das plantas florestais, que conseguem superar a competição com as daninhas.

Em áreas alteradas por muitos anos de ações antrópicas e cultivadas com forrageiras, como as braquiárias, normalmente pouco resta das condições do solo original, no que diz respeito a suas características químicas, físicas e biológicas. Assim, tentar reproduzir no reflorestamento novo o arranjo de espécies florestais existente em fragmentos florestais próximos às áreas onde se pretende formar o povoamento tende a ser um erro. Isto porque as características de fertilidade, conservação de umidade, preservação de horizonte A, banco de sementes e estrutura do solo foram alteradas, sendo diferentes dos fragmentos remanescentes, mesmo nas proximidades do local de plantio. Portanto, utilizar espécies florestais nativas capazes de crescer rapidamente em ambientes compactados pelo uso de máquinas agrícolas e/ou pelo pisoteio do gado é uma das alternativas mais eficazes e menos onerosa para o controle de plantas daninhas. Essas espécies também precisam crescer satisfatoriamente em solos com baixo nível de fertilidade e de disponibilidade hídrica e ainda serem capazes de se desenvolver em ambientes com grande competição por recursos com as gramíneas. Esse entendimento nem sempre é claro. São comuns os relatos na literatura de insucessos de programas de reflorestamento ocasionados por escolhas equivocadas das espécies para plantio, pois afetam diretamente as possibilidades de controle adequado de plantas daninhas.

Com a fertilização dirigida, busca-se oferecer às plantas florestais aporte adicional de nutrientes para crescimento mais rápido, que lhes dê posterior vantagem competitiva no aproveitamento da luz ou na exploração dos recursos do solo em relação às plantas daninhas. A eficiência desta prática depende da capacidade de rápida absorção de nutrientes pelas plantas florestais, bem como do local onde o recurso é disponibilizado, visto que existem nutrientes pouco móveis no solo, como o fósforo. Desta forma, é necessário que o nutriente seja distribuído em local estratégico e em quantidade suficiente para não resultar em efeito contrário e beneficiar em maior proporção a população

de plantas daninhas. As espécies florestais nativas normalmente têm lenta taxa de crescimento e baixa absorção de nutrientes quando comparadas às plantas daninhas. Dessa forma, a adubação deve ser realizada mediante prévio controle das plantas espontâneas / daninhas.

Observações de campo mostram que, em área de braquiária, roçar a gramínea e realizar adubação de cobertura das plantas florestais não são práticas recomendadas, pois favorecem mais a daninha que as florestais. O interessante é aplicar um herbicida pós-emergente e de contato, de maneira e em dose correta, na braquiária e esperar a dessecação para fazer a adubação de cobertura no solo, na projeção da copa das plantas florestais ou, na impossibilidade do uso de herbicida, fazer o coroamento.

Santos (2016), trabalhando na restauração florestal em Latossolo Vermelho Amarelo Álico Distrófico, com predominância de *Brachiaria brizantha*, observou que sete adubações de cobertura aumentaram em 28% o crescimento das espécies florestais 30 meses após o plantio em relação às plantas que receberam duas adubações. No entanto, a aquisição de adubo químico e sua aplicação aumentaram em 30% os custos de formação do povoamento. O autor não recomenda adubações elevadas de cobertura em condições semelhantes às de seu trabalho.

Como a maioria das espécies comuns em áreas onde serão formados os reflorestamentos é de gramíneas, que são exigentes em luz, o espaçamento de plantio se torna outra importante ferramenta para o controle de plantas daninhas. O objetivo é sombrear o mais rápido possível a superfície do solo, a partir do crescimento da copa das plantas arbóreas.

Nascimento (2007) avaliou a influência do espaçamento de plantio no crescimento de seis espécies florestais, aos 22 meses de idade, em sítio considerado de boa qualidade, na Baixada Fluminense, RJ. Observou que, de modo geral, as plantas florestais apresentaram crescimento significativamente superior nos espaçamentos mais amplos. No entanto, foram nestes espaçamentos onde as plantas daninhas, principalmente *Panicum maximum*, apresentaram maior biomassa. No espaçamento mais amplo (3 m x 2 m), o povoamento ainda necessitava de intervenções de manutenção aos 22 meses, enquanto que no espaçamento (2,0 m x 1,5 m) a população de *P. maximum* no sub-bosque de povoamento já estava controlada, pelo sombreamento exercido pelas árvores implantadas.

Nesse contexto, além da combinação de espécies de rápido crescimento, a utilização de espaçamentos de plantio mais adensados tem sido uma estra-

tégia de controle cultural de grande efetividade. Nela, a lógica é a de quanto maior o potencial daninho das plantas herbáceas existentes, mais adensado deve ser o espaçamento de plantio das espécies florestais nativas, visando o rápido sombreamento da área e a consequente limitação do crescimento das gramíneas forrageiras.

O emprego de cobertura verde é outra técnica de potencial controle cultural de plantas daninhas na formação dos povoamentos para restauração florestal. Esta prática fundamenta-se no cultivo de espécies que apresentem alguma vantagem competitiva em relação às plantas infestantes locais, reduzindo a população de indesejáveis, beneficiando, assim, o reflorestamento.

No caso dos projetos de restauração florestal, as plantas de cobertura têm sido utilizadas após o plantio das espécies florestais. Essa prática envolve questões relacionadas ao uso de plantas para formar uma “cobertura viva”. Embora possa parecer uma simples substituição de espécie competidora, as plantas utilizadas devem ter características como possibilitar a adubação verde (muitas espécies da família das leguminosas, capazes de se associar a bactérias fixadoras de nitrogênio, encaixam-se nessa condição); não apresentar caráter invasor e ter a possibilidade de ser facilmente retirada do ambiente (ALCÂNTARA et al., 2000). Os ajustes, no que tange a escolha da espécie companheira mais indicada, a densidade de plantio e o espaçamento, são determinantes para o sucesso dessa estratégia. Esse é um campo de estudo muito amplo, que precisa ser mais explorado.

Outra forma de controle é o químico, que, em geral, é feito com uso de herbicidas, na maioria dos casos, de amplo espectro, como o glyphosate. Os técnicos que adotam o uso de herbicidas, já em pré-plantio, dessecam a área antes de proceder às atividades de coveamento ou sulcamento para o plantio das mudas.

Em geral, a adoção ou não desse método está relacionada a duas questões. A primeira diz respeito às restrições de uso de herbicidas por órgãos ambientais ou empresas estatais. A segunda é ideológica, pois se o objetivo é recompor o ambiente, não seria coerente fazer isso a partir do uso de agroquímicos.

No caso da restrição técnica ou administrativa, de fato, devem-se buscar outras alternativas para controle das plantas daninhas. Nessas condições, o controle mecânico e o cultural tendem a ser os mais comuns. A questão ideológica precisa ser respeitada, ressaltando que no caso dos reflorestamentos o uso dos herbicidas deve ser feito a partir de somente duas ou três aplicações

até a formação do povoamento. Além disso, esse método deve sempre ser utilizado de forma integrada com outros, como o cultural, a partir do cultivo de leguminosas herbáceas e/ou arbustivas, como cobertura verdes. A partir de determinado momento, após o estabelecimento do reflorestamento, a área seguirá sua rota sucessional, sem uso adicional de agroquímicos e a custos de formação de um hectare de reflorestamento de 30% a 70% inferiores do que os custos com reflorestamentos que fazem uso de controle mecânico.

O controle químico está sendo utilizado na área de restauração florestal justamente por possibilitar alta eficácia no controle das plantas indesejadas e apresentar menor custo. Um exemplo é o estudo de Martins (2011), que comparou os custos de controle de plantas daninhas através de roçadas mecanizadas ou herbicidas e apontou uma economia de 32% no projeto com o uso de herbicidas. Os autores não contabilizaram os custos do coroamento de mudas, o que certamente ampliaria ainda mais essa diferença. Outro exemplo de formação de reflorestamento em área com predomínio de braquiária é o trabalho de Santos (2016). Nele, o custo de controle com glyphosate (em duas aplicações) foi três vezes inferior ao controle com roçada e coroamento (sete intervenções), e o crescimento das dez espécies florestais utilizadas foi significativamente maior onde foi aplicado herbicida.

Boa parte dos estudos com herbicidas foca o uso do glyphosate. Poucos exploram as possibilidades de uso de herbicidas seletivos, contemplando produtos de outros mecanismos de ação. Os graminicidas controlam somente plantas de folhas estreitas, tendo como principal vantagem não afetar de forma significativa as espécies plantadas e a regeneração natural. Muitos desses produtos têm limitações de preço, de classe toxicológica e de eficácia contra as gramíneas quando comparados ao glyphosate, herbicida mais comercializado no país. Além disso, precisam ser mais testados em reflorestamentos para fins de restauração, principalmente por afetarem menos a sobrevivência das espécies florestais nativas regenerantes quando comparado às outras técnicas, como é o caso das roçadas mecânicas.

Considerações finais

O adequado controle de plantas daninhas na formação de povoamentos florestais visando a restauração de maneira sustentável começa com o preparo da área para plantio, a escolha acertada das espécies florestais adaptadas ao ambiente e a adoção de espaçamento de plantio que possibilite o mais rápido

fechamento do dossel. É necessário utilizar mais de um método de controle para obter sucesso, configurando o manejo integrado de plantas daninhas. A transformação desse conhecimento científico em prática agropecuária é fundamental para superar os desafios de formação dos povoamentos florestais com fim ambiental em áreas de pastagens, adequando ambientalmente as propriedades rurais a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA), que tendem a ser cada vez mais cobrados pelos agentes de fiscalização e pela Sociedade nos próximos anos.

Referências

ALCÂNTARA, A. F.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, fev. 2000.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 871-880, 2013.

GONÇALVES, F. L. A. **Uso de papelão para o coroamento de mudas em reflorestamentos**: efeitos sobre espécies arbóreas da mata atlântica e supressão de gramíneas exóticas. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Restauração florestal em diferentes espaçamentos. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Ed.) **Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 101-153.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

NASCIMENTO, D. F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos.** 2007. 60 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1984. p. 37.

SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa* spp.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, A. P. **Influência da forma e posição da encosta nas características do solo e na regeneração natural de espécies florestais em áreas de pastagens abandonadas.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. p. 63-81.

SILVA, F. F. **Uso de coroaamento com papelão como alternativa ao coroaamento de mudas florestais.** 2015. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Escolha de espécies e de espaçamento como ferramentas de controle de plantas daninhas em restauração florestal

*Eduardo Francia Carneiro Campello, Hercides Marques de França Junior,
Paulo Sérgio dos Santos Leles, Keila Caroline Dalle Laste,
Sérgio Miana de Faria e Alexander Silva de Resende*

Introdução

As iniciativas de restauração florestal a partir do plantio de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica vêm sendo aperfeiçoadas. Um de seus maiores desafios ainda é o elevado custo de manutenção do reflorestamento, devido à competição de plantas tidas como daninhas ou indesejáveis. Diante disso, é necessário aprimorar o conhecimento sobre as melhores espécies e os espaçamentos de plantio mais adequados às características de cada sítio, de forma a acelerar o restabelecimento das principais funções ecossistêmicas — principal objetivo da restauração — ao mesmo tempo em que se formam povoamentos de custos mais compatíveis com a realidade do setor agropecuário.

Nesse contexto, o controle cultural a partir da escolha das espécies e espaçamentos mais adaptados a cada condição é a primeira estratégia a ser ado-

tada no controle das plantas daninhas (LELES et al., 2015; SCERVINO; TOREZAN, 2015). Faz-se necessário buscar espécies florestais de rápido crescimento, que sombreiem o solo em curto espaço de tempo. As “espécies estruturantes” executam bem esse papel. Suas mudas reduzem a incidência de luminosidade sobre o solo, fator importante para o controle do crescimento vegetativo das espécies indesejáveis, principalmente quando se trata de gramíneas.

Por que a legislação deve ser considerada em projetos de restauração florestal?

Dois importantes estados do Brasil em termos de projetos de restauração florestal já possuem normatizações, não só para elaborá-los como para monitorar seu desempenho ao longo do tempo. Em São Paulo, vigora a Resolução Secretaria do Meio Ambiente (SMA) N° 32, de 3 de abril de 2014, e no Rio de Janeiro, a Resolução Instituto Estadual do Ambiente (Inea) N° 89, de 3 de junho de 2014.

O oitavo artigo da norma fluminense destaca as etapas de manutenção e monitoramento dos projetos de reposição florestal, exigindo que sejam planejadas para serem realizadas ao longo de ao menos quatro anos ou até seu pleno estabelecimento. Também descreve os índices a serem utilizados como indicadores da qualidade do povoamento:

I - parâmetros mínimos:

- a) mortalidade: número de indivíduos mortos, classificados por espécie, dentre os que foram plantados, considerando-se aceitável até 20%;*
- b) infestação por espécies competidoras, considerando-se aceitável que a competição esteja abaixo do nível da copa das mudas, de forma a não prejudicar seu desenvolvimento;*
- c) que o processo de regeneração natural possa ocorrer sem novas intervenções antrópicas.*

II - o índice de cobertura, definido como a projeção horizontal das copas sobre a superfície do solo, expressa em porcentagem da área, tendo como referenciais mínimos ao longo do tempo:

- a) após 2º ano: cobertura acima de 40%;*
- b) após 3º ano: cobertura acima de 60%;*
- c) após 4º ano: acima de 70%; ou*
- d) quando acima de 80%, a área será considerada estabelecida.*

O Inea propôs uma calculadora virtual, chamada de “Restauradora”, que permite ao reflorestador avaliar a qualidade de seu povoamento e se este está ou não de acordo com a expectativa para a área. A Tabela 1 exemplifica um povoamento considerado adequado pelo Inea quatro anos após o plantio. Note-se que o índice de Equidade de Pielou (J') está abaixo do mínimo e o de Diversidade de Shannon Weaver (H'), no menor patamar aceitável. Em compensação, todos os outros indicadores estão adequados. A nota final foi 8,07. Ou seja, o povoamento florestal estaria aprovado pelo órgão, embora tivesse potencial para melhorar nos dois índices, que estavam abaixo do ideal.

É louvável a iniciativa do estado do Rio de Janeiro de avaliar o povoamento seguindo critérios objetivos. Claro que sugestões para aperfeiçoamento da “Restauradora” devem ser feitas, mas eliminar a subjetividade do fiscalizador na avaliação do povoamento é necessário e, para isso, a ideia da calculadora é um bom passo. O que se pode concluir em relação a essa iniciativa é a importância da escolha adequada das espécies e dos espaçamentos de plantio para que seja possível atingir os parâmetros de suficiência e qualidade apontados pela instituição fiscalizadora.

Tabela 1. “Restauradora” - calculadora da restauração florestal do INEA-RJ¹. Exemplo de avaliação de plantio para restauração visando obter atestado de quitação da qualidade do povoamento, quatro anos após o plantio.

Parâmetros indicadores	Tabela de referência			Resultados do monitoramento	Nota
	Crítico	Mínimo	Adequado		
Densidade (n° ind./ha)	< 1111	≥ 1111 < 1250	≥ 1250	1380	1
Ind. zoocóricos (%)	< 40	≥ 40 < 60	≥ 60	60	1
Cobertura de copa (%)	< 50	≥ 50 < 70	≥ 70	85	1
Equidade - J'	< 0,6	≥ 0,6 < 0,8	≥ 0,8	0,5	0
Diversidade - H'	< 1,5	≥ 1,5 < 2,5	≥ 2,5	2,1	0,65
Altura média (m)	< 2	≥ 2 < 3	≥ 3	5	1
Infestação de gramíneas (%)	≥ 30	> 20 < 30	≤ 20	15	1
Conceito final*					8,07

* Resultados do monitoramento que atingem valores críticos recebem nota zero; os que se encontram na faixa do mínimo admitido recebem 0,65; e os que estão em níveis adequados recebem nota 1,0. A nota de cada parâmetro indicador é multiplicada pelo fator 1,25 para que o somatório, ao atingir o máximo, chegue a 10 pontos. Conceito final > 8,0 = satisfatório; < 8,0 = insuficiente.

¹Disponível em: <<http://www.restauracaoflorestalrj.org>>.

Características desejáveis nas espécies florestais estruturantes

Na competição com plantas indesejadas, utilizar espécies que ramifiquem, apresentem copa densa e, preferencialmente, mantenham suas folhas ao longo do ano favorece a cobertura do solo, reduzindo a entrada de luz e, conseqüentemente, diminuindo as condições para ocorrência de plantas daninhas.

Outra característica desejável é que as espécies florestais plantadas apresentem crescimento rápido, principalmente em altura e área de copa, nos dois primeiros anos pós-plantio. Essa condição, dependendo do espaçamento de plantio utilizado, possibilita cobrir o solo já ao final do segundo ou terceiro ano. Muitas das espécies florestais que se enquadram nessa condição são as “pioneiras” ou, para seguir uma tendência atual, “estruturantes”. Dispostas em arranjo espacial e abundância adequados, elas podem favorecer o controle de plantas indesejadas.

A Figura 1 mostra o ordenamento das dez espécies florestais com melhor crescimento em termos de área de copa num total de 37 espécies plantadas em espaçamento de 2 m x 2 m para formação de mata ciliar, em Nova Iguaçu, RJ, até os 36 meses. A área média da copa dessas espécies apresentou valores de 4,1 m², 23,1 m² e 28,2 m², com amplitude de 0,6 m² a 16,3 m²; de

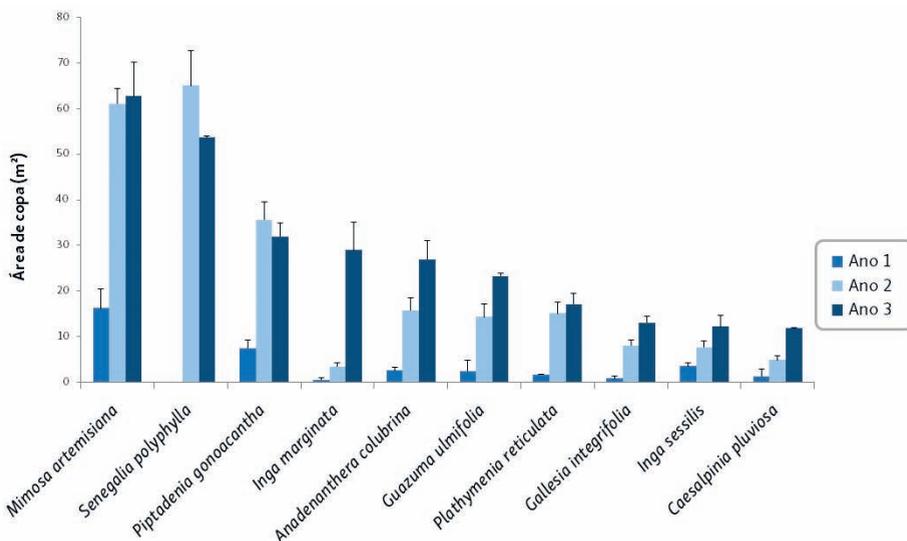


Figura 1. Área de copa média de dez espécies florestais da Mata Atlântica com melhor crescimento oito, 22 e 36 meses após o plantio, no município de Nova Iguaçu, RJ.
Fonte: França Junior (2013).

3,4 m² a 65 m² e de 12 m² a 63 m², respectivamente, em cada um dos três anos avaliados. As espécies de maior crescimento foram *Mimosa artemisiana*, *Senegalia polyphylla* e *Piptadenia gonoacantha*. Das dez espécies desse grupo, oito são leguminosas, sendo seis fixadoras de nitrogênio. O sucesso do uso de leguminosas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos arbusculares como estruturantes na restauração florestal é relatado na literatura há mais de duas décadas no Brasil (FRANCO et al., 1995).

Quanto ao tipo de ramificação do caule, oito espécies apresentaram ramificação cimosa ou dicotômica. Em qualquer regime de espaçamento, elas apresentam ramificações, às vezes já próximas ao solo, o que favorece o sombreamento. Apenas duas espécies são decíduas: *Mimosa artemisiana* e *Plathymentia reticulata*.

Em uma situação simulada, o plantio de 433 mudas dessas espécies por hectare já acarretaria numa taxa de cobertura do solo de 80% 22 meses após o plantio. Ou seja, em dois anos a área atingiria os valores necessários para ser considerada adequada (por esse critério) pelo órgão ambiental do estado do Rio de Janeiro.

Ainda no campo das simulações, observando aspectos que vão além da legislação, a escolha das espécies tem relação direta com os custos finais da restauração ecológica. Leles et al. (2015) observaram que o custo do plantio/muda, adotando espaçamento 2 m x 2 m no estado do Rio de Janeiro, foi de R\$ 3,03. Já a manutenção por dois anos, contemplando coroamento, roçada semimecanizada e replantio, segundo os mesmos autores, custou R\$ 4,55 por muda. Esses valores podem sofrer acréscimos expressivos em função de variáveis como clima, relevo, uso anterior da área e nível de infestação e controle de plantas daninhas.

Do ponto de vista do reflorestador, o plantio de mudas dessas dez espécies estruturantes atenderia muitas das funções ecológicas que se espera das árvores: cobertura do solo e redução dos processos erosivos; abrigo e alimento para fauna; melhoria da ciclagem de nutrientes; aumento da matéria orgânica do solo e sequestro desse elemento na biomassa. Entretanto, deixariam de atender, por exemplo, questões relacionadas à biodiversidade, que, ao longo do tempo e a depender de seu entorno, poderia ser incrementada a partir dos avanços na sucessão ecológica natural (CARVALHO, 2010) ou do enriquecimento da área com o plantio de mudas de espécies não pioneiras.

Pelo exemplo ilustrativo, fica claro que os custos de plantio e de manutenção podem ser reduzidos se os técnicos tiverem acesso a informações sobre quais espécies mais se adaptariam a cada situação.

Grupos funcionais e restauração florestal

Visando o sucesso da restauração florestal, há necessidade de categorizar as espécies florestais nativas utilizadas em reflorestamento em algo mais que pioneiras, secundárias e climáticas, indo além da proposta de utilização de grupo de espécies de preenchimento/recobrimento e diversidade. Assim, a categoria que melhor define as espécies que viabilizam a continuidade do processo de restauração é a das estruturantes.

Os órgãos ambientais e a academia monitoram seus povoamentos e deveriam fazer esforços no sentido de ordenar o comportamento das espécies mais adaptadas a cada condição ambiental. A paisagem, o regime de hidromorfia e as características físicas e químicas do solo tendem a ser fortes agentes de seletividade natural (RESENDE et al., 2013). Informações sobre deciduidade das folhas e ramificação da planta, além de sua adaptação ao grau de hidromorfismo dos solos e de sua velocidade de crescimento, entre outras, deveriam ser mais bem apresentadas e difundidas para os reflorestadores do país. O Anexo resume informações relacionadas a espécies recomendadas para restauração florestal no estado do Rio de Janeiro e expressa parte da experiência da equipe naquelas condições ambientais.

O espaçamento de plantio como ferramenta auxiliar no controle de plantas daninhas

O espaçamento influencia diretamente o crescimento das plantas, uma vez que afeta a competição por água, nutrientes e luz. A qualidade do sítio é um fator fundamental para a decisão sobre espaçamento, mas não o único. Deve estar associado aos métodos de controle de plantas daninhas que serão empregados — se mecânico (manual ou mecanizado), químico e/ou físico. Nascimento (2007) testou a influência de diferentes espaçamentos de plantio de espécies florestais no crescimento espontâneo de plantas daninhas, com predominância de capim colônia, em sítio de média fertilidade na Baixada Fluminense, RJ. A Tabela 2 mostra que espaçamentos mais adensados tendem a sombrear mais rapidamente a área, limitando o crescimento das plantas daninhas, uma vez que, na maioria dos casos, são espécies que necessitam de muita luz para crescer e se desenvolver plenamente.

Tabela 2. Peso da matéria seca de plantas daninhas em diferentes espaçamentos de plantio 22 meses após o plantio, em Seropédica, RJ.

Espaçamento (m)	Massa de gramíneas (g/m ²)	Desvio padrão (\pm g/m ²)
3,0 x 2,0	175,7 a	123,9
2,0 x 2,0	49,0 b	40,0
2,0 x 1,5	54,4 b	67,9
1,5 x 1,5	64,4 b	56,4
1,5 x 1,0	14,3 c	5,8
1,0 x 1,0	11,0 c	15,5
1,0 x 0,5	9,6 c	10,0

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).
Fonte: Nascimento (2007).

O espaçamento influencia o controle de plantas daninhas e os custos de implantação e manutenção. Leles et al. (2015) relatam que o custo de implantação de um hectare em espaçamento 2 m x 2 m é cerca de 40% maior do que um 3 m x 2 m. Contudo, para que a área atinja todos os indicadores de cobertura do solo, seriam necessários, até o quarto ano, em torno de dez roçadas no espaçamento 3 m x 2 m, enquanto no espaçamento 2 m x 2 m, sete roçadas seriam suficientes e fechariam a área no terceiro ano após o plantio. Isso significa, segundo os autores, que, havendo dificuldades financeiras ou logísticas para as atividades de manutenção, o plantio mais adensado acaba sendo o mais indicado. É importante ressaltar que os autores relatam que nesse estudo a vegetação predominante era *Panicum maximum*, e os custos de manutenção foram até três vezes maiores que os de plantio com espaçamento 3 m x 2 m.

A escolha do espaçamento de plantio deve, entre outros aspectos, estar em consonância com o controle de plantas daninhas. Por exemplo, em áreas planas ou pouco onduladas, é preciso dar preferência a espaçamentos mais amplos nas entrelinhas e diminuir nas linhas de plantio. Assim, é possível fazer o controle nas entrelinhas com roçada mecanizada ou aplicação de glyphosate e, entre as plantas, com roçada através de roçadeira lateral e coroamento manual com enxada. A Figura 2 mostra esta situação em um reflorestamento em formação (14 meses após o plantio), onde se realizou roçada com trator nas entrelinhas, aguardando a roçada entre as plantas. O espaçamento indicado para estas situações é, por exemplo, de 3,2 m x 1,6 m, em vez de 2,5 m x 2,0 m, mantendo aproximadamente a mesma densidade de mudas.

Outro exemplo da importância do espaçamento de plantio no controle de plantas daninhas é em relação a incêndios florestais. Em locais onde o risco de incêndios é relativamente grande, como áreas periurbanas ou próximas a rodovias, deve-se preferir espaçamentos mais fechados (ex.: 1,5 m x 1,0 m) para que o sombreamento realizado pelas plantas arbustivas/arbóreas diminua a incidência das gramíneas e, com isso, a quantidade de material combustível e o potencial de ocorrência de incêndios. Além disso, o maior sombreamento, a menor quantidade de plantas gramíneas e a maior quantidade e deposição de serapilheira produzida pelas espécies arbóreas no espaçamento mais fechado proporcionarão mais umidade ao solo, diminuindo a inflamabilidade do material combustível.

É possível manter a mesma densidade populacional de mudas no plantio adotando espaçamentos diferentes. Em trabalho realizado na região serrana do Rio de Janeiro, em área de ocorrência de braquiária, foi possível verificar que, numa densidade populacional de aproximadamente 2.000 mudas por hectare, houve crescimento diferenciado de dez espécies florestais



Figura 2. Restauração florestal 14 meses após o plantio, no espaçamento 3,2 m x 1,6 m, roçado com roçadeira acoplada a trator nas entrelinhas, aguardando limpeza nas linhas de plantio, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Foto: Paulo S. S. Leles.

(Figura 3). No espaçamento 4 m x 1 m, as plantas apresentaram as maiores alturas. A menor competição proporcionada pela capina em faixa de um metro de largura em relação ao coroamento manual, além do estímulo ao crescimento das plantas em altura devido ao menor espaçamento na linha, explica esse resultado.

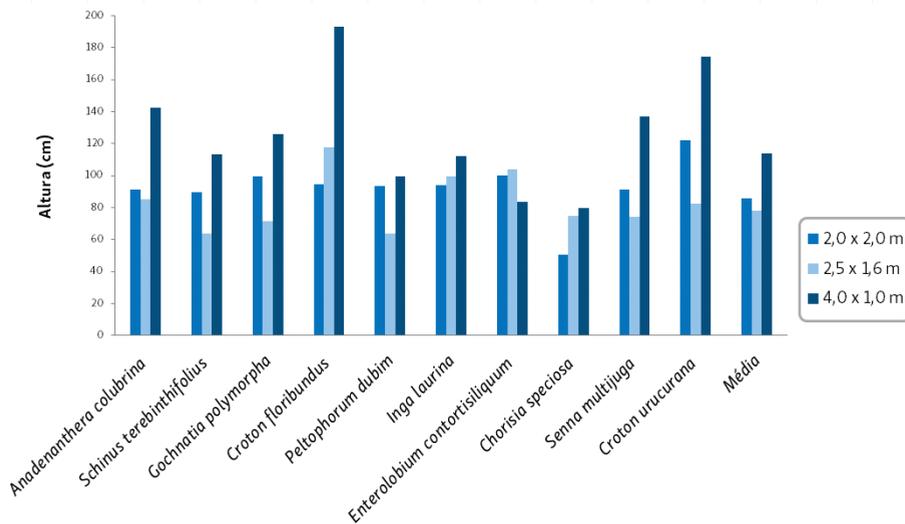


Figura 3. Altura (cm) de dez espécies florestais em função do espaçamento de plantio, em área de reflorestamento 18 meses após o plantio, no município de Bom Jardim, RJ.

Em todas as unidades experimentais foram realizadas, ao longo dos 18 meses de acompanhamento, cinco intervenções. Nos espaçamentos 2,0 m x 2,0 m e 2,5 m x 1,6 m utilizou-se roçada com roçadeira nas entrelinhas e, entre plantas, coroamento com enxada em torno delas. No espaçamento 4 m x 1 m foi empregada roçadeira nas entrelinhas e três capinas nas faixas de plantio. A Figura 4 mostra a situação das unidades experimentais do espaçamento 2 m x 2 m com coroamentos e 4 m x 1 m com capina seis meses após o plantio.

Observa-se na Figura 4 que, no espaçamento 4 m x 1 m, onde foi feita e mantida a faixa capinada de 1,0 m de largura na linha de plantio, as plantas, já seis meses após o plantio, aparentemente crescem mais do que no espaçamento 2 m x 2 m. Essas faixas também servem como pequenos aceiros, dificultando a propagação do fogo na área. Contudo, apresentam custo mais elevado. Uma das possibilidades para diminuir esse custo é aplicar herbicida à base de glifosato antes do plantio, o que posteriormente favorece a capina das faixas.



Figura 4. Povoamento florestal seis meses após plantio, usando espaçamento 2 m x 2 m (A) e 4 m x 1 m (B), no município de Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

A Figura 5 mostra a mesma área e os mesmos espaçamentos 38 meses após o plantio. A imagem (B) mostra um espaçamento 4 m x 1 m no qual a manutenção foi feita por capina em faixa. Nele, praticamente não há plantas daninhas. No espaçamento 2 m x 2 m (A), onde o controle foi realizado por coroamento e roçada, a área ainda precisa de manutenção.

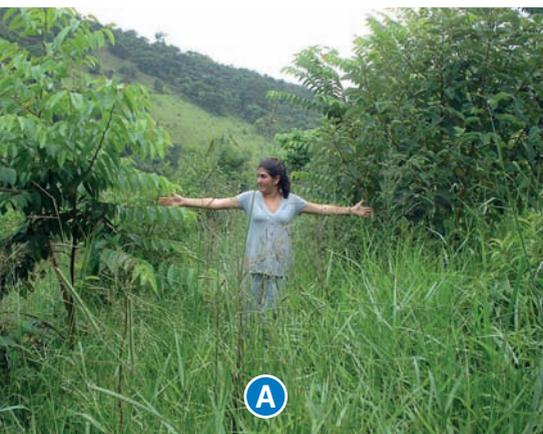


Figura 5. Restauração florestal 38 meses após plantio, em espaçamento 2 m x 2 m (A) e 4 m x 1 m (B), no município de Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

Espécies estruturantes e seu papel de facilitadoras da sucessão natural

Qual o número de espécies ideal a ser plantado por hectare? A resposta não é simples e dependerá de muitas variáveis, como qualidade do sítio, topografia e plantas espontâneas com potencial de se tornarem daninhas na área.

O que se espera num primeiro momento é interromper a pressão dos fatores de degradação da área, permitindo recobrir o solo, reduzir processos erosivos, criar abrigo e disponibilidade de alimento para a fauna, ativar a ciclagem de nutrientes a partir da decomposição de folhas e galhos e da consequente melhoria das condições de umidade, matéria orgânica e fertilidade do solo. A partir daí é possível restaurar as funções ecológicas e a biodiversidade, atributos que muitas vezes melhoram com o passar dos anos, mediante o sucesso do estabelecimento de espécies florestais estruturantes na área.

Um exemplo bem sucedido de como a biodiversidade pode evoluir a partir de plantio de espécies estruturantes é o uso de leguminosas arbóreas (nativas ou exóticas) facilitadoras da sucessão natural. Em 1992, foram plantadas dez espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio numa encosta erodida de Angra dos Reis, RJ. Metade das mudas era de *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* e *Mimosa tenuiflora* (todas exóticas ao bioma). Para verificar o sucesso do plantio e monitorar as espécies plantadas, foram realizadas duas avaliações da comunidade vegetal — a primeira sete anos após o plantio (CHADA et al., 2004) e a segunda, 17 anos depois (DALLE LASTE, 2011). Ambas as avaliações foram realizadas em três parcelas permanentes de 20 m x 40 m. A primeira, no terço inferior da encosta (10% de declividade); a segunda, no terço médio (45% de declividade); e a última, no terço superior (60% de declividade). Para fins de comparação, foram demarcadas parcelas em um fragmento de mata secundária, considerado como referência, e em uma pastagem abandonada, adjacente à área de reflorestamento.

Na primeira avaliação (sete anos após o plantio), foi possível verificar a eficácia da ativação dos mecanismos de sucessão, com início da senescência das espécies plantadas e presença de espécies regionais na regeneração natural. Os resultados da segunda avaliação (17 anos) confirmam o estabelecimento de espécies regionais, com a presença de indivíduos adultos e alto número de regenerantes (Tabela 3). Além disso, as espécies plantadas inicialmente corresponderam a apenas 2,9% do total dos indivíduos presentes na área aos 17 anos e não foram registradas ocorrências no fragmento de mata secundária.

ria e no capinzal, mostrando que as espécies exóticas plantadas não tiveram caráter invasor.

Tabela 3. Parâmetros de diversidade e estruturais da comunidade vegetal, sem considerar as espécies plantadas, nos terços inferior (TI), médio (TM) e superior (TS) da encosta; fragmento de Mata Secundária (MS) e Capinzal (C), aos 17 anos e para todos os terços após sete e 17 anos, em Angra dos Reis, RJ.

Parâmetros/ parcelas	17 anos*						7 anos**
	TI	TM	TS	MS	C	Σterços	Σterços
Nº de famílias	23	19	17	22	1	27	25
Nº de espécies	36	33	27	34	1	54	50
Índice de Shannon	1,8	2,34	2,45	2,62	0	2,40	2,38
Área basal (m ³ .ha ⁻¹)	10,08	7,31	6,64	31,05	nm	8,01	0
Altura média (m)	4,06	3,41	2,79	3,18	nm	3,42	1,32
Altura máxima (m)	28	28	18	30	3	28	5,08
Densidade (ind.ha ⁻¹)	4.712	5.312	4.625	5.300	12	4.883	2.912

*Dados considerando indivíduos arbustivos e arbóreos obtidos de Dalle Laste (2011)

**Dados obtidos em Chada et al. (2004) considerando indivíduos herbáceos, arbustivos e arbóreos.

nm - dados não mensurados.

Os resultados indicaram que o plantio das espécies estruturantes foi fundamental para desencadear a sucessão, uma vez que na área de capinzal, com pelo menos quarenta anos de abandono, não foram observados indivíduos arbóreos regenerantes. Mostram também que uma vez superada a dominância exercida pelas gramíneas na área, o processo de sucessão natural muitas vezes se encarrega de aumentar a diversidade do local. Por outro lado, não superar a dominância da gramínea é um dos principais pontos de entrave e fracasso de projetos de restauração florestal, o que evidencia a importância do controle de plantas daninhas na formação de povoamentos. A Figura 6, com imagens da área estudada, permite visualizar o que acontece em casos nos quais a sucessão natural não avança sem necessidade de intervenção de plantio.



Figura 6. Vista geral da área recuperada com uma formação florestal com mais de 20 anos de idade, com cobertura do solo bem definida e com as áreas adjacentes onde não foi feito o plantio, ainda ocupadas por gramíneas, em Angra dos Reis, RJ.

Foto: Drone Phantom 3, maio de 2016 – Jean L. S. de Araújo

Considerações finais

Uma das primeiras e mais relevantes decisões técnicas a serem tomadas antes de iniciar a formação de povoamento para restauração florestal é a escolha das espécies e do espaçamento de plantio. Quanto mais limitante for a qualidade do sítio, menor será o número de espécies capazes de se estabelecer e crescer nessas condições. Entre os limitadores estão a periodicidade de alagamentos, existência de matriz de vegetação com espécies muito agressivas, como as do gênero *Urochloa* e *Panicum*, e baixa fertilidade do solo.

O espaçamento de plantio em restauração florestal deve ser utilizado como ferramenta para diminuir custos, principalmente em áreas onde predominam espécies como capim colônia e braquiária. O espaçamento não pode

ser utilizado apenas para dimensionar o número de plantas por hectare, mas sim como primeira estratégia de controle de plantas daninhas. O espaçamento adequado, aliado a uma escolha acertada de espécies estruturantes, são decisões técnicas fundamentais para reduzir os custos de manutenção de plantios de restauração florestal.

Referências

CARVALHO, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do estado do Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1017-1023, 2010.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis-RJ. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.

DALLE LASTE, K. C. **Monitoramento de uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas na mata atlântica após 17 anos do plantio**. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FRANCO, A. A., DIAS, L. E., FARIA, S. M., CAMPELLO, E. F. C., SILVA, E. M. R. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológico. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 459-467, 1995.

FRANÇA JUNIOR, H. M. **Estabelecimento de espécies florestais nativas da Mata Atlântica plantadas em áreas degradadas no entorno da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Restauração florestal em diferentes espaçamentos. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Ed.). **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 120-156.

NASCIMENTO, D. F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos**. 2007. 60 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

RESENDE, A. S.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, N. M.; CHAER, G. M.; CAMPELLO, E. F. C.; LIMA, K. D. R.; CURCIO, G. R. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 71-92, 2013.

SCERVINO, R. P.; TOREZAN, J. M. D. Factors affecting the genesis of vegetation patches in anthropogenic pastures in the Atlantic forest domain in Brazil. **Plant Ecology & Diversity**, v. 8, n. 4, p. 475-482, 2015.

Uso de herbicidas na restauração florestal

Paulo Sérgio dos Santos Leles, Aroldo Ferreira Lopes Machado, Alessandro de Paula Silva e Flávio Augusto Monteiro dos Santos

Introdução

O uso de herbicidas é um método químico de controle de plantas daninhas. Tais substâncias passaram a ser pesquisadas no início do século XIX e desde então diferentes moléculas têm sido descobertas e comercializadas. Atualmente, as pesquisas visam obter fórmulas mais eficazes, que demandem menores doses de aplicação, provendo mais segurança para o homem e o ambiente.

O uso de herbicidas no controle de plantas daninhas normalmente melhora as condições de crescimento das plantas de interesse e reduz os custos de intervenção, fatos que explicam a adoção desse método em atividades agrícolas e florestais. Diante dessas afirmações, atualmente qual seria a grande barreira para a utilização desse método na restauração florestal? A possibilidade de contaminação ambiental? A legislação que proíbe o uso de tais substâncias? Poucos estudos para subsidiar seu uso na área florestal?

Alguns estudos procuram responder tais questionamentos, a fim de orientar o uso desses produtos na restauração florestal, seja na fase da implantação, seja na de manutenção, quando o controle químico pode ser associado a outros métodos.

A classe herbicida

Herbicidas são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de matar ou suprimir o crescimento de espécies-alvo (SILVA et al., 2009b). Estão

agrupados na classe dos agrotóxicos e todos os processos referentes a eles são normatizados pela Lei Federal 7.802, de 11 de julho de 1989 - Lei de Agrotóxicos (BRASIL, 1989), regulamentada pelo decreto 4.074/2002 (BRASIL, 2002).

Os agrotóxicos, por sua vez, são divididos em duas categorias: agrícolas e não agrícolas. Os de uso agrícola são destinados aos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e na formação de povoamentos florestais (principalmente *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.). Seus registros são concedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde e do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Os de uso não agrícola são destinados a áreas urbanas, estradas de rodagem, aceiros, florestas nativas etc. Seus registros são concedidos pelo MMA, via Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), atendidas as diretrizes e exigências do MAPA e do Ministério da Saúde. Nessa classe também se encontram os herbicidas de uso em ambientes urbanos e industriais, domiciliares, públicos ou coletivos e de uso em campanhas de saúde pública.

É importante enfatizar que o uso dos herbicidas tanto na agricultura como em atividades de restauração florestal devem obedecer preceitos técnicos, baseados nas condições do ambiente a ser trabalhado, como características do solo, estrutura da comunidade de plantas infestantes, condições ambientais, espécie(s) de interesse a ser favorecida etc. Somente após esse diagnóstico é possível chegar à correta recomendação do herbicida, evitando uma possível contaminação do ambiente.

Entre as características fundamentais para que o herbicida seja considerado eficaz estão baixa solubilidade, reduzida taxa de movimentação pela ação da água, baixo impacto sobre a fauna edáfica (SILVA et al., 2009b) e seletividade para as plantas utilizadas no reflorestamento (SILVA, 2014).

A recomendação técnica de utilização de herbicidas deve ser feita por profissional habilitado, por intermédio do receituário agrônomo, que somente pode ser expedido por engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal (dentro de suas respectivas áreas de habilitação), conforme resolução nº 344 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), de 27 de julho de 1990.

Os herbicidas podem ser classificados em grupos, com base em sua seletividade (seletivos ou não seletivos para determinada cultura), época de aplicação (pré- ou pós-emergente), translocação (de contato ou sistêmico) e

mecanismo de ação (SILVA et al., 2009b).

Na área de restauração florestal, herbicidas seletivos não são usuais, devido à falta de informação técnica sobre a seletividade das moléculas sobre as espécies utilizadas. Normalmente não recomenda-se os pré-emergentes, normalmente pelo fato do preparo do solo não incluir revolvimento e se restringir à abertura de covas ou de sulcos para o plantio. Em geral, a restauração florestal, opta, pelo uso de herbicida pós-emergente sistêmico de ação total.

Outras classificações podem ser encontradas quanto a mecanismo de ação, estrutura química, tipo de formulação, volatilidade, persistência no solo, potencial de lixiviação, toxicidade, classe toxicológica, solubilidade e polaridade ou formas de dissociação.

É importante conhecer essas classificações, principalmente as relacionadas ao mecanismo de ação dos herbicidas e à periculosidade ambiental, para que o controle de plantas daninhas seja eficiente. Compreender os mecanismos de ação de um herbicida é conhecer o primeiro passo biofísico ou bioquímico que o herbicida inibe no interior das células das plantas. Esta inibição pode ser suficiente para matar uma espécie que apresente suscetibilidade, mas normalmente outras reações químicas ou processos são necessários para eliminar uma planta. O somatório desses procedimentos é denominado “modo de ação”. De forma resumida, modo de ação é definido como o efeito final expresso na planta após a aplicação do herbicida (SILVA et al., 2009b).

Dos ingredientes ativos existentes, os mais utilizados na silvicultura são oxyfluorfen, sulfentrazone, carfentrazone-ethyl, isoxaflutole, imazapyr e glyphosate (SILVA, 2014). Destaque para o glyphosate, por exercer controle efetivo sobre a maioria das espécies tidas como daninhas na formação dos povoamentos florestais.

O N-fosfometil glicina (glyphosate) apresenta amplo espectro de controle sobre diferentes grupos de plantas. Portanto, é considerado um herbicida não seletivo, translocado na maioria dos grupos de plantas por via simplástica — das folhas para o sistema radicular. Logo, é um herbicida sistêmico. Além disso, por não apresentar atividade residual no solo, sendo rapidamente conjugado por colóides, é recomendado como herbicida pós-emergente (SILVA et al., 2009b).

O glyphosate pertence à classe dos herbicidas inibidores de EPSPs, ou seja, seu mecanismo de ação consiste na inibição da atividade da enzima enopiruvil-chiquimato-3 fosfato sintase, que participa da rota do ácido chiquímico (SILVA et al., 2009b). A inibição dessa enzima resulta em acentuada redução

dos níveis de aminoácidos aromáticos das plantas (fenilalanina, tirosina e triptofano), comprometendo sua sobrevivência (SANTOS et al., 2011). Por isso, é importante que sua aplicação seja realizada quando a planta infestante está fotossinteticamente ativa.

Comparadas a outros herbicidas, as formulações à base de glyphosate apresentam menor custo no mercado (SANTOS et al., 2011). Dados do Ibama (2013) apontam que esse é o ingrediente ativo mais comercializado no Brasil, dominando mais de 70% do mercado nacional de herbicidas.

A maioria das formulações à base de glyphosate são de classe III (Produto Perigoso) (IBAMA, 2013). No entanto, como sustenta Santos et al. (2011), os herbicidas à base de glyphosate apresentam baixa toxicidade a mamíferos e organismos aquáticos. Além disso, não são facilmente lixiviados, pois são rapidamente absorvidos pelas partículas do solo, reduzindo riscos de contaminação de águas subterrâneas (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002).

Em muitos casos, os efeitos indesejados do uso do glyphosate estão relacionados à sua ação fitotóxica à cultura de interesse, pois é um herbicida não seletivo. Trabalhos apontam que este tipo de produto tem ação fitotóxica sobre o eucalipto (SANTOS et al., 2011), a *Toona ciliata* (OLIVEIRA et al., 2008) e algumas espécies florestais utilizadas na restauração florestal (MONQUERO et al., 2011). Outros trabalhos indicam que espécies florestais nativas são bem tolerantes ao glyphosate (SILVA, 2014; PEREIRA et al., 2015). É importante salientar que a fitotoxicidade depende da dose de glyphosate aplicada.

Os efeitos da utilização de herbicidas em culturas agrícolas são bem conhecidos. Porém, ainda são poucas as pesquisas sobre espécies florestais nativas, o que dificulta recomendar com mais segurança seu uso no setor florestal.

Não há uma receita geral para a utilização de herbicidas. Na formação de povoamentos para restauração florestal, como em todas as atividades agrícolas, a seleção do herbicida mais adequado depende de uma avaliação global, que considere as características (densidade e estágio) da(s) espécie(s) a ser(em) controlada(s), principalmente no que tange a sua sensibilidade aos ingredientes ativos, as condições edafoclimáticas locais, os equipamentos disponíveis e os custos envolvidos.

Controle químico de plantas daninhas em restauração florestal

Em comparação a outros métodos de controle de plantas daninhas, o

método químico apresenta como vantagens a menor dependência de mão de obra (em termos de quantidade) e de clima, pois pode ser aplicado em períodos chuvosos.

Além de menores custos com manutenção do reflorestamento, outra vantagem da aplicação de herbicida é que a palhada formada sobre o solo pela dessecação e pela morte das plantas infestantes, além de protegê-lo dos agentes de processos erosivos e ajudá-lo a conservar umidade, impede e/ou retarda a germinação de sementes das plantas infestantes, oriundas do banco de sementes. Ao mesmo tempo, isso pode ser considerado uma desvantagem, se afetar negativamente o banco de sementes de plantas espontâneas desejáveis. Outro problema é o fato de a palhada seca (Figura 1) ser altamente inflamável, o que facilita a propagação do fogo e, conseqüentemente, a ocorrência de incêndio, principalmente em reflorestamentos que estão sendo formados em áreas próximas a estradas, áreas periurbanas e regiões onde há seca prolongada.

Entre as desvantagens do método químico está a necessidade de empre-



Figura 1. Material seco devido à ação da aplicação de glyphosate, em área de reflorestamento.

Foto: Paulo S. S. Leles

go de mão de obra treinada, para reduzir os riscos à saúde humana e aos ecossistemas decorrentes do manejo não adequado dessas substâncias (SILVA et al., 2009a). Segundo os mesmos autores, os riscos inerentes a este método de controle passam a ser melhor conhecidos, controlados e evitados a partir do entendimento da biologia das principais plantas daninhas infestantes na área, das formulações, tecnologias de aplicação, normas e especificações técnicas dessas substâncias, além do uso de mão de obra capacitada.

Na formação dos povoamentos para restauração florestal, a primeira aplicação de herbicida pode ser realizada no preparo do solo para o plantio ou após o plantio de mudas de espécies florestais. A primeira situação tem a vantagem de facilitar o coroamento onde serão abertos os berços de plantio, que inclusive pode ter diâmetro menor do que em locais onde não houve a aplicação de herbicida ou até mesmo dispensar esta atividade. Outra vantagem é que, com a redução ou a eliminação do coroamento com enxada, pode-se reduzir a erosão, aumentando a infiltração de água no solo. Na Figura 2 é possível constatar sinais de deslocamento superficial de solo onde houve capina, en-



quanto na área com herbicida o capim dessecado pelo produto protege o solo. **Figura 2.** Deslocamento superficial de solo com capina em faixa em comparação com aplicação de glyphosate na linha de plantio, em área de formação de reflorestamento.

Foto: Paulo S. S. Leles

A primeira aplicação de herbicida também pode ser feita de um a quatro meses após o plantio e tem a vantagem de eliminar a competição quando as plantas florestais começam a crescer. A desvantagem é a necessidade de cuidado para que o herbicida não atinja as plantas florestais, o que diminui o rendimento da operação.

A aplicação de herbicida pode ser feita em toda a área ou apenas nas linhas de plantio. Para adotar a melhor opção é preciso considerar o espaçamento do plantio. Por exemplo, em uma densidade de 2.000 covas de plantio por hectare, ou seja, um espaçamento de 2,5 m x 2,0 m, provavelmente é mais interessante a aplicação em área total. Se o espaçamento for de 3,2 m x 1,6 m, o mais indicado é a aplicação em faixas (largura de 1,2 m). Assim haverá maior rendimento da operação e menor gasto com a aplicação de herbicida.

Na Figura 3 observa-se uma área 20 dias após o plantio. Foi aplicado apenas nas linhas de plantio *Roundup* NA, 20 dias antes de coroamento, abertura das covas e plantio, adotando espaçamento de 3,2 m x 1,7 m. A dose utilizada foi de 1,2 litro por hectare. Ou seja, a foto mostra a dessecação da linha de plantio 40 dias após aplicação de glyphosate.

Outro fato importante a ser destacado é que o controle das formigas cortadeiras do gênero *Atta* (saúvas) também tem relação com o de plantas daninhas e o uso de herbicidas pode ser importante aliado. Esses insetos pre-



Figura 3. Visão geral de área que foi realizado aplicação de glyphosate em linha de plantio (A) e detalhe da linha 20 dias após o plantio (B).

Fotos: Paulo S. S. Leles

ferem construir seus ninhos em locais limpos. Assim, ao realizar o coroamento com enxada, o reflorestador torna o local propício para as tanajuras formarem seus ninhos. Essa questão é agravada pelo fato de que a época da revoada (normalmente em novembro, na região centro-sul do Brasil) normalmente coincide com a de preparo do solo e plantio. Se o herbicida for aplicado, o solo fica menos exposto, reduzindo a tendência das saúvas formarem seus ninhos ao lado das covas de plantio. Em torno de três meses após a revoada e construção dos ninhos, as formigas começam a forragear e podem causar prejuízos ao reflorestamento.

Espécies florestais nativas e sua tolerância ao uso de herbicidas

Observações de campo têm verificado que muitas espécies florestais são tolerantes a glyphosate. Entre os exemplos, estão plantas de *Cecropia hololeuca* Miq. (embaúba branca) em área de reforma de eucalipto e de *Machaerium aculeatum* Raddi. (jacarandá-bico-de-pato) em área de condução da regeneração natural (Figura 4), que evidenciam o potencial do herbicida na restauração florestal, seja na formação do povoamento, seja na condução da regeneração natural.

Alguns trabalhos têm observado a tolerância de espécies florestais nati-

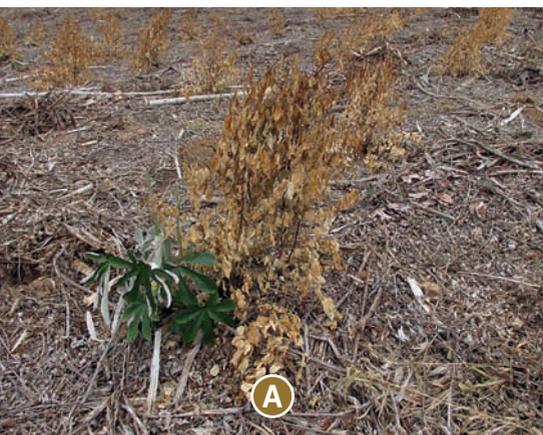


Figura 4. Tolerância de planta de *Cecropia hololeuca* (A) e de *Machaerium aculeatum* (B) em áreas onde foi aplicado glyphosate para, respectivamente, área de reforma de povoamento de eucalipto e área de condução da regeneração natural, com controle do *Urochloa brizantha* (braquiarião).

Fotos: Paulo S. S. Leles

vas a outros herbicidas pós-emergentes. Monquero et al. (2011), por exemplo, testaram a seletividade dos herbicidas imazapyr, sulfentrazone, metribuzin e glyphosate, em doses normais, sobre *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata*. Concluíram que o glyphosate foi o menos seletivo às espécies arbóreas. Ou seja, a maioria das espécies apresentou algum tipo de sintoma de toxicidade ao produto. As espécies estudadas diferiram em relação à tolerância aos herbicidas avaliados, sendo que, para *C. speciosa*, o imazapyr foi o herbicida mais seletivo; para *A. polyphylla* e *E. contortisiliquum*, o metribuzin, e para *L. divaricata*, somente o sulfentrazone foi seletivo.

Brancalion et al. (2009) mostraram que os herbicidas à base de sethoxydim, isoxaflutol e bentazon apresentam seletividade e têm grande potencial de utilização na restauração florestal, uma vez que a maioria das 22 espécies nativas arbóreas testadas mostrou-se tolerante a estes compostos. Yamashita et al. (2009) avaliaram os efeitos da aplicação direta de doses de glyphosate e 2,4-D, isolados ou em mistura, sobre plantas de *Schizolobium amazonicum* e *Ceiba pentandra* e constataram que a aplicação de glyphosate em doses acima de 180 g ha⁻¹ isolados ou em mistura com 2,4-D reduz o crescimento de ambas as espécies. Silva (2014) avaliou a tolerância de 14 espécies florestais nativas da Mata Atlântica à ação dos herbicidas mesotrione (0,4 L ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (1,0 L ha⁻¹), setoxidim (1,25 L ha⁻¹), quizalofop-p-ethyl (2,0 L ha⁻¹) e nicosulfuron (1,5 L ha⁻¹) em aplicação dirigida às plantas, cultivadas em baldes de 10 litros. O autor observou que somente mesotrione ocasionou pequena fitotoxicidade nas primeiras semanas após a aplicação. Entretanto, segundo o autor, as plantas foram capazes de se recuperar, indicando que as espécies avaliadas são tolerantes aos cinco herbicidas pós-emergentes testados. Os resultados das pesquisas mostram que a seletividade aos herbicidas depende principalmente do herbicida e da dose aplicada.

Uma das preocupações ao aplicar herbicida é a possibilidade de injúrias ou morte das espécies florestais pela ação da deriva, decorrente de ineficiente treinamento do(s) operador(es) e/ou aplicação em momentos de ventos intensos. Neste sentido, pesquisas têm sido realizadas para estudar a tolerância das espécies nativas à deriva de herbicidas. Pereira et al. (2015), estudando os efeitos fitotóxicos de diferentes doses de glyphosate sobre mudas de *Psidium cattleianum*, *Citharexylum myrianthum* e *Cedrela odorata*, observaram que nenhuma das doses testadas intoxicou essas espécies. A principal constatação dos autores foi que doses de 30 g ha⁻¹ e 60 g ha⁻¹, aplicadas sobre as mudas,

contribuíram de forma significativa para um maior crescimento médio de altura e de diâmetro de *C. myrianthum* e para o aumento da produção de massa seca de *P. cattleyanum*, 90 dias após aplicação do herbicida.

Silva (2014), comparando a simulação de intensidade de deriva de 32% do volume de calda usando glyphosate, em quatro espécies florestais da flora brasileira e em plantas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, observou tolerância diferenciada entre as espécies, aos 21 dias após aplicação, conforme evidenciado na Figura 5. *Peltophorum dubium* e *Pseudobombax grandiflorum* não apresentaram sintomas de intoxicação pelo herbicida, *Tabebuia avellanedae* apresentou fitotoxidez classificada como leve e *Cydistax antisiphilitica* como moderada. O autor constatou que, 56 dias após a aplicação, as plantas das quatro espécies florestais nativas não apresentavam sintomas de fitotoxidez e que o incremento médio em altura e em diâmetro ao nível do solo, avaliado antes da aplicação e nesta idade, não apresentou diferença em relação àquelas que não receberam aplicação de glyphosate, evidenciando a tolerância destas espécies a esta dose de herbicida. Verificou-se também que as plantas de eu-



calipto foram mais sensíveis ao glyphosate que as espécies florestais nativas. **Figura 5.** Sintomas de fitotoxicidade de plantas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, *Tabebuia avellanedae*, *Cydistax antisiphilitica*, *Peltophorum dubium* e *Pseudobombax grandiflorum* (da esquerda para direita), quando submetidas a aplicação de glyphosate, na dose de 1,28 L ha⁻¹ da formulação comercial Roundup, 21 dias após aplicação.

Eficiência e custos do uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em restauração florestal

Diversos trabalhos demonstram a alta eficiência do método químico no controle de plantas daninhas em áreas visando à restauração florestal.

Martins (2011) avaliou a percentagem de cobertura do solo e a altura de *Urochloa decumbens* (capim braquiária) sob diferentes estratégias de controle desta espécie. O autor concluiu que os tratamentos baseados na integração de métodos químicos (aplicação de glyphosate) e coberturas verdes (feijão de porco e feijão guandu em apenas um ciclo) reduziram a porcentagem de cobertura do solo pelo capim braquiária enquanto as plantas de cobertura estavam presentes. O tratamento apenas com herbicida resultou em menor cobertura do solo pela braquiária ao longo de todo o experimento. Este tratamento também proporcionou plantas com maior área de copa.

César et al. (2013) testaram cinco estratégias de controle de capim braquiária: aplicação de glyphosate na implantação e no pós-plantio; aplicação de glyphosate na implantação e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; aplicação de glyphosate na implantação e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio; roçada da braquiária e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; e roçada da braquiária e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio. Quatro meses após a caracterização dos tratamentos, as unidades experimentais que receberam a roçada apresentavam maior cobertura por gramíneas do que aquelas que haviam recebido glyphosate. Após este período, as unidades receberam a primeira manutenção, com aplicação de herbicida no primeiro tratamento e nos demais, apenas roçada. Nove meses após o plantio das mudas florestais, as unidades experimentais que receberam controle químico na implantação e na manutenção apresentaram crescimento em diâmetro de copa significativamente superior, demonstrando que este método é mais eficiente do que a roçada. O manejo adotado neste trabalho impediu que as plantas de cobertura fossem mantidas na área por mais tempo, o que poderia beneficiar as espécies florestais com a redução da infestação das gramíneas bem como com os efeitos da adubação verde, o que pode ser visto como uma alternativa capaz de alcançar os efeitos do controle químico.

Santos (2016) estudou o crescimento de dez espécies florestais normal-

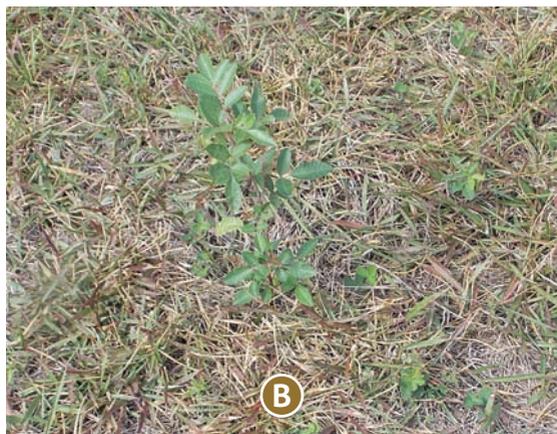
mente utilizadas em restauração florestal, comparando o tratamento com uso de glyphosate (dose de 3 litros/ha *Roundup* NA) à testemunha, que consistiu em roçada da entrelinha e capina na faixa (espaçamento 3,2 x 1,7 m) para controle de *Urochloa* spp., na região de Bom Jardim, RJ. O estudo foi conduzido por 30 meses após o plantio. Antes do plantio das mudas (novembro), a área foi roçada e recebeu coroamento com diâmetro de 80 cm. A primeira aplicação de herbicida aconteceu 80 dias após o plantio. Na testemunha, a primeira intervenção ocorreu aos 100 dias. As avaliações de crescimento foram realizadas semestralmente. O autor constatou que, seis meses após o plantio, nas unidades experimentais que foi aplicado glyphosate, as plantas florestais, em média, apresentaram crescimento em altura significativamente superior, em comparação com o controle mecânico. Na última avaliação, a cobertura de copa média das parcelas nas quais foi realizado controle com duas aplicações de herbicida foi de 97,5%. Na testemunha, após seis intervenções, este valor foi de apenas 61,3%. Outra informação relevante é que no tratamento com herbicida, a partir de 18 meses após o plantio, não houve necessidade de maiores intervenções na área, apenas a retirada de braquiária, de forma esparsa (pequenas touceiras). Na testemunha, 30 meses após o plantio ainda havia necessidade de intervenção. Constatou-se que as plantas das unidades experimentais de controle da braquiária com glyphosate apresentaram, em média, crescimento (altura, diâmetro ao nível do solo e cobertura de copa) 60% superior às plantas com controle mecânico.

O mesmo autor também calculou os custos médios de controle das plantas daninhas. O tratamento com aplicação de *Roundup* NA custou R\$ 2.675,00 por hectare, e o tratamento tradicional, R\$ 7.245,00. Assim, fica evidente que o método químico é mais uma ferramenta na elaboração de estratégias eficazes de controle das plantas daninhas em áreas destinadas à restauração florestal, repercutindo diretamente na redução dos custos.

Em áreas já implantadas, tendo como base os resultados obtidos na área agrônômica, outra opção de tratamento à base de herbicida é a inibição da Acetil-Coenzima A carboxilase (ACCase). Os herbicidas pertencentes a esse mecanismo de ação são conhecidos como graminicidas, por controlarem espécies monocotiledôneas. Dessa forma, para controle do capim braquiária, a utilização desta classe de herbicida é promissora.

Na Figura 6, em área com predomínio de *Urochloa humidicola*, verifica-se o controle exercido pelo herbicida e a seletividade para as espécies arbóreas após a aplicação de fluzifop-p-ethyl (SILVA, 2014). Tais características ga-

nham destaque principalmente quando se considera que no controle de plantas daninhas em áreas a serem restauradas o método mais empregado é o mecânico, por meio de roçadas nas entrelinhas e coroamento manual em torno da planta florestal. A roçada corta a planta daninha, mas também espécies regenerantes. O corte da braquiária faz com que, após a sua decomposição, o solo receba mais nutrientes. Isso gera ainda maior vigor na sua rebrota, que só é limitada quando as espécies florestais sombreiam a área. Já quando se aplica graminicidas, o controle do capim braquiária e de outras espécies da família Poaceae é realizado, preservando as dicotiledôneas regenerantes e



favorecendo o aumento da diversidade de espécies da área, pela supressão da matriz dominante.

Figura 6. Tolerância de plantas de *Ceiba speciosa* (A) e de *Schinus terebinthifolius* (B), e área com predo-

mínio de espécies dicotiledôneas espontâneas, em área onde foi aplicado fluazifop-p-butyl (250 g ha^{-1}) para controle de *Urochloa humidicola*, 26 dias após aplicação.

Fotos: Alessandro P. Silva

O uso de herbicidas e o processo de sucessão ecológica

Após a aplicação do herbicida glyphosate, ocorre a dessecação das gramináceas. Tempo depois, as plantas herbáceas retornam, mas com predominância das dicotiledôneas, que têm menor potencial de se tornarem daninhas para as espécies florestais do que as gramináceas. As Figuras 3B e 7 ilustram

esse quadro na formação de povoamento em espaçamento de 3,2 m x 1,7 m, onde foi aplicado *Roundup* NA apenas nas linhas (1,2 m de largura) antes de plantio. A Figura 3B mostra a situação 40 dias após aplicação de glyphosate. A Figura 7, fotografada 43 dias após a imagem apresentada na Figura 3B, mostra que as plantas herbáceas retornaram após a aplicação do herbicida, com destaque para a presença de dicotiledôneas.

A seletividade de herbicidas é uma ferramenta que pode ser utilizada para minimizar um dos problemas encontrados em muitas unidades de conservação do sudeste do Brasil. Nas suas bordas estão presentes plantas do



Figura 7. Área com *Urochloa* spp. onde foi aplicado *Roundup* NA na linha de plantio 83 dias antes para formação de povoamento para restauração florestal, em Bom Jardim, RJ. Na linha de plantio há reinfestação por plantas herbáceas, com presença de dicotiledôneas, e entre as linhas (onde não foi aplicado *roundup*), presença da braquiária em crescimento.

Foto: Paulo S. S. Leles

gênero *Urochloa*, que dificultam o estabelecimento e o crescimento das espécies florestais. Observações de campo e dados de pesquisas permitem inferir que uma das possibilidades de expansão dos fragmentos florestais das unidades de conservação seria o uso de glyphosate para auxiliar no controle das braquiárias e na condução da regeneração natural, permitindo a expansão das capoeiras, formadas basicamente por espécies em estágio inicial de sucessão. No entanto, essa alternativa precisa ser observada num contexto mais amplo.

Os possíveis efeitos negativos da aplicação de herbicidas na formação de povoamentos para restauração florestal dependem de fatores como tipo de herbicida utilizado, dose, intensidade e modo de aplicação, além de textura e teor de matéria orgânica no solo. Ainda são poucos os estudos sobre efeitos de herbicidas nos organismos do solo nos reflorestamentos de restauração.

Em estudo com aplicação dos herbicidas mesotrione (Callisto, 0,4 L ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (Fusilade, 1,0 L ha⁻¹) e nicosulfuron (Sanson, 1,5 L ha⁻¹) para controle de *Urochloa humidicola* em área de restauração florestal, com duas aplicações (junho e outubro de 2014), Scoriza et al. (2015) observaram que estes herbicidas não impactaram negativamente a fauna de invertebrados do solo.

Considerações finais

O uso de herbicidas é ferramenta importante no controle de plantas daninhas na formação de povoamentos para restauração florestal. Em alguns casos, deve ser conjugado com outros métodos, estando inserido no contexto do manejo integrado de plantas daninhas.

Pelas experiências adquiridas até o momento, é possível inferir que o uso de herbicida de maneira correta é técnica, social e ambientalmente mais indicada que o método tradicional de roçada e coroamento para formação dos povoamentos visando a restauração florestal, por mais contraditória que essa afirmação possa parecer. Tecnicamente, por contribuir para um maior crescimento das espécies florestais e menor tempo de formação dos povoamentos, diminuindo, portanto, os custos. Socialmente, por exigir menos esforço físico dos funcionários de campo. Ambientalmente, por permitir que outras espécies de herbáceas, principalmente as dicotiledôneas, estabeleçam-se na área, fato que normalmente é inviabilizado por roçadas e coroamentos constantes.

Dependendo da qualidade do sítio, seria necessário controlar as plantas daninhas em torno de dois anos após o plantio, demandando somente de duas a quatro aplicações de herbicidas pós-emergentes. A partir desse tempo e da taxa de crescimento das espécies florestais e a presença de espécies herbáceas di-

cotiledôneas, espera-se que o sombreamento exercido pelas plantas florestais limite a ocorrência de plantas daninhas. Isso é muito menos do que se usa em um único ano agrícola, com a vantagem de que, a partir daí, não se faz necessário nenhuma aplicação uma vez que o povoamento florestal estará formado.

Referências

AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; RODRIGUES, R. R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 12 jul. 1989. p. 11459.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União**, 8 jan. 2002. p. 1.

CÉSAR, R. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; ALVES, M. C. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter-row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 268-273, 2013.

IBAMA. **Boletim de comercialização de Agrotóxicos e afins - Histórico de vendas - 2000 a 2012**. Brasília, DF, 2013. 89 p.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba.

MONQUERO, P. A.; PENHA, A. S.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (malvaceae). **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, N. de F.; FASSIO, P. de O. Avaliação de fitotoxicidade de herbicidas ao cedro australiano. In: JORNADA CIENTÍFICA, 1.; FIPA DO CEFET BAMBUÍ, 6., 2008, Bambuí. **Anais... Bambuí**: [s.n.], 2008. 1 CD ROM.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 326-332, 2015.

SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa* spp.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, B. F. S. A. Glyphosate em eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida sobre a cultura. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Org.). **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2011. p. 38-64.

SCORIZA, F. N.; SILVA, A. P.; CORREIA, M. E. F.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S. Efeito de herbicidas sobre a biota de invertebrados do solo em área de restauração florestal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 39, p. 1576-1584, 2015.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Vicoso, MG: Ed. da UFV, 2009a. p. 63-81.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Herbicidas: classificação e mecanismos de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Vicoso, MG: Ed. da UFV, 2009a. p. 42-62.

SILVA, A. P. **Fitotoxicidez e crescimento de espécies florestais nativas submetidas à aplicação de herbicidas**. 2014. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 359-366, 2009.

Plantas companheiras para controle de plantas daninhas na restauração florestal

Paulo Sérgio dos Santos Leles, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Flávio Augusto Monteiro dos Santos e Daniel Ferreira do Nascimento

Introdução

Entre as alternativas para controlar plantas daninhas está o uso de plantas companheiras, espécies que se beneficiam mutuamente quando compartilham um ambiente (INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2015). Entre os benefícios desta associação está a cobertura do solo pelas companheiras, que dificulta a germinação e o crescimento das plantas espontâneas com potencial de se tornarem daninhas. Outros possíveis benefícios são a melhoria da fertilidade e da estrutura do solo, além do controle de pragas devido à preferência alimentar e atração de inimigos naturais. É importante destacar que na escolha das plantas companheiras devem-se evitar espécies que apresentem elevada competitividade com o povoamento florestal que está sendo formado ou que possam se tornar invasoras. Da mesma forma, a escolha do espaçamento das mudas florestais, a densidade de plantio, a época de semeadura e a forma de manejo das plantas companheiras são decisivas para o sucesso do consórcio.

Entre possíveis plantas companheiras, encontram-se leguminosas herbáceas e/ou arbustivas, conhecidas como adubos verdes, e consórcio com culturas agrícolas e/ou espécies florestais de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*.

Uso de leguminosas herbáceas e arbustivas

O emprego de espécies de leguminosas herbáceas e arbustivas para controlar plantas daninhas vem sendo estudado como ferramenta a ser adotada em conjunto com outras técnicas na formação de povoamentos para restauração florestal. Esta prática fundamenta-se no cultivo de espécies que apresentam vantagens competitivas em relação às plantas infestantes locais, reduzindo sua população, ajudando a recuperação dos solos e beneficiando, em última instância, as plantas das espécies florestais (ISERNHAGEN et al., 2014). A sua eficiência no controle das plantas daninhas está relacionada a efeitos físicos, biológicos e possivelmente químicos resultantes do consórcio no ambiente.

Quanto ao efeito físico, a biomassa produzida por estas leguminosas pode dificultar a chegada de luz na superfície do solo e, em consequência, a germinação e o crescimento das plantas infestantes (MONQUERO et al., 2009), pois a maior parte das plantas espontâneas encontradas em áreas de formação de reflorestamento são fotoblásticas positivas. Quanto mais rápidos a germinação e o crescimento das leguminosas, mais eficiente será o efeito físico de controle de plantas daninhas.

Os efeitos biológicos estão relacionados à influência das leguminosas na instalação de uma densa e diversificada comunidade biológica no solo, que inviabilizaria sementes de plantas daninhas (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Uma das maiores vantagens das leguminosas é proporcionar adubação verde, que, segundo Espíndola et al. (1997), está relacionada à sua capacidade de associação com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, tornando-as eficientes fixadoras do nitrogênio atmosférico, elemento normalmente limitante nos solos tropicais. Quando as leguminosas são roçadas, é aportado material orgânico ao solo, o que favorece a liberação de nutrientes para o sistema (WUTKE et al., 2014), com potencial de contribuição para a maioria das espécies florestais utilizadas na restauração.

Outro efeito importante é sobre a diversidade e a quantidade de microrganismos no solo. Segundo Monquero et al. (2009), citando Pitelli e Durigan (2001), “os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo”. Este trabalho menciona também que a cobertura morta (após roçada ou senescência das leguminosas) pode criar abrigo para pequenos animais predadores de sementes e plântulas de espécies espontâneas capazes de se tornarem daninhas.

Outro efeito biológico refere-se ao controle de pragas. Observações de campo mostram que formigas cortadeiras do gênero *Atta* preferem espécies como *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) e *Mucuna deeringiana* (mucuna-anã) para forrageamento à maior parte das espécies florestais utilizadas para restauração florestal na região sudeste do Brasil. A Figura 1 mostra uma área seis meses após plantio das mudas florestais onde formigas da espécie *Atta laevigata* (Fr. Smith, 1858) cortam preferencialmente plantas de mucuna-anã, em detrimento das espécies florestais.



Figura 1. Área de reflorestamento, seis meses após o plantio, em consórcio com crotalária juncea e mucuna-anã (A) e detalhe de corte das plantas de mucuna-anã pelas formigas cortadeiras (B), no município de Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

Em relação ao efeito químico, pode ocorrer um efeito alelopático das plantas companheiras sobre a comunidade de plantas daninhas. Plantas com potencial alelopático, segundo Silva et al. (2009), atuam no ambiente liberando substâncias por volatilização, por lixiviação, pela exsudação de substâncias pelas raízes e ainda pela decomposição de partes da planta que inibem o crescimento de outras espécies. Em revisão sobre o assunto, não foram encontrados relatos conclusivos de efeitos alelopáticos de leguminosas herbáceas ou arbustivas no controle de plantas daninhas, inclusive pela dificuldade de se isolar esses efeitos dos demais fatores de interferência.

A seleção das espécies de adubos verdes vai influenciar a eficácia do controle das plantas daninhas, sendo que o hábito, a velocidade de germinação e o crescimento são características importantes para fundamentar essa escolha (KLIOWER, 2015). Outro fator importante é a época de semeadura.

Várias espécies usadas na adubação verde são sensíveis ao fotoperíodo (ESPÍNDOLA et al., 1997) e, quando há redução deste (dias mais curtos), tendem a crescer menos e iniciar mais cedo o ciclo reprodutivo. Ou seja, as épocas mais indicadas para a semeadura dos adubos verdes, na região centro-sul do Brasil, são a primavera e o verão, quando as plantas apresentarão maior taxa de crescimento.

Entre as plantas mais utilizadas na adubação verde para controle de plantas daninhas em restauração florestal estão o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), as crotalárias (*Crotalaria* sp), o feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), a mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.) e o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), que não é leguminosa e sim uma Poaceae. Devem-se evitar espécies potencialmente invasoras e as que têm hábito de crescimento escandente (as trepadeiras), como mucuna preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland) e pueraria (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.), para que não usem as plantas florestais como suporte e prejudiquem seu crescimento.

A forma de preparo da área e os cuidados de cultivo, como o momento de semear as espécies de adubos verdes, devem fazer parte do planejamento das ações de restauração florestal. O preparo do solo para a semeadura das leguminosas pode ser mecanizado (aração e gradagem) ou manual, com abertura de covas ou sulcos. Primeiro, a área deve ser limpa, pois não recomenda-se esta operação em área “suja”, que dificulta a germinação das sementes, e as espécies herbáceas que já existem “sufocam” as leguminosas e dificultam seu crescimento. A limpeza pode ser feita por capina em área total ou com aplicação de herbicidas. A capina é mais dispendiosa e expõe o solo, aumentando as possibilidades de processos erosivos.

Em locais onde a mecanização é possível (terrenos planos ou suavemente ondulados), prepara-se o solo com aração e gradagem, plantando mudas das espécies florestais na mesma época em que semeiam-se espécie(s) de adubação verde em sulcos. Em áreas cobertas por capim colônio ou braquiária deve-se tomar cuidado com este tipo de preparo do solo, pois pode-se promover uma rebrota mais vigorosa das gramíneas, naturalmente agressivas, dificultando o crescimento inicial das plantas de adubos verdes. Neste caso, antes de preparar o solo, deve-se aplicar herbicida e esperar de 30 a 40 dias para fazer pequenos sulcos (sementes menores plantadas em profundidade de 3 cm a 6 cm e as maiores, de 5 cm a 10 cm) e semear as leguminosas. A semeadura também pode ser realizada em pequenas covas.

Quando se capina para implantar espécies de adubos verdes, entre 30 a 40 dias após a semeadura, há necessidade de fazer nova capina manual, pois as plantas herbáceas que existiam no local rebrotam (Figura 1A). Ao utilizar herbicida pós-emergente, esta intervenção normalmente não é necessária.

A Figura 2 destaca o reflorestamento em formação (50 dias após o plantio), onde foi aplicado glyphosate em área de capim colômbio e 60 dias após realizado o plantio das mudas florestais e semeados feijão-de-porco e feijão-guandu. O espaçamento das espécies florestais, neste caso, é 2,0 m x 1,8 m, sendo que entre as linhas destas foi feita semeadura de uma fileira de feijão-de-porco, uma fileira de feijão-guandu e outra fileira de feijão-de-porco. É importante manter distância de 1,0 metro do feijão-guandu das espécies florestais, para que esta espécie herbácea não tenha efeito de excesso de sombra sobre as florestais. Observa-se pela Figura 2 que em torno de 100 dias após aplicação de glyphosate, houve necessidade de capina rápida para retirar algumas plantas de capim colômbio.



Figura 2. Área de reflorestamento em formação onde foi aplicado glyphosate e, após dessecação do capim, plantio das espécies florestais e semeadura de feijão-de-porco em fileiras alternadas com feijão-guandu, em Seropédica, RJ.

Foto: Paulo S. S. Leles

Ao longo da formação do povoamento de restauração florestal é possível utilizar uma ou mais sementeiras, a depender da espécie que será utilizada, pois algumas têm ciclo curto (três a quatro meses) e outras são semiperenes. A primeira sementeira pode ser feita antes, durante ou depois do plantio das espécies florestais. Se realizada após o plantio das espécies florestais, prepara-se o solo normalmente para as mudas florestais e, na primeira intervenção após o plantio, semeiam-se as sementes de adubação verde. Sugere-se realizar a sementeira ao mesmo tempo que o plantio das mudas das espécies florestais ou por ocasião da necessidade da primeira manutenção, e não antes do plantio das florestais.

É importante que as leguminosas não exerçam competição com as espécies florestais. Por isso, não devem ser semeadas ao lado destas e sim a uma distância mínima de 40 cm. Sugere-se a sementeira de duas espécies de leguminosas, por exemplo, feijão-de-porco e feijão-guandu, pois possuem portes diferentes. Elas devem estar em linhas alternadas, distanciadas 40 a 50 cm entre si. O feijão-de-porco possui porte herbáceo, a germinação das sementes e o crescimento inicial das plantas é mais rápido do que o feijão-guandu, resultando em efeito inicial mais expressivo sobre as plantas daninhas. Quando o feijão-de-porco está senescendo (de 120 a 150 dias após a sementeira), as plantas de feijão-guandu já estão crescidas e continuarão proporcionando o efeito de sombreamento da entrelinha por até três anos, já que possuem porte arbustivo e podem ser manejadas em regime de podas anuais, visando a revigorar sua copa.

A densidade de sementeira costuma ser de cinco sementes por metro linear para o feijão-de-porco e de 12 sementes por metro linear para o feijão-guandu. Por exemplo, num espaçamento de plantio de mudas florestais de 3 m x 2 m, recomenda-se semear leguminosas em cinco fileiras de linhas alternadas, distanciadas 0,5 m entre si. É importante que as fileiras próximas às mudas florestais sejam de feijão-de-porco e que as plantas de feijão-guandu estejam a pelo menos 1,0 metro das espécies florestais para não lhes proporcionarem excesso de sombra. Quando as plantas de feijão-de-porco começarem a florescer, faz-se sua roçada e deixa-se o material na superfície do solo. O feijão-guandu permanece na área e quando começar a florescer, é podado a aproximadamente 80 cm da superfície do solo.

Outra opção de arranjo de leguminosas é a sementeira das duas espécies na mesma linha de plantio. Esta alternativa tem a vantagem de simplificar a sementeira e a desvantagem de dificultar a roçada do feijão-de-porco antes

da floração, devido aos diferentes hábitos de crescimento das espécies. Além disso, não há como regular a semeadura mecanizada ou por matraca, dada a diferença de tamanho entre as sementes das duas espécies.

Um possível entrave ao uso de leguminosas herbáceas para restauração florestal é a obtenção de sementes. Esta dificuldade, porém, é facilmente superada. Existem empresas especializadas na venda, mas o agricultor pode produzi-las. Uma espécie relativamente fácil de ser encontrada é o feijão-guandu, que existe em várias propriedades rurais, por ser utilizado também na alimentação humana. O agricultor ou a empresa podem destinar uma área para produzir sementes, uma vez que em geral são rústicas e de fácil cultivo, colheita e beneficiamento. O armazenamento deve ser em câmara fria e, na ausência desta, em geladeira comum, por período inferior a um ano.

Três trabalhos desenvolvidos na região serrana do estado do Rio de Janeiro, envolvendo métodos de controle de braquiária, com predomínio de *Urochloa brizantha marandu* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster, utilizaram espécies leguminosas herbáceas e/ou arbustivas para controle de plantas daninhas.

Oliveira (2010) utilizou, em sequência, mucuna-anã, crotalária juncea e feijão-guandu nas linhas e entrelinhas da formação de povoamento florestal (espaçamento de 2 m x 2 m) após controle inicial por capina manual. O autor avaliou o crescimento de oito espécies florestais e o custo das atividades executadas quando comparadas a roçada nas entrelinhas e coroamentos em torno das plantas florestais. Constatou que, 18 meses após o plantio das mudas florestais, todas as espécies arbóreas apresentavam crescimento significativamente superior em altura e diâmetro ao nível do solo quando o controle da braquiária foi realizado em consórcio com as leguminosas de cobertura. O tratamento com uso sequencial das leguminosas herbáceas apresentou custo de controle da braquiária de R\$ 13.500,00 por hectare e a testemunha, de R\$ 7.700,00 por hectare. Até os 18 meses, o reflorestamento que utilizou leguminosas de cobertura estava praticamente formado, enquanto o tratamento de controle de braquiária com roçada e coroamento ainda necessitava de manutenções. O autor concluiu que o consórcio com leguminosas é uma potencial ferramenta para controle de braquiária em reflorestamento, mas necessita de aprimoramentos para diminuir os custos.

Santos (2013) testou o consórcio de leguminosas herbáceas e arbustivas na sequência crotalária juncea, mucuna-anã e, por último, feijão preto e feijão-guandu (podado 15 meses após a semeadura), comparando-o ao tratamento testemunha (roçada nas entrelinhas e coroamento em torno das plantas, sem-

pre que necessário). Outros dois tratamentos fizeram parte do experimento: controle de plantas daninhas em faixa (roçada nas entrelinhas e capina em faixa de 1,2 m de largura) e capina em área total. A matriz predominante era de *Urochloa brizantha*. O espaçamento de plantio das espécies arbóreas foi 2 m x 2 m. Na comparação com o tratamento testemunha, o autor constatou que, 12 meses após o plantio das mudas, as sete espécies florestais apresentaram altura significativamente superior onde foi realizado o consórcio com leguminosas.

Uma observação importante desse estudo é que a área onde estava alocado o experimento foi roçada 15 meses após o plantio e um mês depois sofreu incêndio. No entanto, a baixa presença de plantas daninhas acarretou em pouca disponibilidade de material combustível nas parcelas com presença de leguminosas de cobertura. Isto preservou as plantas arbóreas dos efeitos do incêndio.

O mesmo trabalho verificou que, comparado ao local onde houve capina em faixa, trinta meses após o plantio, as sete espécies florestais estudadas apresentaram médias de altura e de diâmetro ao nível do solo significativamente superiores nas unidades experimentais onde houve consórcio com leguminosas.

Em relação às que receberam capina em área total, os resultados foram semelhantes. Isto sugere uma eficiência similar entre as duas técnicas, mas é importante lembrar que o uso de leguminosas de cobertura pode trazer outros benefícios ao ambiente.

A relação custo-benefício é fundamental para a tomada de decisão sobre qual técnica adotar. A Tabela 1 mostra que os custos da capina em área total foram os mais altos. Outra informação importante é que, com uso de leguminosas entre quinze e trinta meses após o plantio, praticamente não houve custos de manutenção (apenas com a poda do feijão-guandu). Esse método, portanto, evidencia ser possível controlar a braquiária antes dos 18 meses de idade do povoamento. A aquisição de sementes de espécies leguminosas utilizadas no consórcio representou menos de 10% dos custos de manutenção (SANTOS, 2013). Neste experimento, o cultivo do feijão preto produziu aproximadamente 3,3 sacas por hectare.

Tabela 1. Custos (R\$/ha) de manutenção das diferentes formas de controle de braquiária até 15 e 30 meses após o plantio e número de intervenções.

Tratamento de controle de <i>Urochloa</i> spp.	Custos (R\$/ha)		Nº de intervenções até 30 meses
	Até 15 meses	Até 30 meses	
Capina em área total	15.000,00	18.750,00	5
Coroamento e roçada	6.187,50	-*	3*
Capina em faixas	7.906,25	11.406,25	5
Consórcio com leguminosas	12.388,75	12.857,50	8

* Devido ao efeito de incêndio aos 15 meses na área, essa atividade não foi realizada.

Em outro trabalho, Santos (2016) testou o efeito de cultivo de leguminosas em plantio sequencial de crotalária juncea, feijão-de-porco e feijão-guandu no crescimento de dez espécies florestais, em comparação a um tratamento de controle de braquiária com duas aplicações de glyphosate e ao tratamento testemunha, com roçada na entrelinha e capina em faixa. O espaçamento das espécies florestais foi de 3,2 m x 1,7 m. A primeira intervenção de controle da braquiária foi realizada dois meses após o plantio das espécies florestais. Para cultivo das leguminosas, fez-se a capina em área total, abertura de pequenas covas e semeadura da crotalária. Os resultados mostraram que quatro meses após a primeira aplicação dos tratamentos, as plantas arbóreas (seis meses após o plantio) do consórcio apresentavam altura significativamente superior às do tratamento controle. Estas diferenças permaneceram até a última avaliação, 30 meses após o plantio (Tabela 2).

Tabela 2. Crescimento de dez espécies florestais 30 meses após o plantio, submetidas a três tratamentos de controle de *Urochloa* spp., em área de formação de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ.

Espécie florestal	Altura (m)			Diâmetro a 5 cm do solo (cm)		
	Legum	Glyph.	Testem.	Legum.	Glyph.	Testem.
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	4,0 a	3,7 a	2,7 b	6,4 a	6,4 a	3,6 b
<i>Senna multijuga</i> L.C. Rich.) H.S. Irwin & Barneby	3,9 a	3,7 a	2,1 b	10,3 a	10,5 a	4,5 b
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	3,2 ab	3,5 a	2,7 b	7,2 c	9,2 a	8,4 b
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	3,6 a	3,6 a	1,7 b	3,0 a	2,6 a	1,4 b
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	5,2 a	4,6 a	1,8 b	12,6 a	11,2 a	5,0 b
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	2,2 a	1,5 b	1,0 b	4,7 a	3,2 b	2,0 c
<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	2,9 a	1,8 b	1,6 b	5,8 a	3,6 b	2,8 b
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1,8 a	1,2 b	1,2 b	4,1 a	2,6 b	2,6 b
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	2,8 a	3,0 a	1,9 b	7,0 a	6,9 a	5,3 a
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr. Cogn.)	2,8 a	2,6 a	2,0 b	3,2 a	3,0 a	2,3 b
Média	3,2 a	2,9 a	1,8 b	7,5 a	6,9 a	4,4 b

Legum. = consórcio das espécies florestais em sequência com crotalária juncea, feijão-de-porco e feijão-guandu; Glyph. = capina em faixa com 1,2 metro de largura nas linhas de plantio e aplicação de glyphosate na dose de 1,44 kg ha⁻¹ e.a. (formulação de sal de isopropilamina de glifosato 480 g L⁻¹) nas entrelinhas aos dois e 13 meses após o plantio das espécies florestais; Testem. = cinco capinas em faixa com 1,2 metro de largura nas linhas de plantio e sete roçadas nas entrelinhas, ao longo de 30 meses. Para cada característica, médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estaticamente, pelo teste de Tukey (P ≥ 0,95).

A Tabela 2 mostra que o crescimento das espécies arbóreas, exceto *E. contortisiliquum*, em consórcio com leguminosas foi praticamente o dobro das unidades experimentais nas quais o controle foi realizado por roçada e capina em faixa (testemunha), o que evidencia os benefícios do consórcio para a formação do reflorestamento. Comparando o consórcio com a aplicação de glyphosate, observa-se que, em média, o crescimento das plantas florestais foi semelhante, mas em três espécies (*C. trichotoma*, *C. myrianthum* e *G. guidonia*) houve diferenças significativas a favor do consórcio.

Nesta última avaliação, as unidades experimentais de consórcio apresentaram grau de cobertura médio três vezes superior ao da testemunha, evidenciando que o próprio sombreamento proporcionado pela copa das plantas arbóreas foi suficiente para inibir o crescimento do capim braquiária. A Figura 3 mostra o crescimento das plantas florestais 15 meses após o plantio, nos dois tratamentos.

Silva (2002) realizou estudo sobre formação de povoamento florestal às margens do Rio Corumbataí, em Piracicaba, SP, comparando o crescimento de dez espécies florestais e os custos de formação em povoamento tradicional e consorciado com feijão-guandu e feijão-de-porco. O espaçamento de plantio das mudas das espécies florestais foi de 3 m x 2 m. Quinze meses após o plantio, as mudas florestais apresentavam altura média 36% superior à do povoamento consorciado, além de custos de manutenção 16% menores que os do manejo tradicional.

Embora em geral o custo de implantação e manutenção das leguminosas utilizadas para adubação verde em consórcio seja maior, o bom desempenho das espécies florestais merece destaque. É possível que a integração do uso de leguminosas com herbicida represente uma grande redução dos custos de manutenção, tendo em vista que a capina prévia para o plantio das leguminosas é uma atividade onerosa. A aplicação de herbicida poderia, então, viabilizar a técnica do ponto de vista econômico. Assim, em vez de capina em

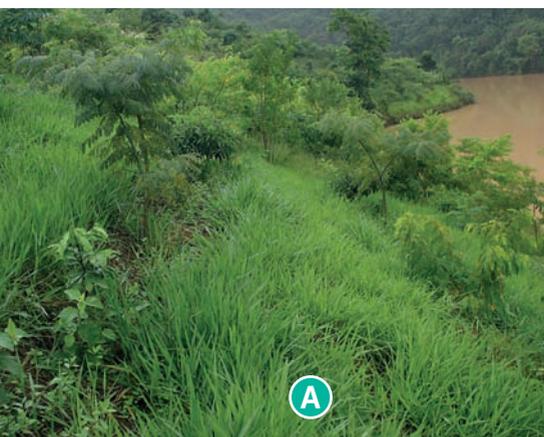


Figura 3. Área de formação de reflorestamento com controle de braquiária com roçada na entrelinha e capina em faixa na linha (A) e em consórcio com feijão-de-porco (B), 15 meses após o plantio, em Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

área total, realiza-se a aplicação de herbicida (por exemplo, glyphosate) antes do plantio das espécies nativas. Após dessecação e início de decomposição das plantas, realiza-se a semeadura das leguminosas, que pode acontecer na mesma época ou de trinta a sessenta dias após o plantio das mudas florestais.

Uso de sistemas agrossilviculturais na restauração florestal

Outra forma de uso de espécies de plantas companheiras é representada pelos sistemas agrossilviculturais. Neste item, usaremos o termo sistema agrossilvicultural, pois agroflorestal envolve também os sistemas silvipastoril e agrossilvilpastoril. Estes dois englobam a criação de animais, o que na restauração florestal não é indicado, pois dificultam a regeneração natural da área (Figura 4) devido a alimentação ou pisoteio e até mesmo a quebra de plântulas quando o animal se deita sobre elas.

O uso de sistemas agrossilviculturais está previsto na legislação para restaurar Áreas de Preservação Permanente (APP – na pequena propriedade ou posse rural familiar, no estado do Rio de Janeiro, amparado pela resolução INEA nº 134 de 14/01/2016) e Reservas Legais em todo o Brasil, de qualquer tamanho (BRASIL, 2012). Ele pode reduzir substancialmente os custos da restauração florestal pela possibilidade de gerar renda a partir de produtos agrícolas e/ou pelo controle de plantas daninhas.

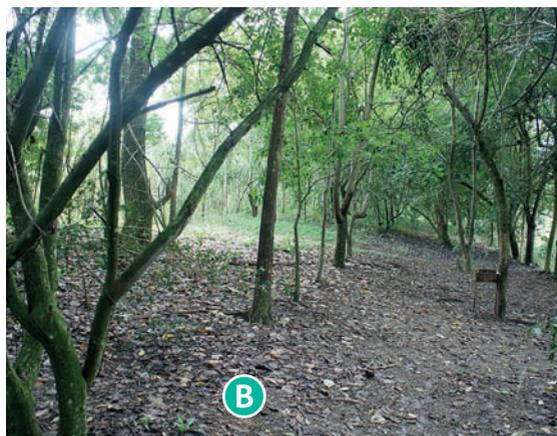
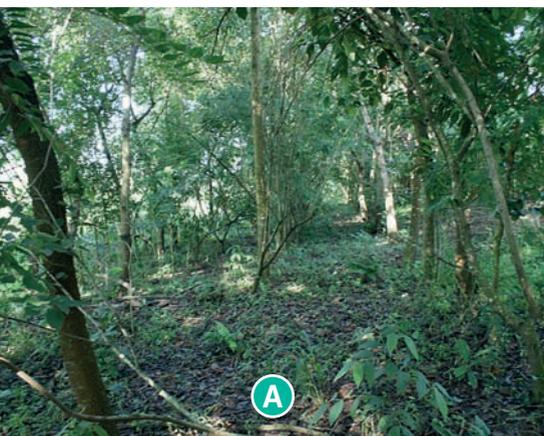


Figura 4. Área de restauração florestal quatro anos após plantio das mudas florestais nativas, sem entrada de gado e com presença de regeneração natural (A) e área adjacente onde a cerca foi retirada, logo, sem presença de regeneração natural (B), município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

Como todo sistema agrossilvicultural, na restauração florestal é necessário o bom planejamento e ordenamento do solo, de modo a evitar interações negativas entre o componente florestal e as espécies agrícolas. Também deve-se ressaltar que o local precisa ser adequado à cultura agrícola para que ela tenha produtividade satisfatória, seja comercializada ou consumida pelo produtor e não interfira negativamente no manejo das espécies florestais plantadas. Por exemplo, logo após o plantio florestal podem ser cultivadas duas fileiras de cultura agrícola; no outro ciclo, apenas uma fileira e, depois, não se deve mais cultivar, pois não haverá espaço e luz.

A combinação adequada de espécies nos sistemas agrossilviculturais pode contribuir para o melhor crescimento das plantas florestais sombreando mais rápido a área e inibindo o crescimento das plantas daninhas. Em trabalho sobre este assunto, Daronco et al. (2012) estudaram o efeito do consórcio das espécies nativas plantadas em espaçamento 3 m x 2 m com uma linha de mandioca (*Manihot sculenta* Crantz), em Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa, no município de Cândido Mota, SP. Constataram que não houve diferença no crescimento das espécies florestais nas unidades em consórcio com aipim em relação às não consorciadas, 15 meses após o plantio. Mencionam que “o impacto econômico do tratamento de consorciação foi positivo, pois os custos com a implantação do reflorestamento consorciado puderam ser, em parte, abatidos com a receita gerada pela exploração da mandioca. A receita obtida com uma safra de cultivo correspondeu a 32% do custo total do sistema consorciado e fez que o custo total da restauração fosse diminuído em 19%, quando comparado com o reflorestamento convencional”.

Neste exemplo de consórcio, as fileiras de mandioca devem ser plantadas no mínimo a 1,0 m das espécies nativas para que a colheita da mandioca não danifique o sistema radicular das plantas florestais.

Outra observação importante dos consórcios agrossilviculturais é que o produtor, cuidando das culturas agrícolas, estará também cuidando das plantas florestais. Além disso, por um determinado período, as espécies agrícolas, como milho e mandioca, podem proporcionar certo nível de sombreamento às espécies nativas, favorecendo principalmente as consideradas secundárias tardias e clímax. A Figura 5 mostra plantas florestais sendo parcialmente sombreadas por aipim (*Manihot sculenta* Crantz), à margem do rio Macacu, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Em outro trabalho, César et al. (2013) realizaram experimento onde consorciaram espécies florestais plantadas no espaçamento 3 m x 2 m com *Cucurbita*



Figura 5. Formação de reflorestamento visando restauração florestal, oito meses após o plantio, em consórcio com aipim, em Cachoeiras do Macacu, RJ.

Foto: Paulo S. S. Leles

moschata Duchesne (abóbora) em solo com baixo teor de matéria orgânica, no município de Itu, SP. Observaram que no tratamento onde foi realizada roçada da braquiária, a abóbora não cresceu satisfatoriamente devido à dominância da gramínea.

No tratamento em que foi aplicado glyphosate na braquiária e, dias após, a semeadura da abóbora, a produção estimada foi de 340 kg/ha. Isto gerou uma receita auxiliar aos custos de implantação do povoamento florestal. Os autores não observaram diferenças significativas no crescimento das espécies florestais na unidade com cultivo da abóbora e com reflorestamento tradicional, 13 meses após o plantio das mudas.

Outro potencial uso de sistema agrossilvicultural na formação de reflorestamento para restauração é o cultivo de feijão (*Phaseolus* sp.). Paulo Sergio dos Santos Leles (dados não publicados) aplicou glyphosate em *Urochloa*

brizantha e trinta dias após semeou feijão preto em área recém-plantada com espécies nativas, no município de Bom Jardim, RJ (Figura 6). Com base na colheita do feijão (em torno de 110 dias após o plantio), estimou-se uma produção de 12 sacas de feijão por hectare. Em relação ao crescimento das espécies florestais, das dez testadas, oito apresentaram maior crescimento quando em consórcio com feijão, 15 meses após o plantio. Os autores atribuem o maior crescimento das espécies florestais à cobertura das plantas de feijão e à maior intensidade dos tratos culturais visando a produção do feijão, aliadas a um solo mais úmido em decorrência da senescência da cultura.



Figura 6. Formação de reflorestamento visando restauração florestal (um ano após o plantio) em consórcio com feijão preto, com detalhe quarenta dias após semeadura (A) e visão geral noventa dias após semeadura (B), em Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

Após estes relatos, vem uma indagação: por que o sistema agrossilvicultural é pouco utilizado na restauração florestal? Entre outras, há duas possíveis respostas.

Primeiro, por uma questão cultural de técnicos e produtores: “ou trabalho com reflorestamento ou com aipim, feijão etc.” Ou seja, não há cultura de misturar sistemas produtivos distintos.

A outra questão é técnica: precisamos de mais conhecimentos sobre o consórcio das espécies agrícolas e florestais (como espaçar, implantar, realizar tratos culturais, colher e vender). No entanto, com o avanço do Programa de Regularização Ambiental (PRA) instituído pela Lei Federal 12651/2012, conhecida popularmente como Novo Código Florestal, não há forma mais legítima de se adequar a pequena propriedade rural do que modificando seu modo de cultivo

em áreas sensíveis. Nesses casos, os sistemas agrosilviculturais têm enorme potencial em relação a plantios que utilizam somente espécies arbóreas nativas.

Consórcio de espécies nativas com eucalipto para auxiliar no controle de plantas daninhas

Além das funções ambientais, os reflorestamentos visando a restauração florestal, se possível, devem oferecer renda aos produtores rurais, seja na forma de produtos agrícolas, madeira ou produtos não madeireiros. Uma das formas possíveis de oferecer produtos madeireiros é com o cultivo de espécies de eucalipto, a nova lei de proteção à vegetação nativa (Lei N° 12.651, de 25 de maio de 2012), alterada pela Lei n° 12.727 (de 17 de outubro de 2012), menciona, em seu artigo 61-A parágrafo 13 - inciso IV, e no artigo 66, que

área de preservação permanente (para a pequena posse ou propriedade rural) e reserva legal (para qualquer tamanho de propriedade) poderão ser recuperadas com a utilização de espécies exóticas, desde que o plantio seja combinado com espécies nativas e as espécies exóticas não excedam a 50% da área total a ser recuperada (BRASIL, 2013a, 2013b).

Estudos sobre o consórcio de espécies florestais nativas com o eucalipto ainda são incipientes no Brasil, porém parece ser uma boa alternativa para minimizar os custos da restauração. Machado et al. (2010) mencionam que o rápido crescimento do eucalipto normalmente auxilia o controle de plantas daninhas, principalmente em área com predominância do gênero *Urochloa* (braquiária) e *Panicum* (capim colônia). Além disso, as espécies florestais nativas podem se beneficiar do aporte de matéria orgânica sobre o solo, proporcionada pela deposição de folheto de eucalipto e sua posterior decomposição.

A seguir são relatadas duas experiências de consórcio de espécies nativas com eucalipto, visando formar reflorestamento para restauração florestal, em área com vegetação natural dominada por *Urochloa brizantha* cv marandu no município de Bom Jardim, RJ. O primeiro trabalho é de Silva (2013). Nele, foram consorciadas oito espécies nativas com eucalipto, sendo as mudas plantadas no mesmo dia, no espaçamento 2 m x 2 m. O primeiro tratamento com eucalipto foi feito em 16,5% das covas (uma fileira de espécies nativas alternada com outra de duas covas de espécies nativas e uma cova de eucalipto) e o segundo, com 33% de eucalipto (todas as fileiras formadas, em sequência, por duas covas de espécies nativas e uma cova de eucalipto). Ao lado foi deixada uma área sem cultivo, como testemunha.

Sempre que necessário, as áreas eram roçadas, inclusive a sem cultivo, e realizado coroamento com enxada ao redor das plantas florestais. Vinte e quatro meses após o plantio, as plantas foram avaliadas. Os dados do crescimento das florestais são apresentados na Tabela 3 e os de matéria seca da parte aérea da braquiária, na Figura 7.

Tabela 3. Valores de crescimento de espécies florestais, em duas proporções de consórcio de espécies nativas com eucalipto, para restauração florestal, dois anos após o plantio, no município de Bom Jardim, RJ.

Espécie florestal	Altura (m)		Diâmetro ¹ (cm)	
	16,5% eucal.	33,0% eucal.	16,5% eucal.	33,0% eucal.
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1,95 (0,19)	3,10* (0,24)	3,8 (0,38)	5,7* (0,45)
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	2,03 (0,11)	2,49 ^{ns} (0,13)	3,4 (0,20)	5,0* (0,37)
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Wild.	1,54 (0,05)	1,88 ^{ns} (0,16)	2,9 (0,12)	3,6 ^{ns} (0,22)
<i>Inga edulis</i> Mart	2,14 (0,06)	2,68* (0,15)	4,8 (0,15)	5,6* (0,23)
<i>Chorisia speciosa</i> A.St.Hil.	1,34 (0,12)	2,29* (0,19)	4,1 (0,38)	8,3* (0,75)
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	0,87 (0,13)	1,77 ^{ns} (0,43)	1,4 (0,26)	3,1 ^{ns} (0,72)
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	2,76 (0,17)	4,08* (0,19)	4,3 (0,36)	6,3* (0,41)
<i>Croton urucurana</i> Lund.	2,91 (0,33)	3,41* (0,21)	4,6 (0,57)	5,2 ^{ns} (0,64)
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	7,79 (0,27)	8,32 ^{ns} (0,13)	8,4 (0,40)	8,9 ^{ns} (0,18)

¹Para as espécies nativas a 5 cm ao nível do solo (DNS) e para eucalipto a 1,30 m (DAP);

*Significativo a 95% de probabilidade, pelo teste t de amostras independentes; ^{ns}: Não significativo a 95% de probabilidade, pelo teste t de amostras independentes; Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Observa-se, pela Tabela 3, que das oito espécies florestais, cinco apresentaram crescimento significativamente superior na maior proporção de eucalipto e que esta proporção não prejudicou o crescimento das outras quatro espécies, em relação à unidade com 16,5% de eucalipto. O resultado indica que as plantas de eucalipto atuaram como companheiras. Um dos fatores que pode ter favorecido o crescimento da maioria das espécies nativas na área de maior proporção de eucalipto foi a maior deposição de serapilheira pelo eucalipto na unidade experimental que este estava em maior proporção (Figura 8), em virtude de seu rápido crescimento em altura.

Aos 12, 18 e 24 meses após o plantio das espécies florestais, foi determinado a massa de matéria seca (g/m^2) de braquiária e foi constatado que nas duas primeiras avaliações não houve diferenças significativas da produção de braquiária, nos tratamentos. Na avaliação de 24 meses, o povoamento com 33% de eucalipto a produção de braquiária foi significativamente inferior a testemunha e com 16,5% de eucalipto, e não havendo diferenças significativas entre estas últimas.



Figura 7. Formação de reflorestamento visando restauração florestal, em consórcio com 16,5% de eucalipto (A) e com 33,0% de eucalipto (B), dois anos após o plantio, em Bom Jardim, RJ.

Fotos: Paulo S. S. Leles

Dando prosseguimento ao trabalho de Silva (2013), três anos após o plantio, as árvores de eucalipto foram cortadas. Com objetivo de quantificar a produção de moirões de cerca, realizou-se cubagem rigorosa, com medição da circunferência na base e a cada 2,2 metros, até o limite de circunferência de 23 cm. Estimou-se a produção de 1.340 e 2.426 moirões / hectare, respectivamente, no consórcio de 16,5% e de 33,0% de covas de eucalipto.

Considerando o preço médio de mercado de R\$ 3,50 do moirão sem tratar, colocado à beira da estrada, estima-se receita bruta de R\$ 4.687,00 e de R\$ 8.490,00 por hectare, respectivamente. Este ponto é um fator a ser observado, pois é uma forma de amortizar o investimento realizado na restauração florestal, visto que esse mecanismo de consórcio de espécies nativas com exóticas é resguardado pelo novo código florestal (BRASIL, 2012a), em algumas situações.

Outro trabalho foi de Santos (2016), que comparou o crescimento de dez espécies florestais, com e sem consórcio com eucalipto. O espaçamento das nativas foi de 3,2 m x 1,7 m, com mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* plantadas no meio das fileiras das espécies nativas, distanciadas entre si por 3,0 metros. Sempre que necessário houve roçadas e coroamento com enxada em torno das plantas florestais. As avaliações foram realizadas dezoito e trinta meses após o plantio. Constatou-se que praticamente não houve diferença de crescimento das espécies nativas, indicando que o eucalipto pode ser usado como companheiro. O autor também não observou diferenças significativas na produção de massa de matéria seca de braquiária 12, 18 e 30 meses após o plantio das espécies florestais entre os dois tratamentos.

Estes trabalhos e observações de campo mostram que a formação de povoamento de espécies nativas com eucalipto, como forma de auxiliar o controle de plantas daninhas e gerar receita, tem grande potencial. Necessita, porém, de mais estudos para que se chegue a indicações sobre o melhor modelo e arranjo do consórcio.

Considerações finais

O uso de plantas companheiras deve ser planejado no sentido de favorecer as plantas arbóreas. Para isso, é importante pensar nas características das espécies que atuarão no controle de plantas daninhas.

Os trabalhos apresentados neste capítulo têm a intenção de mostrar o potencial de uso de plantas companheiras, como as leguminosas de cobertura ou cultivos comerciais, para o controle de plantas daninhas e a minimização dos custos do processo de restauração florestal. É sempre importante lembrar que esse método pode e deve ser integrado com outros, visando entender a propriedade agrícola com todos os fatores que limitam ou estimulam cada uma das técnicas. Esse é ainda um campo aberto para pesquisas e deve crescer muito nos próximos anos, em função de seu potencial e da aplicação prática em áreas agrícolas.

Referências

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. E dá as providências. 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 31 mar. 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.** Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 31 mar. 2013.

IBGE. **Mapa de Localização.** Rio de Janeiro: Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias>. Acesso em: 25 dez. 2012.

CÉSAR, R. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; ALVES, M. C. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter-row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 268-273, 2013.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, v. 36, n. 2, p. 291-299, 2012.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde:** estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Campus Sertao. **Consórcio de plantas:** companheiras e indicadoras. Disponível em: <http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2013311105741464folder_consortio_de_plantas_-_companheiras_e_indicadoras.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução no 134 de 14/01/2016 que define critérios e procedimentos para a implantação, manejo e exploração de sistemas agroflorestais e para a prática do posio no estado do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mtiw/~edisp/inea0120161.pdf>>. Acesso em: nov. 2015.

ISERNHAGEN, I.; BRACALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Adubação verde na restauração florestal. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil:** fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, p. 271-287.

KLIEWER, I. **Alternativas de controle de plantas daninhas sem herbicidas.** Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/af80b61d272c0bb0325704a004d7bc8/\\$FILE/Anais%20Ingo%20Kliwer.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/af80b61d272c0bb0325704a004d7bc8/$FILE/Anais%20Ingo%20Kliwer.pdf)> Acesso em: nov. 2015.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R, G. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, R. L; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Org.). **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto.** Viçosa: Ed. da UFV, 2011. p. 16-38.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

OLIVEIRA, N. S. A. **Influência do manejo da Brachiaria spp. sobre o crescimento inicial de espécies florestais.** 2010. 31 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS, F. A. M. **Manejo de Urochloa spp. em povoamento florestal para restauração.** 2013. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa* spp.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, M. V., **Consórcio de espécies nativas com eucalipto para restauração florestal.** 2013. 19 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2013.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F., **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa: Ed. da UFV, 2009. p. 63-81.

SILVA, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba / SP.** 2002. 98 f. (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. v.1, p. 64-80.

Controle de plantas daninhas em propriedades rurais visando a restauração florestal

*Alexander Silva de Resende, Paulo Sérgio dos Santos Leles,
Jorge Makhlouta Alonso, Hercides Marques de França Junior
e Aroldo Ferreira Lopes Machado*

Introdução

Com o objetivo de fazer recomendações práticas sobre o manejo de plantas daninhas ou indesejadas em plantios de restauração florestal, este capítulo abordará uma propriedade hipotética de características similares às observadas em propriedades rurais em áreas de Mata Atlântica, com destaque para a maior experiência da equipe no estado do Rio de Janeiro.

É importante ressaltar que este capítulo se limita a dar sugestões. A decisão final sobre o que, como e quando fazer precisa ser do responsável técnico pelo reflorestamento. Este documento apenas reúne a experiência da equipe que o elaborou e aponta alternativas. A experiência local de quem está à frente do projeto de reflorestamento é fundamental e deve ser aproveitada. Não temos a pretensão de esgotar o assunto, mas, sim, de sugerir formas de executar atividades.

Antes de expor proposições sobre as técnicas a serem utilizadas, algumas características de separação da paisagem da propriedade rural precisam ser feitas, visando melhor compreensão pelo leitor. A paisagem é um dos fatores mais determinantes nas decisões a serem tomadas a respeito da formação de um reflorestamento, sendo fundamental para separar ambientes, estratégias de plantio e o controle de plantas daninhas, razões pelas quais foi considerada nesse capítulo. Outro fator relevante para a tomada de decisão sobre

quais técnicas adotar é a matriz da vegetação predominante. Dependendo das espécies vegetais existentes e de sua posição na paisagem, diferentes técnicas de controle de plantas daninhas podem ser propostas.

A paisagem

A propriedade rural em análise neste capítulo será dividida em função de dois fatores: topografia e proximidade de recursos hídricos. Dessa forma, podemos observar quatro diferentes situações:

- 1) Encosta mecanizável;
- 2) Encosta não mecanizável;
- 3) Planície seca;
- 4) Planície alagável (APP Fluvial).

A literatura apresenta uma série de definições para cada uma dessas situações, mas, neste capítulo, por acreditarmos que são de fácil compreensão, esses serão os termos adotados. A Figura 1 apresenta um esquema que caracteriza a sequência topográfica de um rio até o topo da encosta. As planícies alagável e seca ficam bem nítidas, assim como o dique marginal. Este se comporta de forma similar às encostas, cuja possibilidade de mecanização é definida a partir do declive que apresentam. Este detalhe será melhor discutido ao longo deste capítulo.

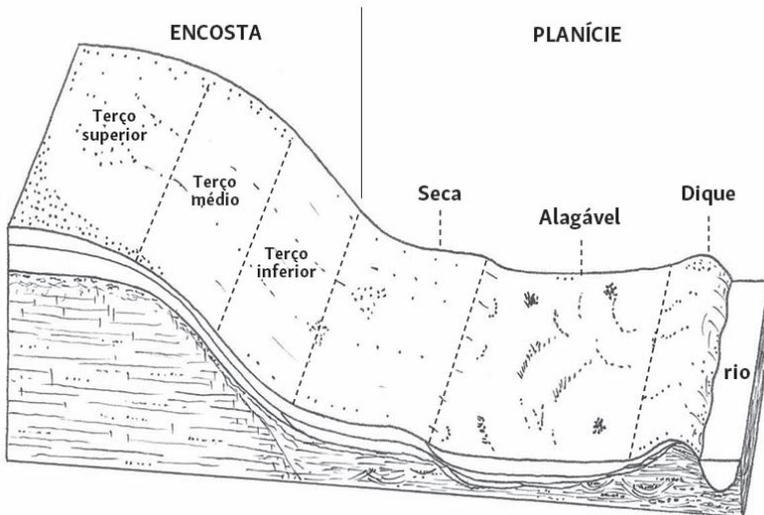


Figura 1. Descrição de uma sequência topográfica do rio ao terço superior da encosta, com paisagens comuns em propriedades rurais da Mata Atlântica. Imagem adaptada da original, gentilmente cedida por Gustavo Ribas Curcio.

O esquema teórico apresentado na Figura 1 pode ser materializado parcialmente a partir da observação da Figura 2. Ao observá-la, nota-se a necessidade de um planejamento diferenciado de intervenção para cada uma das posições da paisagem.



Figura 2. Paisagem em relação às margens do rio: 1 - dique marginal; 2 - planície alagável; 3 - planície seca; 4 - encosta.

Foto: Paulo S. S. Leles

Distribuição da vegetação na paisagem em função do regime hídrico do solo

Um fator importante para o controle de plantas daninhas na formação de reflorestamentos que visam restauração florestal é a relação da vegetação com seu posicionamento na paisagem. Esta afirmação vale tanto para plantas que podem ser consideradas daninhas, para as que podem ser consideradas companheiras ou para espécies florestais de interesse da restauração

florestal. A estreita relação entre solo e vegetação é bem descrita por Curcio (2006), que propõe classificar a adaptação da vegetação de acordo com o regime hídrico do solo (Tabela 1). Em locais com lençol freático superficial, somente plantas com adaptações evolutivas, como aerênquimas, conseguem se estabelecer. Por outro lado, em áreas com lençol freático um metro abaixo da superfície do solo, um número maior de espécies se adapta bem, à depender da fertilidade.

Tabela 1. Classificação de grupamentos funcionais de espécies florestais, de acordo com a relação de regime hídrico do solo, drenagem e altura do lençol freático. Adaptado de Curcio, 2006.

Grupamentos funcionais	Regime hídrico do solo	Drenagem do solo	Profundidade do lençol freático (cm)
Hidrófilas	Hidromórficos	De imperfeitamente a mal drenado	0 a 50
Higrófilas	Semi-hidromórficos	Moderadamente drenado	> 50 a 100
Mesófilas	Não-hidromórficos	De bem a excessivamente drenado	> 100

Nesse contexto de paisagem, o conhecimento básico sobre solos é fundamental para o sucesso do reflorestamento, pois influencia desde a escolha das espécies até o controle das plantas daninhas. Na Figura 3, há uma série de imagens de solos típicos de ambientes sem impedimento de drenagem (lençol freático abaixo de 100 cm). Cores mais amarelas ou vermelhas, com ausência de mosqueados, ou linhas de impedimento de drenagem são algumas características visuais marcantes destes solos.

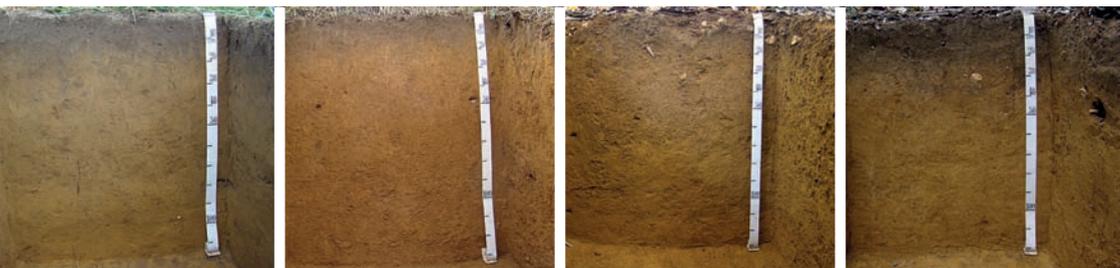


Figura 3. Características visuais de solos em áreas não sujeitas a alagamento.
Fotos: Gustavo R. Curcio

Na Figura 4, por outro lado, são apresentadas imagens que mostram características visuais de solos de áreas de planície com impedimento de drenagem, como horizontes concrecidos, mosqueados, pedregosidade, entre outros.

Mais do que classificar cada um desses solos, essas imagens pretendem evidenciar características que separam um ambiente do outro. Assim, o objetivo é aumentar a compreensão sobre as possíveis limitações do estabelecimento e do crescimento das espécies florestais plantadas, despertando, através do apelo visual, maior preocupação com a escolha das espécies, a ocorrência e o controle de plantas daninhas em cada local da paisagem. Cada espécie adapta-se melhor a determinado ponto da paisagem. Quanto maior a plasticidade ecológica, mais comum a espécie será na paisagem. Exemplo de espécies arbóreas bastante plásticas são *Cecropia* sp. (embaúbas), *Trema micrantha* (crindiúva), *Mimosa artemisiana* (jurema branca), *Mimosa bimucronata* (maricá), *Inga laurina* (ingá), *Croton urucurana* (sangra d'água) etc.



Figura 4. Características visuais de solos em áreas sujeitas a alagamento.

Fotos: Gustavo R. Curcio

Recomendação de espécies florestais por posição na paisagem

Na literatura, é possível encontrar espécies recomendadas para plantio em função de características do ambiente, como em Martins (2007), que lista 221 espécies nativas para recuperação de matas ciliares, com informações sobre sua adaptabilidade a áreas encharcadas, com inundação temporária ou bem drenadas. Algumas dessas listas são elaboradas a partir de observações sobre a ocorrência espontânea dessas espécies nessas áreas e poucos são os trabalhos que relatam sua adaptação como componente da formação de

povoamento e sua capacidade de competir com gramíneas forrageiras. A lista de espécies aptas a serem plantadas num ambiente em que existe competição com plantas do gênero *Urochloa* e *Panicum*, por exemplo, certamente é bem menor do que a lista das espécies que se adaptam a essa condição passada a etapa inicial de competição. Isto ocorre mesmo em condições ótimas de manutenção do plantio.

Dessa forma, em áreas com predomínio de gramíneas forrageiras, espécies que se adaptam bem às condições de competição precisam crescer rapidamente para poderem, em conjunto, apresentar algumas funções ecológicas o quanto antes. Entre as funções estão sombrear a área, reduzindo a mato-competição (espécies de gramíneas forrageiras, por apresentarem metabolismo fotossintético C₄, são mais sensíveis ao sombreamento imposto pelas espécies arbóreas), criar abrigo e alimento para a fauna e propiciar a ciclagem de nutrientes a partir da senescência de suas folhas e galhos, melhorando assim as condições do solo para a entrada de espécies mais exigentes. Só a partir dessa sequência é que podemos de fato pensar em ter mais biodiversidade na área.

O Anexo apresenta uma lista de espécies para áreas de encostas (mecanizáveis ou não), de planície seca e de planície alagável. Esta lista não é limitante e sim orientadora para a paisagem. São espécies que foram testadas em plantios de restauração florestal e apresentaram bom crescimento em cada uma das condições sugeridas. Justamente por se adaptarem bem, podem ser plantadas em densidade mais elevada, para recobrirem o solo mais rapidamente e, conseqüentemente, reduzirem a necessidade e os custos de controle de plantas daninhas. É o conceito de espécies estruturantes do ambiente.

Para áreas de planície, os cuidados com a escolha das espécies a serem plantadas precisam levar em conta as pequenas nuances dessa paisagem. Em planícies secas, um grande número de espécies se adapta bem (Anexo), tendo em vista as boas condições de drenagem e a fertilidade dessas áreas. Os maiores cuidados se direcionam para evitar plantas daninhas, que também crescem e se desenvolvem bem nessas condições, o que justifica o uso de espaçamento mais adensado para proporcionar o sombreamento mais rápido da área, favorecendo o controle cultural.

A planície alagável costuma ser a posição da paisagem de maior desafio para o técnico. Sofre inundação periódica e normalmente apresenta plantas de sub-bosque adaptadas a este ambiente e de rápido crescimento, o que limita muito o número de espécies arbustivas e arbóreas capazes de se estabele-

cer a partir do plantio de mudas. No Anexo, indicamos algumas espécies para essas áreas. Adicionalmente, áreas que sofrem inundações periódicas precisam ser consideradas com todas as suas nuances de paisagem. É comum, numa área de planície alagável, diferenças de altitude de 30 cm a 50 cm entre um ponto e outro, como se houvessem pequenas depressões entremeadas por áreas mais “altas”. Essas pequenas diferenças são muito importantes, pois nas depressões a água permanece por muito mais tempo e poucas são as espécies que se adaptam a este ambiente. Contudo, é nas áreas um pouco mais altas que devemos ter maior número de espécies. O uso de espaçamento regular nesse ambiente nem sempre é a melhor estratégia de restauração florestal.

Reforçamos que essas listas de espécies são orientadoras, e nelas constam espécies que comumente crescem bem nos ambientes em que são propostas, mas não devem ser encaradas como as únicas a se adaptarem a essas condições, pois cada caso de restauração florestal tem sua particularidade. Por exemplo, em solos orgânicos, não drenados para uso agrícola, a espécie *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC., popularmente conhecida como caixeta, apresenta bom crescimento. Fato que já não ocorre em solos com menor teor de matéria orgânica. Ou seja, além da água disponível, há fatores que interferem nessa condição de paisagem. A época de plantio é um deles, e importante. Enquanto nos demais pontos da paisagem o início do período chuvoso é o momento mais propício ao plantio, aqui, devido à possibilidade de inundações, precisamos evitar o plantio no período de cheias dos rios.

Uso da mecanização na restauração florestal

A restauração florestal em qualquer propriedade deve ser econômica, social e ambientalmente sustentável. Assim, uma das maneiras de diminuir custos e fazer com que as operações sejam ergonomicamente mais saudáveis ao ser humano é mecanizar as atividades de preparo do solo, plantio e manutenção. Em geral, essas atividades são feitas por implementos acoplados a um trator agrícola ou microtrator. Na nossa propriedade hipotética, provavelmente não haverá restrições de mecanização nas áreas de planície seca e nas encostas mecanizáveis. Porém, nas demais, há uma série de restrições técnicas que precisam ser respeitadas para garantir a segurança do operador e reduzir as perdas de solo por processos erosivos.

Entre os fatores que influenciam o grau de impedimento à mecanização agrícola, podemos citar declividade, pedregosidade, drenagem do solo e

outros. A Tabela 2 apresenta uma compilação de informações de diferentes autores, que sugerem classes de impedimento para a mecanização em áreas agrícolas de acordo com cinco características, que podem atuar em conjunto. De maneira geral, a partir de 20% de declividade a mecanização não é mais recomendada, independente das outras condições. Isso ocorre por questões de segurança do operador e do maquinário, de rendimento da operação e de conservação do solo.

Tabela 2. Classes de impedimento à mecanização agrícola, segundo características físicas do solo. Adaptado de Francisco et al. (2013).

Classe de impedimento	Declividade (%)	Pedregosidade (%)	Profundidade efetiva (m)	Textura	Drenagem
Nulo	0 a 3	0 = ausente	> 0,8	Arenosa	Muito bem drenada
Ligeiro	> 3 a 6	> 0 a < 1 = pouca	> 0,6 a ≤ 0,8	Média / siltosa	Bem drenada
Moderado	> 6 a 12	≥ 1 a < 15 = bastante	> 0,4 a ≤ 0,6	Argilosa	Moderadamente
Forte	> 12 a 20	≥ 15 a < 40 = muita	> 0,2 a ≤ 0,4	Argila 2:1 ou muito argilosa	Imperfeitamente
Muito forte	> 20 a 40	≥ 40 = grande quantidade	≤ 0,2	Muito argilosa 2:1	Mal drenada

Fonte: limites e nomenclatura adaptados de Lepsch et al. (1996), I. Levantamento... (1972), Ramalho Filho e Beek (1995) e Santos et al. (2006).

Recomendações para controle de plantas daninhas em função da paisagem e da matriz de vegetação predominante

Encostas não passíveis de mecanização

São encostas com declive superior a 20% que, teoricamente, estão disponíveis em maior quantidade para a restauração florestal por serem de difícil uso agrícola e possuírem menor valor comercial. Normalmente são solos bem drenados, relativamente pobres em nutrientes e com baixo teor de matéria

orgânica. Em determinadas situações, encontram-se bastante compactados pelo excessivo pisoteio do gado. A vegetação espontânea normalmente predominante é composta de *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Urochloa decumbens* (decumbens), *U. brizantha* (braquiarião), *U. humidicola* (capim-quicuí), *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), *Paspalum notatum* (grama-pernambuco), *Imperata brasiliensis* (sapê), entre outros. Quando a fertilidade dessas áreas é melhor, também é possível encontrar *Panicum maximum* (capim colônia), desde que não sejam comuns temperaturas mínimas inferiores a 5° C.

O controle das plantas daninhas é função das espécies presentes, de sua distribuição na área e do estágio de crescimento. Isso condiciona a estratégia de preparo do solo, o espaçamento a ser adotado na implantação e, em consequência, as práticas de controle futuras. Nas áreas com predominância de capim-gordura, grama-pernambuco ou sapê, que são espécies consideradas menos competitivas, o controle pode ser realizado com roçada nas entrelinhas e coroamento com enxada (raio de 40 cm) em torno da planta florestal. Uma das maneiras de prolongar a vida útil do coroamento é utilizar papelão tratado com sulfato de cobre como coroamento artificial, conforme explicado no Capítulo 1. No plantio, deve-se utilizar espaçamento mais fechado (no máximo 2 m x 2 m) e, considerando que o solo é pobre em matéria orgânica, adicionar de dois a quatro litros de esterco, composto orgânico ou bio-sólido (lodo de esgoto estabilizado, proveniente de estações de tratamento de esgoto), com objetivo de melhorar as condições de estabelecimento e crescimento das plantas florestais. A intenção é acelerar o recobrimento do solo e assim diminuir as condições de competição com as gramíneas.

Quando a vegetação predominante é composta por espécies dos gêneros *Urochloa* e *Panicum*, consideradas mais competidoras, as mesmas recomendações podem ser aplicadas. Nestes casos, porém, o uso de herbicidas é fundamental para reduzir a incidência dessas plantas daninhas e favorecer o crescimento das espécies plantadas. Essa operação pode ser feita a partir do uso de herbicidas à base de glyphosate 15 dias antes do plantio e, a depender do tipo de planta espontânea que surgir, deve-se utilizar o mesmo produto com jato direcionado de uma a três vezes mais ao longo de dois anos até o recobrimento da área pelas espécies florestais plantadas. Por ser área que não permite mecanização, a aplicação normalmente é realizada com pulverizador costal com capacidade de 20 litros de calda. É necessário atentar para o uso de bicos de pulverização adequados e de equipamentos de proteção individual. Mais informações sobre o uso de herbicidas encontram-se no Capítulo 3.

Após a primeira aplicação de glyphosate e a retirada da dominância das gramíneas forrageiras, é comum surgir uma série de espécies espontâneas dicotiledôneas, de interesse direto do reflorestamento. Isso acontecendo, aconselha-se trabalhar com herbicidas gramínicidas, como os inibidores de ACCase (fluazifop-p-butyl, haloxyfop-p-methyl, cletodim), a partir da primeira aplicação, para que estas não sejam afetadas. Os gramínicidas são poucos estudados na restauração florestal e sua aplicação deve ser realizada com cuidado, pois o conhecimento sobre seu comportamento no solo após aplicação na planta ainda é incipiente.

Embora o uso de herbicidas na restauração florestal seja assunto de discussão, é preciso considerar esse método de controle como alternativa, uma vez que pode impactar menos a regeneração natural que as roçadas constantes, oriundas do controle mecânico. O uso do controle químico pode aumentar o rendimento operacional, ser mais efetivo no controle da vegetação competitiva e assim reduzir custos, restaurando-se mais hectares com o mesmo recurso.

Outra maneira de auxiliar o controle de plantas daninhas nestas áreas não-mecanizáveis é cultivando eucalipto nas entrelinhas das espécies nativas. Neste caso, faz-se a dessecação em área total com herbicida pós-emergente à base de glyphosate, realiza-se o plantio das mudas das espécies nativas e, entre linhas destas, distanciadas de 3 a 4 metros, mudas de eucalipto. Essa temática é abordada com mais detalhes no Capítulo 4.

Encostas mecanizáveis

Essas áreas são similares à anterior no que tange fertilidade e drenagem. É raro serem trabalhadas para restauração florestal, por serem bastante utilizadas pela agricultura dentro da propriedade rural, justamente por possibilitar a mecanização. As gramíneas forrageiras presentes nessa posição da encosta são as mesmas da posição anterior, a depender do nível de fertilidade. As diferenças básicas de recomendação para essa paisagem, devido à possibilidade de mecanização, estão relacionadas ao espaçamento de plantio, à possibilidade de roçadas e à aplicação de herbicidas e de cultivo nas entrelinhas.

A lógica nessa posição da paisagem é aumentar o espaçamento entre linhas, viabilizando a passagem de trator por mais tempo. Com isso, deve-se adensar o plantio nas linhas, visando reduzir a manutenção dentro delas. Em áreas mecanizáveis pode-se utilizar espaçamentos de 3,2 m x 1,8 m e de 4,0 m x 1,5 m, resultando em densidade aproximada de 1.700 covas por hectare.

O uso de espécies para adubação verde, como plantas companheiras, que pode ser realizado de maneira mecanizada ou semimecanizada, é uma técnica que pode reduzir os impactos negativos da matocompetição no reflorestamento. Mais detalhes sobre uso de plantas herbáceas e arbustivas para controle de plantas daninhas encontram-se no Capítulo 4.

Outra possibilidade nas áreas dos morros mecanizáveis com alta presença de braquiária é o uso de herbicida à base de glyphosate, como no item anterior, mas com possibilidade de aplicação mecanizada.

Planície seca

As baixadas são as áreas de melhor fertilidade de nossa propriedade. Nelas, os reflorestamentos com enfoque ambiental são feitos na maioria das vezes para cumprir a legislação (áreas de preservação permanente) e proteger as margens dos rios. São áreas mecanizáveis e em geral com forte presença de capim colônio ou espécies do gênero *Urochloa* spp. Normalmente, estas gramíneas apresentam altas taxas de crescimento nestes ambientes, assim como as espécies florestais. Por isso, um bom controle das plantas daninhas no primeiro ano permite formar o povoamento florestal antes de dois anos após o plantio. Independente da gramínea predominante no local, pode-se adotar a mesma estratégia de espaçamento recomendada para as áreas de encostas mecanizáveis, viabilizando a passagem de trator por mais tempo.

Outra estratégia que pode ser adotada em planície seca é o uso de espaçamentos mais adensados (2,0 m x 1,5 m). Neste caso, se as braquiárias ou o capim colônio estiverem muito altos, primeiramente faz-se a roçada e deixa-se o capim iniciar a brotação, para, em seguida, aplicar herbicida à base de glyphosate. Estas duas operações devem ser mecanizadas, antes do plantio, a fim de diminuir os custos. Caso a área esteja sendo utilizada pelo gado, faz-se o cercamento, deixa-se o capim brotar até 15 cm – 25 cm de altura e em seguida se aplica o herbicida. Depois do plantio, quando o capim estiver com altura de 30 cm a 50 cm, faz-se roçada com roçadeira e coroamento com enxada. Após algum tempo, quando a maioria das plantas florestais atingir altura superior a um metro, pode-se aplicar, manualmente, herbicida à base de glyphosate (uma ou duas aplicações, a depender da reinfestação), com cuidado para a calda herbicida não atingir as plantas florestais. Então, neste caso, deve-se combinar aplicações do herbicida com roçadas e coroamentos. O uso do herbicida (duas ou três vezes) reduzirá substancialmente a necessidade de roçada e coroamento, diminuindo os custos de formação do reflorestamento.

O uso de plantas companheiras de espécies comerciais, que podem ser cultivadas nas entrelinhas do reflorestamento nesta parte da paisagem, representa uma alternativa. Experiências com mandioca, feijão, milho, feijão guandu, entre outras, têm obtido resultados positivos. A ideia é que, ao cuidar das plantas comerciais, indiretamente, o agricultor estará cuidando também das espécies para formação do povoamento florestal, economizando gastos com a manutenção do reflorestamento. Além disso, há possibilidade de retorno econômico com as culturas plantadas na entrelinha, o que pode reduzir, ou mesmo eliminar, os custos de implantação do reflorestamento. Dependendo das condições da área e do tamanho da propriedade agrícola, essa pode ser a solução mais atrativa para esse tipo de paisagem, do ponto de vista econômico. Pode-se utilizar também plantas herbáceas fixadoras de nitrogênio, como nos morros mecanizáveis, inclusive realizando a poda do feijão guandu após a produção das sementes, que são, em muitos lugares do Brasil, comercializadas pelos agricultores em feiras livres, como forma de alimento. Mais informações destes consórcios encontram-se no Capítulo 4.

A necessidade de intervenções frequentes na entrelinha de plantio pode impactar a regeneração natural, podendo atrasar o processo de sucessão ecológica. É sempre recomendado minimizar a quantidade de roçadas na área, o que, além de preservar a regeneração, resulta em menores custos de manutenção. Em áreas onde há grande presença de dicotiledôneas entre as plantas espontâneas e o risco de incêndio é baixo, a sugestão é não realizar a roçada nas entrelinhas, limitando a manutenção a coroamentos de maior diâmetro ao redor da planta florestal.

Da mesma forma que foi descrito para as áreas de encosta, em baixadas bem drenadas é possível prolongar a “vida útil da coroa” feita manualmente a partir da colocação da cobertura morta ou de discos de papelão.

Sempre deve-se observar que após a primeira aplicação de herbicida pode ocorrer a substituição da dominância da gramínea forrageira por uma série de espécies de interesse direto do reflorestamento. Nesse caso, o acompanhamento da dinâmica das plantas daninhas é fundamental no processo de tomada de decisão de controle.

Planície alagável (APP Fluvial)

Planície alagável é uma área sujeita a alagamento anual, que pode ser relativamente curto (dez a 15 dias) ou mais longo (até sessenta dias). Por isso é muito importante escolher espécies florestais adaptadas a esses ambientes de umidade. Nessas áreas é comum encontrarmos gramíneas pertencentes aos gêneros *Paspalum* e *Urochloa* (por exemplo, *Urochloa mutica* - capim ango-la), que podem competir com as espécies florestais. No entanto, o aumento do nível da água nesse solo pode estressar essas plantas, provocando clorose, perda das folhas e até sua morte.

Nestas áreas, o controle das plantas daninhas deve ser feito com roçadas e coroamento com enxada periodicamente (de quatro a seis vezes ao ano), pois as herbáceas apresentam crescimento muito rápido devido a adaptações ao ambiente de fertilidade do solo e à disponibilidade de água. A manutenção deve ser realizada até o fechamento das copas, que pode ocorrer entre dois e quatro anos. O uso de plantas leguminosas herbáceas ou de culturas agrícolas não é indicado, pois não se adaptam a este ambiente. O uso de papelão como coroamento artificial pode ser uma alternativa interessante. O uso de herbicidas também não é indicado, devido à presença do lençol freático superficial e à possibilidade de contaminação ambiental.

Embora essa área sofra com alagamentos em determinadas épocas do ano, em algumas situações permite a entrada de tratores agrícolas fora desse período, o que justifica o uso de um maior espaçamento entre as linhas de plantio, viabilizando as roçadas mecanizadas por certo período. Para isso, deve-se utilizar espaçamentos de 3,2 m x 1,8 m e de 4,0 m x 1,5 m, ou similares. O adensamento de plantio na linha é indicado para reduzir a manutenção manual. Deve-se observar também a tendência de maior ocorrência de animais peçonhentos nessas áreas, expondo os trabalhadores a maior risco de acidentes.

Caso não seja possível o acesso ou a utilização de máquinas nessas áreas, o controle de plantas daninhas será muito difícil e oneroso, sendo recomendado adensar o plantio utilizando espaçamentos como 2 m x 2 m; 2,0 m x 1,5 m ou até mais densos, como o 2 m x 1 m, tendo em vista que o maior adensamento recobrirá o solo mais rapidamente, demandando menos manutenção.

Considerações finais

Dentro de uma propriedade rural é comum termos paisagens com diferentes topografias e vegetações predominantes. Muitos projetos de recomposição da reserva legal ou das áreas de preservação permanente deverão ser iniciados nos próximos anos. Alguns serão realizados por profissionais acostumados a reflorestamentos para restauração florestal, mas outros serão conduzidos pela primeira vez por técnicos mais habituados a trabalhar em outros temas. Este livro objetiva apoiar as ações desses dois grupos, mas certamente será de maior valia para o segundo, justamente pela falta de experiência.

A mensagem que tentamos passar aqui foi a de que a técnica mais adequada de controle depende da paisagem da propriedade. As espécies, os espaçamentos e a opção pelo uso de plantas companheiras e/ou herbicidas certamente mudarão de acordo com a paisagem que o projeto, ou parte dele, estiver inserido. Os técnicos precisam olhar para a propriedade de forma a entender que pequenas nuances de paisagem influenciam a qualidade do solo, seu balanço hídrico e, conseqüentemente, a matriz da vegetação predominante e a capacidade de regeneração da área. Mais ainda, as espécies a serem plantadas em cada posição da paisagem. Tudo isso culminará na tomada de decisão sobre qual ou quais práticas de controle de plantas daninhas deverão ser utilizadas.

Tentamos passar a ideia de que a paisagem e a matriz da vegetação é que vão condicionar as decisões. Além disso, o manejo integrado de plantas indesejadas, fazendo uso das técnicas mais eficientes para cada condição de paisagem, pode determinar o sucesso do empreendimento.

No nosso entendimento, o controle cultural é a ferramenta mais importante do controle da vegetação competitiva. Todos os tratamentos culturais devem ser realizados de modo a favorecer o estabelecimento e o crescimento das plantas arbustivas e arbóreas. Estas, no momento adequado, suprimirão as espécies forrageiras competidoras.

Referências

I. LEVANTAMENTO exploratório: reconhecimento dos solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA-Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo; Recife: SUDENE-DRN, 1972. 670 p. (Brasil. Ministério da Agricultura-EPE-EPFS. Boletim técnico, 15; Brasil. DRN-SUDENE. Serie Pedologia, 8).

CURCIO, G. R. **Caracterização geomorfológica, pedológica e vegetal dos ambientes fluviais do Rio Iguaçu - Paraná - Brasil**. 2006. 488 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA E. R. V.. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o estado da Paraíba. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 1, p. 30-35, 2013.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. 2. ed. Vicosa, MG: CPT, 2007. 225 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2.ed. rev. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p. 4. aproximação do Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra.

Anexo

Características e expectativa de crescimento de espécies florestais nativas da Mata Atlântica recomendadas para plantios de restauração florestal em função da posição da paisagem de plantio.

Nome científico	Família	Nome comum	Grupo Ecológico	Síndrome de dispersão
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan Var.colubrina	Fabaceae	Angico branco	PI	Au/Ba
<i>Anadenanthera colubrina</i> Var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschut	Fabaceae	Angico vermelho	PI	Au/Ba
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae	Guanandi	NP	Au/Hid/Zoo
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Cecropiaceae	Embaúba vermelha	PI	Zoo
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Cecropiaceae	Embaúba branca	PI	Zoo
<i>Cecropia pachystachia</i> Trécul.	Cecropiaceae	Embaúba	PI	Zoo
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravena	Malvaceae	Paineira	PI	An
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae	Pau-viola, tucaneira	PI	Zoo
<i>Cordia superba</i> Cham.	Boraginaceae	Babosa branca	PI	Zoo
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Capixingui	PI	Au/Ba/Zoo
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae	Sangra d'água	PI	Au/Zoo
<i>Dalbergia nigra</i> Fr. Allem.	Fabaceae	Jacarandá-da-Bahia	NP	An
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Fabaceae	Orelha-de-macaco	PI	Au/Ba/Zoo

Tronco	Característica da ramificação e altura de bifurcação (m)	Deciduidade	Posição na paisagem	Área de copa aos 24 meses	Altura esperada 24 meses
Geralmente reto e mais ou menos cilíndrico	Cimosa, dicotômica, 5-10 m	SD	E	5,29 m ²	3,08 m
Reto ou tortuoso	Cimosa, dicotômica 1,5- 5,0 m	SD	E	2,20 m ²	2,31 m
Reto e cilíndrico	Dicotômica	PE	A/B	-	-
Ereto, cilíndrico e fistuloso	Monopodial	PE	B/E	-	-
Reto e cilíndrico, com anéis ou cicatrizes foliares grandes	Cimoso	PE	A/B/E	4,28 m ²	4,95 m
É reto, cilíndrico e fistuloso, superior apical	Racemosa 6 – 8 m	PE	A/B	3,79 m ²	4,68 m
Cilíndrico, reto, grosso na base	Dicotômica 8 – 10 m	D	B/E	6,42 m ²	3,75 m
Reto ou levemente curvo	Cimosa, 2,2 – 3,7 m	D	B/E	2,17 m ²	2,11 m
Reto a levemente tortuoso	Dicotômica	PE	B/E	1,06 m ²	1,97 m
Reto, cilíndrico e curto	Cimosa	SD	A/B/E	7,24 m ²	3,82 m
25-35 cm de diâmetro, revestido de casca de cor acinzentada	0,5 – 1,0 m	D	A/B/E	9,58 m ²	4,07 m
Tortuoso e irregular	Cimosa 3,5 – 5,0 m	SD	B/E	-	-
Reto ou pouco tortuoso	Cimosa 1,5 – 2,5 m	D	B/E	2,05 m ²	2,15 m

Nome científico	Família	Nome comum	Grupo Ecológico	Síndrome de dispersão
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae	Mulungu	PI	Au/Ba/Hid
<i>Erythrina verna</i> Vell.	Fabaceae	Suinã	PI	Au/Ba/Hid
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Pitanga	NP	Zoo
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Moraceae	Figueira-branca	NP	Zoo
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	Moraceae	Gameleira	PI	Zoo
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	Figueira-do-brejo	PI	Zoo
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	Pau-d'alho	NP	An
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Genipapo	NP	Zoo
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Miliaceae	Marinheiro, Carrapeta	PI	Au/Zoo
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Mutambo	PI	Zoo
<i>Handroanthus chysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê-amarelo	NP	An
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê-roxo	NP	Au
<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	Ingá-de-metro	P	Zoo/Hid
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Wild.	Fabaceae	Ingá, Ingá-branco	NP	Zoo
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	Ingá-feijão	PI	Zoo/Hid
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Fabaceae	Ingá-ferradura	PI	Zoo/Hid
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	Fabaceae	Ingá-quatro quinas	PI	Zoo/Hid
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl) A.DC.	Caricaceae	Mamão jaracatiá	PI	Au/Ba/Zoo

Tronco	Característica da ramificação e altura de bifurcação (m)	Deciduidade	Posição na paisagem	Área de copa aos 24 meses	Altura esperada 24 meses
Fortemente aculeado	Dicotômica e muito ramificada 2 – 3 m	D	A/B	1,85 m ²	3,81 m
Ereto e cilíndrico de 50-70 cm de diâmetro	5 – 6 m	D	E	-	-
Reto e delgado ou pouco tortuoso	Dicotômica 0,5–1,5 m	SD	A/B	2,70 m ²	2,09 m
90 – 180 cm de diâmetro, dotado de sapopemas basais	-	PE	B	-	-
Curto com 50 – 70 cm de diâmetro, revestido de casca áspera	-	SD	B	-	-
45 - 70 cm diâmetro revestido por casca acinzentada	-	SD	B	-	-
Reto, tortuoso ou inclinado	Dicotômica	PE	E	0,48 m ²	2,33 m
Reto e cilíndrico	Dicotômica 3 – 4 m	PE	A/B	0,93 m ²	0,66 m
40 – 60 cm de diâmetro	2 – 3 m	PE	A/B/E	1,01 m ²	1,08 m
Reto, levemente tortuoso e curto	Dicotômica	PE	B	7,0 m ²	3,33 m
Geralmente tortuoso	Dicotômica 2,5 – 3,0 m	D	B/E	0,49 m ²	0,96 m
Frequentemente tortuoso	Cimosa 2 – 3 m	D	B/E	2,17 m ²	2,36 m
Claro de 30 – 60 cm de diâmetro	-	SD	A/B/E	-	-
Lenticelado de 50 – 70 cm de diâmetro	-	PE	A	-	-
É reto ou geralmente pouco tortuoso	Cimosa ou dicotômica 1 – 2 m	PE	A/B	3,75 m ²	2,50 m
Geralmente tortuoso	-	PE	A/B	2,77 m ²	1,52 m
20 – 30 cm de diâmetro	-	SD	B/E	-	-
Reto, grosso, despontado, aculeado e Cônico	Cimosa	PE	B/E	0,83 m ²	1,52 m

Nome científico	Família	Nome comum	Grupo Ecológico	Síndrome de dispersão
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	Boleira	PI	Au/Ba/Zoo
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Lythraceae	Dedaleiro	PI	An/Au/Ba
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.& Zucc.	Malvaceae	Açoita-cavalo	PI	An/Au
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Euphorbiaceae	Canudo-de-pito, Mamoninha do mato	PI	Au
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Fabaceae	Bico-de-pato	NP	An
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	Canela-de-velho	PI	Zoo
<i>Mimosa artemisiana</i> Heringer & Paula	Fabaceae	Jurema	PI	An/Au
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Fabaceae	Maricá	PI	Au/Ba
<i>Moquiastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	Asteraceae	Cambará, Candeia	PI	An
<i>Pachira glabra</i> Pasq.	Malvaceae	Castanha	PI	Au/Ba/Zoo
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Canafístula	PI	An/Ba/Au
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	Fabaceae	Pau-jacaré	PI	An/Ba/Au
<i>Plathyenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	Vinhático	PI	An/Ba/Au
<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P. Queiroz	Fabaceae	Sibipiruna	NP	Au/Ba
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Malvaceae	Imbiruçu	PI	An
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Goiabeira	PI	Zoo
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Anacardiaceae	Aroeira	PI	Zoo
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Fabaceae	Guapuruvu	PI	An/Au/Ba

Tronco	Característica da ramificação e altura de bifurcação (m)	Deciduidade	Posição na paisagem	Área de copa aos 24 meses	Altura esperada 24 meses
Cilíndrico e reto	Dicotômica	SD	B/E	-	-
Cilíndrico, reto ou levemente tortuoso	Cimosa	SD	B/E	0,63 m ²	1,32 m
30 – 50 cm de diâmetro	2 – 3 m	SD	B/E	-	-
20 – 30 cm de diâmetro	-	SD	E	-	-
Reto a levemente inclinado	Dicotômica 3 – 7 m	PE	B/E	4,46 m ²	3,07 m
-	0 – 0,5m	PE	A/B/E	-	-
Tortuoso e cilíndrico, 25-50 cm de diâmetro	2 – 3 m	D	E	-	-
Curto, muito ramificado e com multitrancos	0 – 1 m	SD	A/B/E	13,0 m ²	4,0 m
Raramente reto; quase sempre é irregular a canaliculado	Dicotômica, 1,5 – 2,5 m	SD	E	4,19 m ²	2,87 m
Liso de 30-40 cm de diâmetro	-	PE	B/E	-	-
Cilíndrico, mais ou menos reto	3 - 5 m	D	B/E	2,27 m ²	2,75 m
Reto, normalmente tortuoso	Dicotômica, cimosa 3 - 4 m	SD	B/E	5,70 m ²	2,99 m
Cilíndrico, geralmente torcido	Dicotômica 6 – 10 m	D	B/E	9,46 m ²	4,36 m
É mais ou menos reto	Cimosa ou dicotômica 1 – 4 m	PE	B/E	2,89 m ²	1,90 m
Liso e comprido, reto a levemente tortuoso e inerme	Racemosa	D	B/E	2,08 m ²	3,32 m
Tortuoso de 20-30 cm de diâmetro	0 – 2 m	SD	B/E	2,27 m ²	1,92 m
Reto e tortuoso, inclinado e curto	0,5 – 1,0 m	PE	A/B/E	3,73 m ²	2,47 m
Cilíndrico	5 - 8 m	SD	B/E	7,85 m ²	4,94 m

Nome científico	Família	Nome comum	Grupo Ecológico	Síndrome de dispersão
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae	Fedegoso gigante	PI	Au/Ba
<i>Senna multijuga</i> (L. C. Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Pau-cigarra	PI	Au/Ba/
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Fabaceae	Monjoleiro	PI	An/Ba/Au
<i>Sesbania virgata</i> Poir.	Fabaceae	Sesbânia	PI	Au/Ba
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Lobeira	PI	Au/Ba/Zoo
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Cajá mirim	PI	Ba/Zoo
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.*	Bignoniaceae	Caixeta	PI	An
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Quaresmeira	PI	Au
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae	Crindiúva	PI	Au/Zoo
<i>Triplaris americana</i> L.	Polygonaceae	Pau-formiga	PI	Au
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Annonaceae	Pimenteira, pindaíba	NP	Zoo
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bur.	Bignoniaceae	Ipê-felpudo, bolsa-de-pastor	NP	An

* Adapta-se bem a solos orgânicos, permanentemente alagados. Síndrome de dispersão: An = Anemocoria; Au = Autocoria; Ba = Barocoria; Hid = Hidrocoria; Zoo = Zoocoria. Característica de ramificação: cimosa ou dicotômica: apresentam brotos múltiplos, sendo mais ramificadas; racemosa ou monopodial: fustes bem definidos pois apresentam dominância apical. Deciduidade: PE = Perenifólia; SD = Semidecídua; D = Decídua; Posição na paisagem/recomendações de plantio E = Encosta; B = Baixada Seca; A = Baixada Alagável

Tronco	Característica da ramificação e altura de bifurcação (m)	Deciduidade	Posição na paisagem	Área de copa aos 24 meses	Altura esperada 24 meses
-	0 – 1 m	SD	A/B	-	-
Curto, reto a levemente tortuoso	2 – 3 m	D	B/E	4,66 m ²	2,10 m
Reto a tortuoso, com acúleos	Cimosa	SD	B/E	11,40 m ²	4,07 m
-	0 – 1 m	SD	A/B/E	-	-
Tortuoso e cilíndrico	Dicotômica 0,5 – 1,0 m	PE	B/E	-	-
Reto, com saliências multiformes	2 – 5 m	D	B/E	-	-
Irregular, geralmente tortuoso	-	SD	A	-	-
30-40 cm de diâmetro	-	D	E	3,58 m ²	2,22 m
Reto ou pouco tortuoso	Cimosa 3 – 4 m	SD	B/E	1,26 m ²	1,36 m
30-40 cm de diâmetro	-	PE	B	1,12 m ²	1,92 m
Reto, cilíndrico, sem canais ou sapopemas	Cimosa	PE	E	-	-
Reto, cilíndrico	Monopodial no estágio jovem a dicotômica quando adulta 0 – 2 m	SD	E	-	3,0 m

Impressão e acabamento

Embrapa Informação Tecnológica

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação da
Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*

Embrapa

Agrobiologia

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

