

**RESTAURAÇÃO
FLORESTAL DA MATA
ATLÂNTICA:**

**ASPECTOS
ECOLÓGICOS E
SILVICULTURAIS**



**EDITOR:
ISRAEL MARINHO PEREIRA**

**RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA
MATA ATLÂNTICA:
Aspectos ecológicos e silviculturais**



Israel Marinho Pereira

RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA: Aspectos ecológicos e silviculturais



© 2018 by Israel Marinho Pereira

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, por qualquer meio ou forma, sem a autorização escrita e prévia dos autores do *copyright*.

Direitos de publicação reservados ao Núcleo de Estudos em Recuperação de Áreas Degradadas da UFVJM.

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Reitor: Gilciano Saraiva Nogueira

Vice-Reitor: Cláudio Eduardo Rodrigues

Capa: Geovani de Sousa Resende

Revisão de texto: Eliane Ventura da Silva

Referências bibliográficas: Paulo Afonso da Silva

Editoração eletrônica: PAS Editoração Profissional e de Qualidade (MEi)

Impressão: Suprema Gráfica e Editora

Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

AGRADECIMENTOS

A todos os professores, pesquisadores, estudantes de graduação, mestrado e doutorado, técnicos e demais colaboradores que contribuíram na implantação, na condução e no desenvolvimento das pesquisas que resultaram nas informações disponibilizadas nesta obra.

Aos técnicos da Cemig e à Caroline Farah Ziade, pelas contribuições e pelo acompanhamento do projeto durante os quatro anos de vigência. E, em especial, ao Rodrigo Avendanha Liboni, pela iniciativa em procurar a UFVJM em 2009 com o intuito de estabelecer parceria entre Cemig e UFVJM, visando solucionar problemas ambientais na RPPN Fartura, Capelinha, MG.

Aos revisores dos capítulos, pelas valiosas sugestões repassadas.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa.

Aos familiares, pelo apoio e incentivo.

A Deus, por mais um desafio vencido.

APRESENTAÇÃO

A Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), em consonância com sua missão de atuar no setor de energia com rentabilidade, qualidade e responsabilidade socioambiental, busca sempre harmonizar a operação de suas usinas com a sustentabilidade ambiental.

Desta forma, identificar e atuar na recuperação de áreas degradadas, oriundas ou não de suas atividades, é um grande desafio e compromisso da empresa, buscando sempre aliar as melhores práticas disponíveis no mercado ao fomento de Pesquisas e Desenvolvimento de novas metodologias e técnicas de recuperação ambiental.

Possuímos muitas áreas que foram impactadas pela construção de nossas usinas e linhas de transmissão, caracterizadas como áreas que passaram ou passam por processos de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), além de outras adquiridas ou impactadas por atividades desenvolvidas em seu entorno, que demandam constantemente o emprego de novas técnicas menos invasivas ao meio ambiente, para viabilizar a sua recuperação, garantindo maiores ganhos ambientais, com o menor emprego de recursos financeiros.

A atuação em RADs com técnicas menos invasivas torna-se ainda mais importante, quando a área a ser tratada encontra-se em unidades de conservação onde, além da recuperação física do solo há uma maior preocupação com a recomposição da vegetação nativa e com a atração da fauna silvestre, sendo este o grande desafio apresentado ao P&D GT 551 desenvolvido em parceria com a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fatura, vinculada à UHE Irapé.

Reafirma-se, com este produto, o compromisso da Cemig com a responsabilidade socioambiental, discutindo e contribuindo para o constante aperfeiçoamento das práticas ambientais do setor elétrico brasileiro.

Enio Marcus Brandão Fonseca
Superintendente de Gestão Ambiental da Geração e Transmissão

PREFÁCIO

O crescimento da população mundial aliado ao consumismo vivenciado nas últimas décadas, promoveu uma pressão sobre os recursos naturais que resultou em modificações na paisagem natural. O homem passou a produzir cada vez mais em escala industrial visando suprimento global, deixando de lado a produção em escala familiar e regional. Para atender essa demanda, a capacidade de resiliência do ecossistema foi em muitas situações, ignorada; ou seja, o uso da terra sem o adequado planejamento técnico e sem considerar as fragilidades e os limites de cada ecossistema, resultou ao longo dos anos em grandes extensões de áreas degradadas.

O documento *Status of the World & Soils Resources* publicado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) em 2017, aponta que cerca de 33% dos solos do planeta apresentam algum tipo de degradação. No Brasil são mais de 140 milhões de hectares de áreas degradadas. A Mata Atlântica foi o bioma brasileiro que teve a maior perda de suas áreas originais. Durante cerca de cinco séculos de exploração, este bioma perdeu mais de 90% de sua cobertura original, ocasionando dentre outros problemas, a perda de espécies e fluxo gênico, efeito de borda, suscetibilidade a incêndios florestais e invasão biológica.

Diante desse processo acentuado de degradação e uso inadequado do solo na Mata Atlântica, a restauração florestal de áreas perturbadas e, ou degradadas é uma estratégia essencial para se promover a conservação da biodiversidade e o restabelecimento de serviços ecossistêmicos, primordiais para a recuperação e manutenção da qualidade de vida e dos recursos naturais.

Neste sentido, em 2009, pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – PPGCF/UFVJM e técnicos da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), uniram esforços para aplicar e desenvolver tecnologias que possibilitassem restaurar áreas de Mata Atlântica sob invasão biológica por samambaia do campo na Reserva Particular do Patrimônio Natural – Fartura em Capelinha, MG. Como eixo norteador desta parceria foi elaborado e aprovado o projeto *Caracterização de ecossistemas de referência e implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas na RPPN Fartura* junto ao edital Fapemig/Cemig 15/2012, proporcionando o financiamento dos trabalhos.

No decorrer da última década, a parceria entre a Cemig e o PPGCF/UFVJM subsidiou o desenvolvimento de várias pesquisas nas áreas de ecologia, sementes florestais, silvicultura, manejo integrado de plantas daninhas e restauração florestal. O principal objetivo deste importante projeto foi gerar informações básicas que pudessem subsidiar ações de restauração florestal da Mata Atlântica sob invasão biológica. O empenho dos pesquisadores de ambas instituições, discentes de graduação, mestrado e doutorado e demais colaboradores, proporcionou a elaboração desta obra. Essas informações encontram-se distribuídas nos nove capítulos que abordam os seguintes assuntos:

Capítulo 1: Critérios para a seleção e marcação de árvores matrizes no contexto da restauração florestal;

Capítulo 2: Guia de identificação de plântulas de espécies nativas com potencial de uso na restauração de áreas degradadas;

Capítulo 3: Classificação das espécies ocorrentes em ecossistemas de referência em grupos funcionais;

Capítulo 4: Silvicultura de espécies nativa no contexto da restauração florestal;

Capítulo 5: Importância e caracterização ecológica e silvicultural de espécies arbóreas da família Fabaceae com potencial de uso na restauração da Mata Atlântica;

Capítulo 6: Fertilização de espécies arbóreas nativas;

Capítulo 7: Uso de técnicas de nucleação como ferramenta para ampliar o potencial de sucesso da restauração ecológica;

Capítulo 8: Semeadura direta na restauração ecológica da Mata Atlântica; e

Capítulo 9: Restauração florestal em áreas degradadas, ou perturbadas, de Mata Atlântica sob invasão biológica.

Autores	Capítulo
<i>André César Pinheiro</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/ 5640240115758381 E-mail: andrepcesar@hotmail.com	7
<i>Anne Priscila Dias Gonzaga</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3457070198865502 E-mail: diaspri@gmail.com	1, 2 e 3
<i>Arthur Duarte Vieira</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/0607482160914859 E-mail: arthur.duartevieira@gmail.com	2
<i>Bárbara Costa Diniz Barros</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/8751856193592494 E-mail: barbarabarros1992@hotmail.com	1
<i>Cristiany Silva Amaral</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3154666906400484 E-mail: cristianyamaral@yahoo.com.br	8
<i>Darlina Costa Fonseca</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/4182647276712681 E-mail: darlyfonseca@hotmail.com	1
<i>Deleon Rodrigues da Silva Sousa</i> Discente egresso da UFVJM/DEF http://lattes.cnpq.br/4983476157438881 E-mail: deleonrodrigues10@hotmail.com	3
<i>Eliane Cristina Sampaio de Freitas</i> Docente da UFVJM http://lattes.cnpq.br/7525975084334972 E-mail: elianesampaiofreitas@hotmail.com	4
<i>Elisa de Moraes Paschoal</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/5796023884501246 E-mail: elisapaschoal@gmail.com	2

Autores	Capítulo
<i>Enilson Barros Silva</i> Docente da UFVJM/PPPV http://lattes.cnpq.br/4698373322348738 E-mail: enilson.barros.silva@gmail.com	6
<i>Evandro Luiz Mendonça Machado</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3154666906400484 E-mail: machadoelm@gmail.com	1, 2, 3 e 8
<i>Fillipe Vieira de Araújo</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/8563325852368659 E-mail: fillipe.vieira10@gmail.com	8
<i>Gleica Cândido Santos</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/6596837262123277 E-mail: gleicacandidosantos@gmail.com	9
<i>Israel Marinho Pereira</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/4731214583033664 E-mail: imarinhopereira@gmail.com.br	1, 4, 5, 7, 8 e 9
<i>Jair Eustáquio Quintino de Faria Júnior</i> Biólogo, Doutor em Botânica pela Universidade de Brasília/UnB http://lattes.cnpq.br/3214384669945455 E-mail: jairquintino@yahoo.com.br	2
<i>João Carlos Costa Guimarães</i> Docente da UFSJ/Campus de Sete Lagoas. http://lattes.cnpq.br/1603342229743855 E-mail: joao.guimaraes77@gmail.com	7 e 9
<i>Juliana Barlatti Vieira</i> Discente egresso da UFVJM/DEF http://lattes.cnpq.br/2128697284484481 E-mail: jubarlatti@hotmail.com	3
<i>Laís Grazielle Silva</i> Docente da UFV/Campus Florestal http://lattes.cnpq.br/7633535201032334 E-mail: lais.engflorestal@yahoo.com.br	4

Autores	Capítulo
<i>Lilian de Almeida Brito</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/4698373322348738 E-mail: liliandab2@gmail.com	5 e 9
<i>Luiz Carlos Araújo</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/6542688647873916 E-mail: luizcarlos.engflorestal@gmail.com	3
<i>Luiz Felipe Ramalho de Oliveira</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/0933108627211102 E-mail: luizfelipe@florestal.eng.br	6
<i>Manoel Cláudio Silva Júnior</i> Docente da UnB http://lattes.cnpq.br/2351742502156032 E-mail: mcsj@unb.br	3
<i>Marcelo Leandro Bueno</i> Pós-Doutorando/UFV http://lattes.cnpq.br/8241837702195694 E-mail: buenotanica@gmail.com	2
<i>Marco Aurélio Cardoso Murta</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/9253123759594163 E-mail: marcoambiental01@yahoo.com.br	2
<i>Michele Aparecida Pereira da Silva</i> Pós-Doutoranda/UFLA http://lattes.cnpq.br/1960759692260956 E-mail: michelesilva04@yahoo.com.br	5
<i>Miranda Titon</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3881685523998904 E-mail: mirandatiton@gmail.com	4 e 9
<i>Múcio Mágnio Farnezi</i> Técnico/DEF/UFVJM http://lattes.cnpq.br/3632820037940391 E-mail: muciomagno@yahoo.com.br	6

Autores	Capítulo
<i>Raquel do Rosário Gomes</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/9728055624316589 E-mail: raquelkpelinha@hotmail.com	1 e 2
<i>Reynaldo Campos Santana</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3588575605488750 E-mail: silviculturaufvjm@yahoo.com.br	4 e 6
<i>Rodrigo Avendanha Liboni</i> Engenheiro Florestal analista Ambiental da Companhia Energética de Minas Gerais S/A http://lattes.cnpq.br/6459162888367317 E-mail: rodrigoliboni.l0@gmail.com	2
<i>Sebastião Lourenço de Assis Júnior</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/6348960601415421 E-mail: assisjr_ento@yahoo.com.br	4
<i>Thaís Ribeiro Costa</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/6760078833393368 E-mail: thaisriber@hotmail.com	1 e 2
<i>Vanessa Pontara</i> Pós-Doutoranda/UFV http://lattes.cnpq.br/9292224014880034 E-mail: vanessapontara@gmail.com	2
<i>Vitor Antunes Martins da Costa</i> Discente egresso da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/1258957640799578 E-mail: vitor._antunes@hotmail.com	5
<i>Wander Gladson Amaral</i> Discente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/5667836119013624 E-mail: wander.amaral@yahoo.com.br	8

Revisores	Capítulo
<i>Ademir Reis</i> Docente aposentado da UFSC http://lattes.cnpq.br/4054224778685286 E-mail: ademir.reis.ufsc@gmail.com	7
<i>Glauciana da Mata Ataíde</i> Docente da UFSJ/Campus Sete Lagoas http://lattes.cnpq.br/8001032010519406 E-mail: glaucianadamata@yahoo.com.br	4
<i>Luciana Botezelli</i> Docente da UNIFAL, campus Poços de Caldas http://lattes.cnpq.br/9663804820756262 E-mail: luciana.botezelli@gmail.com	3 e 8
<i>Luiz Fernando Duarte de Moraes</i> Pesquisador da Embrapa Agrobiologia http://lattes.cnpq.br/0374432757124562 E-mail: luiz.moraes@embrapa.br	5
<i>Marcio Leles Romarco de Oliveira</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/1808132114787261 E-mail: marcioromarco@gmail.com	2
<i>Miranda Titon</i> Docente da UFVJM/PPGCF http://lattes.cnpq.br/3881685523998904 E-mail: mirandatiton@gmail.com	1
<i>Paulo Sérgio dos Santos Leles</i> Docente da UFRRJ/PPCAF http://lattes.cnpq.br/5282467245721201 E-mail: pleles@ufrj.br	9
<i>Regis Pereira Venturin</i> Pesquisador da EPAMIG http://lattes.cnpq.br/4415899727209157 E-mail: regis@epamig.br	6
<i>Robério Anastácio Ferreira</i> Docente da UFS/PPGAGRI http://lattes.cnpq.br/2608135146877558 E-mail: raf@ufs.br	8

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	21
Seleção de árvores matrizes no contexto da restauração florestal	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. ASPECTOS GERAIS DA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL	20
2.1 Sistemas sexuais e variabilidade genética	23
2.2 Sistemas reprodutivos.....	27
2.3 Polinização	29
2.4 Variabilidade genética.....	35
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO 2	49
Diversidade e caracterização funcional de espécies de Mata Atlântica com potencial de uso na restauração florestal	49
1. INTRODUÇÃO	49
2. ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA BASE PARA O ESTUDO	50
3. COMPOSIÇÃO E STATUS DE CONSERVAÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA RPPN FARTURA.....	51
3.1 Composição da flora	51
3.2 Status de conservação	82
3.3 Categorias funcionais da flora arbórea da RPPN Fartura	85
3.3.1 Grupos funcionais	85
3.3.2 Sistema sexual.....	85
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
CAPÍTULO 3	107
Guia de identificação de plântulas de espécies com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas	107
1. INTRODUÇÃO	107
2. PROCEDIMENTOS PARA COLETA, GERMINAÇÃO E REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS.....	110
3. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS ESTÁDIOS DAS PLÂNTULAS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS	112
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
CAPÍTULO 4	163
Silvicultura de espécies nativas: subsídio para a restauração florestal	163
1. INTRODUÇÃO	163
2. HISTÓRICO DA SILVICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL	165
3. ESCOLHA DAS ESPÉCIES	167
4. ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	169
5. LIMPEZA E PREPARO DO SOLO DA ÁREA DE PLANTIO	171
6. COVAS DE PLANTIO.....	174
7. ADUBAÇÃO BASE OU PLANTIO	176
8. PLANTIO DE MUDAS	178
9. BIOLOGIA E CONTROLE DE FORMIGAS-CORTADEIRAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSSISTEMAS.....	180
9.1 Importância e comportamento daninho.....	180

9.2 Principais grupos.....	181
9.3 Características biológicas	183
9.4 Características dos ninhos.....	183
9.5 Forrageamento	184
9.6 Táticas de controle	184
9.6.1 Controle físico	185
9.6.2 Controle mecânico	185
9.6.3 Controle cultural.....	186
9.6.4 Controle por resistência	186
9.6.5 Controle biológico	187
9.6.6 Controle químico.....	188
9.7 Etapas do controle	190
9.7.1 Controle inicial (pré-plantio)	190
9.7.2 Controle no plantio	191
9.7.3 Repasse (pós-plantio).....	191
9.7.4 Manutenção e monitoramento	191
10. CONTROLE DA MATOCOMPETIÇÃO	191
10.1 Controle cultural	195
10.2 Controle químico.....	198
10.3 Controle físico	199
11. MODELOS SILVICULTURAIS PARA A RECOMPOSIÇÃO DE APPs E RL	202
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS	203
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
CAPÍTULO 5	213
Aspectos ecológicos e silviculturais de Fabaceae da Mata Atlântica com potencial de uso na restauração florestal.....	213
1. INTRODUÇÃO	213
2. IMPORTÂNCIA DA FAMÍLIA FABACEAE NO CONTEXTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	214
3. ESPÉCIES DA FAMÍLIA FABACEAE COM POTENCIAL DE USO NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	217
3.1 Angico	217
3.2 Fedegoso.....	221
3.3 Pau-jacaré	224
3.4 Tamboril.....	227
3.5 Bico-de-pato	230
3.6 Copaíba.....	233
3.7 Ingá-mirim.....	237
3.8 Jatobá.....	240
3.9 Angico-amarelo.....	244
3.10 Monjoleiro	248
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	251
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	251
CAPÍTULO 6	273
Fertilização de espécies arbóreas nativas.....	273
1. INTRODUÇÃO	273
2. LEIS GERAIS DA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS.....	273
3. FERTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	274

4. AMOSTRAGEM DO SOLO EM PLANTIO FLORESTAIS	277
5. DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO E CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	279
6. PROCEDIMENTOS PARA FERTILIZAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE FERTILIZANTES PARA ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS	286
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	289
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	289
CAPÍTULO 7	297
Uso de técnicas de nucleação como ferramenta para ampliar o potencial de sucesso da restauração ecológica	297
1. INTRODUÇÃO	297
2. NUCLEAÇÃO NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	299
3. TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO APLICADAS À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	300
3.1 Uso de poleiros para a formação de núcleos.....	300
3.1.1 Poleiros naturais.....	301
3.1.2 Poleiros artificiais	302
3.2 Transposição de galharia.....	307
3.3 Transposição de serapilheira.....	309
3.4 Transposição de <i>topsoil</i>	313
3.5 Transposição de chuva de sementes.....	320
3.6 Plantio de espécies florestais nativas em ilhas	321
4. PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA NUCLEAÇÃO PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	323
5. APLICAÇÃO DA NUCLEAÇÃO EM GRANDES EMPREENDIMENTOS.....	324
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	325
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	326
CAPÍTULO 8	333
Semeadura direta na restauração ecológica da Mata Atlântica	333
1. INTRODUÇÃO	333
2. HISTÓRICO DE USO DA SEMEADURA DIRETA NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	335
3. MÉTODOS DE APLICAÇÃO DA SEMEADURA DIRETA	338
3.1 Semeadura direta em pontos ou covas.....	338
3.2 Semeadura direta em linhas ou sulcos	340
3.3 Semeadura direta a lanço	341
3.4 Muvuca de sementes.....	342
3.5 Semeadura de bolas ou bombas de sementes	347
4. FATORES QUE AFETAM O SUCESSO DA SEMEADURA DIRETA	350
4.1 Seleção de espécies	350
4.2 Coleta de sementes	351
4.3 Efeitos do microssítio.....	355
4.4 Controle de plantas competidoras.....	355
4.5 Quebra de dormência.....	357
4.6 Densidade de sementes.....	358
4.7 Tamanho de sementes.....	358
4.8 Predação de sementes.....	359
4.9 Uso de protetor físico	359
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	361
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	362

CAPÍTULO 9	371
Restauração florestal de áreas de Mata Atlântica sob invasão biológica.....	371
1. INTRODUÇÃO	371
2. PLANEJAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL.....	372
2.1 Histórico de uso do solo.....	373
2.2 Identificação do ecossistema de Mata Atlântica a ser restaurado.....	374
2.3 Níveis de alterações e fatores de degradação.....	374
2.4 Reconhecimento da paisagem.....	375
2.5 Mapeamento das áreas e zoneamento ambiental	375
3. FATORES DE DEGRADAÇÃO: ELIMINAÇÃO E PREVENÇÃO	376
4. REGENERAÇÃO NATURAL NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA	379
4.1 Indução da regeneração natural na restauração florestal da Mata Atlântica	381
4.2 Condução da regeneração natural na Mata Atlântica.....	384
4.3 Fatores limitantes à regeneração natural	388
4.3.1 Histórico da área	388
4.3.2 Presença de espécies indesejáveis.....	388
4.3.3 Distância das fontes de propágulos.....	389
4.3.4 Banco de sementes	389
4.3.5 Tipo de matriz	390
4.3.6 Posição da área a ser restaurada em relação aos fragmentos remanescentes.....	390
5. PLANTIO DE MUDAS E SEMEADURA NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA	393
5.1 Plantio em área total	394
5.2 Plantio de adensamento (ou reconhecimento)	394
5.3 Plantio de enriquecimento (ou diversidade).....	395
5.4 Semeadura direta.....	396
6. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA	398
7. ARRANJO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL NO PLANTIO DE MUDAS	399
7.1 Modelos e arranjos de plantio	399
7.2 Plantio em módulos.....	402
7.2.1 Plantio de mudas em ilhas de alta diversidade	403
7.2.2 Plantio em grupos de Anderson	405
7.2.3 Plantio em leque	405
7.3 Plantio em linhas	407
7.3.1 Plantio aleatório.....	407
7.3.2 Plantio em linha com espécies pioneiras e não pioneiras.....	408
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	411
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	412

CAPÍTULO 1

Seleção de árvores matrizes no contexto da restauração florestal

*Evandro Luiz Mendonça Machado
Anne Priscila Dias Gonzaga
Darliana Costa Fonseca
Raquel do Rosário Gomes
Thaís Ribeiro Costa
Bárbara Costa Diniz Barros
Israel Marinho Pereira*

1. INTRODUÇÃO

A demanda por sementes de espécies nativas para fomentar programas de recuperação de áreas degradadas é cada vez maior. Por exemplo, na COP-21 (21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC), realizada em Paris no final de 2015, o Brasil apresentou uma série de indicadores que o levará a cumprir suas metas de redução das emissões de carbono. Um desses apontadores é restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 (o equivalente a uma área pouco maior do que a do estado de Pernambuco).

No entanto, constata-se que há um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de sementes de espécies florestais nativas com qualidade genética adequada para atender às metas dos programas governamentais e às iniciativas de outros agentes (públicos, privados ou particulares) (HIGA; DUQUE SILVA, 2006). Apesar dos esforços de regulamentação e organização, as informações são dispersas e as estimativas sobre esse tema são frequentes. Alterações nos Códigos, nas Leis, nos Decretos e nas Instruções Normativas buscam regular e incentivar o fortalecimento

de uma política florestal brasileira que propicie a preservação e o uso sustentável dos recursos.

Neste sentido, há um esforço, por parte da Comissão Técnica de Sementes e Mudanças de Espécies Florestais Nativas e Exóticas, em avaliar e propor as adequações necessárias para que a legislação atenda às necessidades do setor, garantido a qualidade do produto a ser comercializado, a diversidade genética, bem como o direito de propriedade de seus detentores (PIRES, 2009; RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014). Entretanto, no caso das espécies nativas, as normas existentes não auxiliam na organização da cadeia produtiva do setor, pois trazem exigências difíceis de serem cumpridas com a atual infraestrutura de produção e análise disponível (SILVA et al., 2015).

As regras estabelecidas são aplicadas de forma generalizada, tanto para as espécies nativas, como para as exóticas. O tratamento indiscriminado para as espécies nativas e as exóticas é considerado problemático, pois, geralmente, as espécies exóticas são plantadas em talhões puros e homogêneos, enquanto as espécies nativas costumam ser destinadas à restauração de ambientes degradados e são plantadas visando à obtenção de povoamentos heterogêneos e de alta diversidade (interespecífica e intraespecífica) (SANTILLI, 2012). Destaca-se ainda que alguns controles operacionais, além de complexos, são redundantes, por exemplo, a norma exige que o produtor informe uma previsão da produção e também declare o que foi produzido. Para espécies nativas essa previsão é instável e imprecisa, pois depende de questões ambientais que são extremamente variáveis. Além disso, o excesso de documentação prejudica a logística da produção e dificulta a inserção de pequenos produtores e comunidades tradicionais no sistema formal de produção e comercialização.

Na tentativa de solucionar parte desses problemas, foi concebido, no ano 2000, o Programa Nacional de Florestas (PNF). O PNF, juntamente com o Fundo Nacional do Meio Ambiente, estimulou a criação de redes (locais e/ou regionais), objetivando, acima de tudo, a estruturação de redes de informação, produção, armazenamento e comercialização de sementes e propágulos de espécies florestais nativas, estabelecendo requisitos técnicos mínimos para a atividade e a capacitação de agentes públicos e privados para o desenvolvimento e gerenciamento de suas diversas operações (FRANÇA-NETO, 2009; PINTO et al., 2009).

O desenvolvimento do setor encontra entraves na legislação, como os apontados anteriormente, mas também em aspectos técnicos. Muitas vezes os

procedimentos, as técnicas e as práticas utilizadas foram desenvolvidos para outras finalidades que não para a produção de sementes de espécies nativas. Neste capítulo pretende-se abordar os fundamentos básicos da seleção de árvores matrizes de elevada diversidade genética para atender aos programas de recuperação de áreas degradadas.

2. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES NATIVAS

Para implantação de um sistema de produção de sementes nativas com elevada qualidade e diversidade genética, são necessários alguns conhecimentos prévios. A definição das espécies a serem coletadas, as características ecológicas (adaptação e plasticidade da espécie, ritmos de crescimento e nicho ecológico) e as estratégias reprodutivas (eventos reprodutivos em massa ou extensivos, sazonalidade e fenologia) são amplamente discutidas e apresentadas como determinantes para a viabilidade de programas de recuperação de áreas degradadas. Entretanto, outros fatores são negligenciados ou pouco elucidados, são eles:

- a) sistema sexual (monoica, dioica e hermafrodita);
- b) sistema reprodutivo (autogamia e alogamia); e
- c) sistema de polinização (autopolinização ou polinização cruzada).

Esses fatores determinam o sucesso reprodutivo, a estrutura e a diversidade genética, bem como a distribuição espacial dos genótipos. Desta forma, vamos procurar elucidar como esses fatores afetam o estabelecimento de um sistema de produção de sementes florestais nativas.

2.1. Sistemas sexuais e variabilidade genética

As plantas são seres sésseis e, diferentemente dos animais, não têm a capacidade de escolha do ambiente (ALLIEN; ANTOS, 1993), pelo menos não diretamente. Assim, a ocorrência dos indivíduos de uma população é definida pela localização da planta-mãe e pela sua capacidade de dispersão de sementes (ALLIEN; ANTOS, 1993; NANAMI et al., 1999). A compreensão da biologia reprodutiva de plantas, atualmente, é considerada uma ferramenta eficiente nos estudos de conservação e manejo das espécies vegetais (RIGUETE et al., 2012; SOUZA et al., 2015). O sistema reprodutivo de espécies vegetais determina o modo de recombinação gênica

ao longo de gerações, contribuindo para a estruturação e manutenção da população, por meio das taxas de cruzamento e autofecundação, da proporção de cruzamentos endogâmicos e da fecundação cruzada (SOUZA et al., 2015).

A diversidade reprodutiva das plantas é representada pela combinação entre sistemas de polinização e acasalamento (BARRETT, 2008; BARRETT; HARDER, 2017) e possui um requintado conjunto de estratégias morfológicas e fisiológicas que limitam os efeitos genéticos deletérios por meio da promoção da dispersão efetiva de pólen entre indivíduos não aparentados (BARRETT et al., 2008; BARRETT; CROWSON, 2016; BARRETT; HARDER, 2017). Além disso, o sistema reprodutivo influencia a diversidade genética das populações, promove a recombinação gênica, determina o tamanho efetivo da população e promove o fluxo gênico (BARRETT et al., 2008).

Entre as espécies de angiospermas, a maioria possui flores hermafroditas (BARRETT; HARDEN, 1996; BARRETT, 2002; BARRETT; CROWSON, 2016; BARRETT; HARDER, 2017) e apenas 10% são flores unissexuais, ou seja, flores com órgãos sexuais masculinos ou femininos (BARRETT, 2002; BARRETT; CROWSON, 2016). Plantas hermafroditas e dioicas são os dois maiores sistemas sexuais, representando condições extremas de um contínuo de adaptações reprodutivas possíveis (ZHANG; HE, 2017). Segundo Bawa (1979), aproximadamente 65% das espécies são hermafroditas, 20% apresentam dioicéia e 15% são monoicas.

O hermafroditismo é considerado quando todos os indivíduos da população apresentam flores bissexuais ou “perfeitas”, com órgãos sexuais masculinos e femininos na mesma estrutura floral (BAWA, 1980; BARRETT, 2002; BARRETT; CROWSON, 2016; CASIMIRO-SORIGUER et al., 2016) (Figura 1). As espécies hermafroditas podem apresentar uma variedade de estruturas florais e adaptações temporais de exposição de flores (BARRETT, 2002; BARRETT et al., 2008), evitando a autopolinização com arranjos em que os estames são morfológicamente afastados dos estigmas ou se tornam fisiologicamente viáveis em diferentes momentos (BARRETT, 2002). Apesar de apresentar uma diversidade de adaptações reprodutivas para evitar a autopolinização, flores hermafroditas podem ser autofecundadas (BARRETT; HARDEN, 1996), gerando descendentes geneticamente homogêneos e diminuindo a variabilidade genética. No entanto, o processo de autofecundação em espécies hermafroditas representa uma evolução adaptativa, em que, por meio da autopolinização, a espécie pode maximizar a reprodução em ambientes restritos ou com baixa densidade, conhecido como

“garantia da reprodução”, mas, como consequência, em espécies autocompatíveis, pode promover a depressão endogâmica na população (BARRETT, 2010; BARRETT; HARDER, 2017).

A monoícia é o sistema sexual em que as flores apresentam apenas um conjunto de órgãos sexuais, sendo consideradas masculinas quando apresentam apenas o androceu e femininas quando se observa apenas o gineceu, podendo variar o número de flores de cada sexo em um mesmo indivíduo (BARRETT, 2002; GALEN et al., 2017). Nesse sistema, os indivíduos da população apresentam flores masculinas e femininas na mesma planta (BAWA, 1980; BARRETT, 2010; BARRETT; CROWSON, 2016; CASIMIRO-SORIGUER et al., 2016) (Figura 1), representando uma forma de reprodução que previne a autopolinização (BARRETT; CROWSON, 2016).

Plantas dioicas apresentam adaptações reprodutivas em que os sistemas sexuais estão presentes em indivíduos separados (BAWA, 1980; BARRETT; CROWSON, 2016; GALEN et al., 2017), em que a planta masculina apresenta flores estaminadas especializadas para a produção de grãos de pólen e a feminina possui flores pistiladas que garantem a produção de óvulos, a fecundação e a formação de sementes e frutos (Figura 1). Nesse sistema, as funções de ambos os sexos obtêm a máxima aptidão sexual, uma vez que tanto as plantas masculinas quanto as femininas contribuem igualmente para a produção de sementes (BARRETT; CROWSON, 2016; CASIMIRO-SORIGUER et al., 2016). A dioícia representa um sistema sexual que previne a autopolinização de forma absoluta, como meio de evitar os efeitos deletérios da endogamia por meio da autoincompatibilidade sexual (AINSWORTH, 2000; BARRETT, 2010), pela obrigatoriedade da fecundação cruzada entre os indivíduos (HOUSE, 1992). Essa obrigatoriedade pode resultar em restrições dependentes do fluxo polínico e na intensa produção de sementes para garantir maior variabilidade genética intrapopulacional (HOUSE, 1992).

A combinação entre os sistemas sexuais pode gerar populações com padrões sexuais intermediários, sendo possível observar uma variedade de combinações que vão desde populações apenas com flores bissexuadas até populações com diferentes indivíduos apresentando flores hermafroditas, masculinas e femininas (BARRETT, 2002; BARRETT, 2010; BARRETT; CROWSON, 2016) (Figura 1). Por esse motivo, Barrett e Crowson (2016) orientam considerar a estratégia sexual da população como uma definição do tipo de sistema sexual, e não exclusivamente a morfologia floral dos indivíduos.

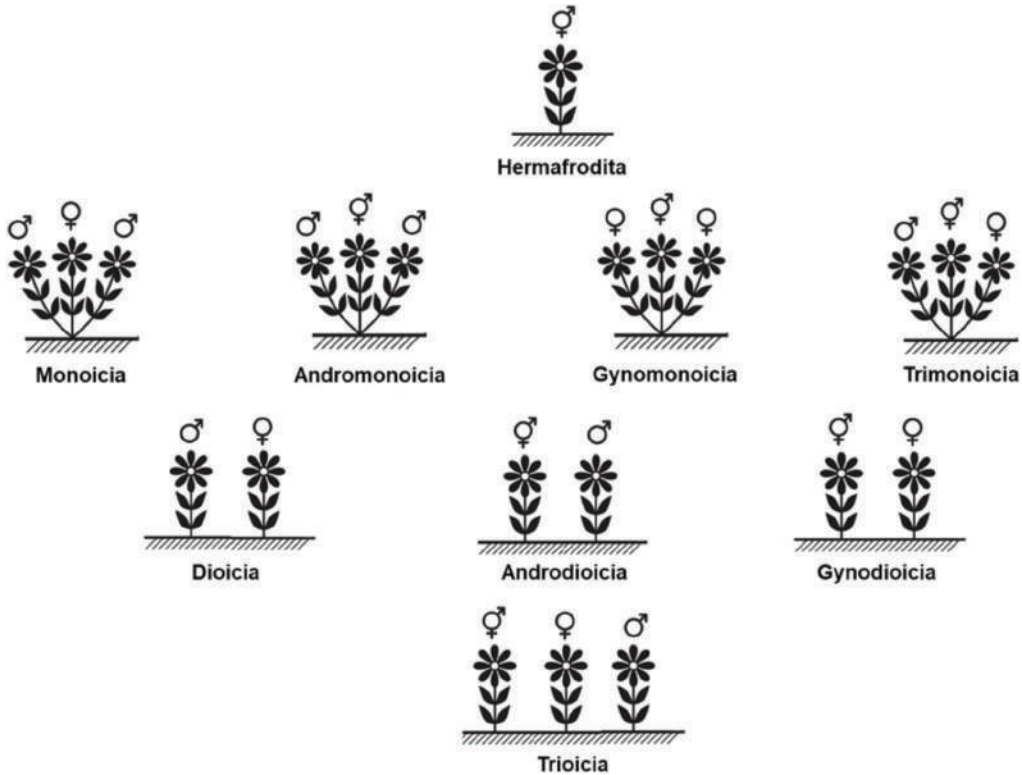


Figura 1

Sistemas sexuais observados em populações vegetais e suas variações intermediárias.

Os sistemas sexuais e os padrões de acasalamento são os principais mecanismos que garantem a transmissão genética e a diversidade existente nas populações de espécies lenhosas (OLSON et al., 2016). As diferentes estratégias reprodutivas podem influenciar a fecundação e afetar a variabilidade genética das populações e, conseqüentemente, a aptidão da prole (BARRETT; CROWSON, 2016).

A autoincompatibilidade sexual é apresentada como uma barreira genética para evitar a endogamia (BUSCH; SCHOEN, 2008). Espécies que possuem auto-compatibilidade e autoincompatibilidade apresentam uma tênue distinção na sua funcionalidade (BAWA, 1979). Espécies autocompatíveis apresentam uma vantagem em relação às autoincompatíveis, uma vez que podem estabelecer uma maior quantidade de fruto e gerar menos gastos com a perda de gametas não fecundados (BAWA, 1974). Por outro lado, fecundação cruzada é vista como um mecanismo de reprodução que oferece benefícios qualitativos em relação à manutenção da

diversidade genética na população (BARRETT; HARDER, 2017). Para isso, as espécies investem em estratégias e mecanismos que garantam uma produção de pólen de qualidade, uma melhor exibição floral e uma apresentação polínica adequada (BARRETT; HARDER, 2017).

Em uma população, a diversidade genética pode ocorrer através da fecundação, por meio da recepção de gametas de múltiplos parceiros reprodutivos, fornecendo vantagens quantitativas e qualitativas em uma situação de baixa densidade (BARRETT; HARDER, 2017). Mas esse processo é benéfico a partir da recepção de pólen de qualidade, sendo possível aumentar a qualidade genética das sementes geradas (BARRETT; HARDER, 2017). Como forma de garantir a qualidade genética das sementes produzidas, algumas espécies de plantas apresentam o mecanismo mais eficiente: a ocorrência dos órgãos sexuais em flores separadas, como acontece na monoiccia e na dioiccia (BARRETT; HARDER, 2017). No entanto, as plantas devem garantir que estão recebendo pólen de parceiros não aparentados, e para isso algumas espécies podem apresentar mecanismos que evitem a fecundação com pólen de qualidade inferior, seja por meio do retardo no crescimento do tubo polínico (BAWA, 1979; BAWA et al., 1985a; BARRETT; HARDER, 2017), seja por meio da competição entre pólenes. Na tentativa de atingir o estigma, a planta materna pode favorecer o pólen de plantas menos aparentadas, ou as sementes podem ser abortadas, caracterizando uma seleção pós-polinização (TEIXEIRA et al., 2009), ou apresentar mecanismos que permitem a seleção pós-recepção para reduzir as taxas de endogamia (AUSTERLITZ et al., 2012; BROADHUST, 2015), por meio do aborto seletivo de sementes pré-maturação ou produção de sementes de má qualidade que apresentarão restrições para germinação (AUSTERLITZ et al., 2012).

2.2. Sistemas reprodutivos

O tipo de sistema reprodutivo determina o modo de transmissão de genes de uma geração a outra (BROW, 1989), o que faz, conseqüentemente, com que as investigações sobre a dinâmica da mudança genética estejam concernidas, direta ou indiretamente, com o processo de cruzamento (CLEGG, 1980). Desta forma, o sistema reprodutivo não somente determina as frequências genotípicas subsequentes, mas também afeta os parâmetros genéticos populacionais, como fluxo gênico e seleção (HAMRICK; GODT, 1990).

Existem dois tipos principais de sistemas de cruzamento natural por meio sexual de reprodução de espécies vegetais: autogamia e alogamia (Figura 2). Na autogamia ocorre a fusão dos gametas masculino e feminino do mesmo indivíduo. Já na alogamia ocorre a fusão dos gametas masculino e feminino entre indivíduos diferentes (VALOIS et al., 1996). Além da autogamia e alogamia, as plantas ainda podem se reproduzir por meio da geitonogamia (transferência do pólen da antera para o estigma de outra flor situada na mesma planta) e da xenogamia (transferência do pólen da antera para o estigma de uma flor situada em outra planta de outra espécie).

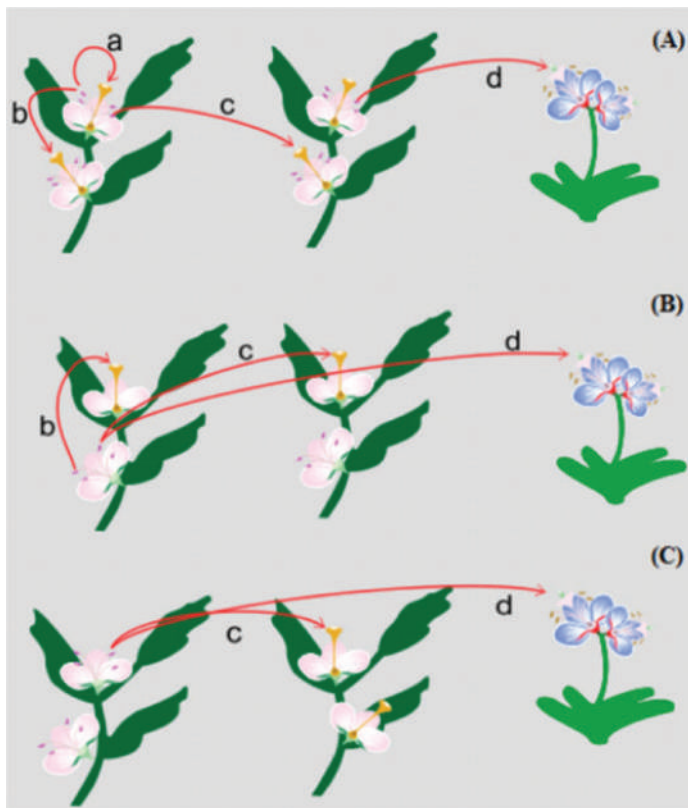


Figura 2

Representação da expressão sexual de plantas. (A) hermafroditas, (B) monoicas (indivíduos com flores masculinas e femininas) e (C) dioicas (indivíduos com flores masculinas ou femininas). Autogamia (a), geitonogamia (b) e alogamia (c) são modos de polinização que efetivamente promovem a formação de embriões. A transferência de grãos de pólen de uma espécie de planta para outra (xenogamia - d) raramente ocorre em condições naturais, e quando ocorre dá origem a híbridos.

Fonte: modificada de Peruquetti et. al. (2018).

A alogamia tende à alta heterozigosidade, condicionada pela reduzida divergência devido ao elevado fluxo de pólen. O maior fluxo gênico leva à menor correção entre os gametas, indicando maior tamanho populacional efetivo. Já a autogamia tende a apresentar baixa heterozigosidade, possibilitando o aumento da divergência devido à deriva e ao fluxo gênico reduzido. Isso ocorre em razão da maior correlação entre os gametas, levando à homogeneidade dos genótipos dentro de uma linhagem, ou seja, maior diferenciação e menor fluxo gênico, conseqüentemente o tamanho populacional efetivo cai, o que pode levar à deriva.

Para impedir a autogamia, as plantas desenvolveram diferentes mecanismos, que podem ser temporais, genéticos, fisiológicos e/ou morfológicos. Dicogamia (mecanismo temporal) é a maturação temporal diferenciada entre o androceu e o gineceu de uma mesma flor, ou entre flores estaminadas e pistiladas de um mesmo indivíduo. Quando os órgãos sexuais masculinos são os primeiros a atingir a maturidade e a tornar-se ativos, o processo é denominado de protandria. Já quando os órgãos sexuais femininos são os primeiros a atingir a maturidade e a tornar-se ativos, denomina-se de protoginia. Como mecanismos morfológicos, tem-se a hercogamia, ou seja, a liberação e recepção de pólen espacialmente separados em uma flor ou em um indivíduo; a heterostilia, quando o estame e o pistilo possuem tamanhos diferentes; e a hercogamia, quando há um obstáculo entre o gineceu e o androceu. O sistema de compatibilidade (mecanismos genético/fisiológicos), também conhecido como autoincompatibilidade, é a incapacidade de um indivíduo que produz pólen fértil de reproduzir sementes após autopolinização.

2.3. Polinização

A polinização é o processo pelo qual as plantas com flores se reproduzem por meio da transferência de pólen dos órgãos masculinos das flores para os femininos da mesma flor ou de outras flores (GALEN et al., 2017), sendo crucial às comunidades vegetais, pois as oportunidades de fecundação e a quantidade e qualidade do pólen carregado determinam o sucesso da reprodução (BARRETT; HARDER, 1996; BARRETT; CROWSON, 2016). Para isso, as plantas são dependentes de vetores para conduzir os gametas masculinos até o gameta feminino (BARRETT; HARDER, 1996; BARRETT; CROWSON, 2016; BARRETT; HARDER, 2017; GALEN et al., 2017). Neste sentido, o vetor desempenha papel fundamental para garantir o fluxo gênico e o sucesso reprodutivo. As estratégias de atração, morfologia floral e recompensa são essenciais para garantir a manutenção de populações viáveis (Tabela 1).

Tabela 1

Principais síndromes de polinização, características da morfologia floral, distância e direção percorrida e recursos atrativos

Agente	Síndrome	Vetor	Características Florais	Distância e Direção Percorrida pelo Vetor	Recursos Atrativos
BIÓTTICOS	Melitofilia	Abelha	Principais agentes polinizadores de flores Antese diurna Quase sempre são atraídas por cores chamativas (amarelas, azuis, lilás) e com odor adocicado; Corolas abertas e tubulares. (não percebem flores completamente vermelhas) refletem luz ultravioleta Utilizam o estigma da flor feminina como “pista de pouso” e ao apoiar-se nas pernas traseiras atingem o néctar localizado na base da flor, próximo ao disco estaminal. Levam aderidos ao seu corpo o pólen de uma	Curta	Néctar, pólen, óleo ou resina
	Psicofilia	Borboleta	Podem ser separadas em duas grandes guildas: frugívoras e nectarívoras Antese diurna O néctar fica acessível apenas às peças bucais sugadoras e longas, formando um tubo aspirante espiralado (probóscide) Típica de flores de cores vibrantes: vermelhas, amarelas, alaranjadas ou azuis, tubulares (tubos longos e estreitos) ou em calçar, direcionadas para cima Odor fraco, bem suave	Curta	Néctar e às vezes pólen
	Falenofilia	Mariposa	Antese noturna ou crepuscular Flores com néctar escondido Não se apoiam na flor, usam a espirotromba Está associada a flores de cores claras, esmaecidas e pendentes para baixo, de aroma adocicado exalado ao anoitecer	Curta	Néctar

Continua...

Tabela 1, cont.

Agente	Síndrome	Vetor	Características Florais	Distância e Direção Percorrida pelo Vetor	Recursos Atrativos
BIÓTTICOS					
	Miofilia	Mosca	Antese diurna Flores polinizadas por moscas são pouco atrativas, apresenta cores claras, marrom ou púrpura, mas possuem um odor forte, doce, fétido, característico Possuem néctar de fácil acesso	Curta distância e direcional	Néctar e pólen
	Cantarofilia	Besouro	Antese noturna Flores polinizadas pelos besouros são muito claras, brancas ou pouco coloridas Pétalas e sépalas carnosas. São abertas em forma de bacia Possuem muito pólen; néctar ausente Flores que exalam odor forte, variado, frutal, acre ou em decomposição Os besouros se alimentam de tecidos vegetais	Curta distância e direcional	Pólen
	Mimercofilia	Formiga	Antese diurna Pétalas e sépalas carnosas. São abertas em forma de bacia Flores com cores vistosas: (azul, amarelo, laranja), com formato que lhes sirva de plataforma de pouso, e odor forte, como o perfume de rosa	Curta distância e direcional	Néctar, pólen, óleo ou resina

Continua...

Tabela 1, cont.

Agente	Síndrome	Vetor	Características Florais	Distância e Direção Percorrida pelo Vetor	Recursos Atrativos
BIÓTTICOS	Ornitofilia	Ave	Os beija-flores são as aves mais especializadas na polinização. Não entram em contato com o tubo floral Antese diurna Atração: angiospermas vistosas com cores vibrantes, principalmente vermelhas e alaranjadas Abundância de néctar, ausência de odor, corolas tubulares e nectário distante do estigma e das anteras Órgãos de reprodução evidentes	Curta distância e direcional	Néctar
	Quiropterofilia	Morcego	Antese noturna Se alimentam de néctar abundante, alcançando o fundo dos tubos florais Preferem flores claras; brancas ou amarelo-claro, que facilitam a visualização Odor forte característico, muito perfumadas e que duram uma noite Flores grandes, abertas, solitárias e que ficam expostas na folhagem; com muitos estames	Longa distância e não direcional	Néctar
BIÓTTICOS	Anemofilia	Vento	Flores reduzidas que produzem muito pólen Sem aroma e sem néctar e cores muito claras; predominantes do tons verdes e cremes Corolas pequenas ou ausentes (flores nuas). Sépalas e pétalas pouco desenvolvidas Possuem órgãos de reprodução evidentes Predomina na vegetação de clima seco. Típico de coníferas, gramíneas	Longa distância e não direcional	Não se aplica

Tem sido dada maior importância ao diferencial da atratividade, uma vez que visitantes específicos são observados em determinadas flores, o que levou ao estabelecimento das síndromes de polinização, baseadas na cor e forma das flores, na presença de recompensas e nos odores, e sistemas sexuais supostamente adaptados a tipos específicos de polinizadores (FAEGRI; PIJL, 1979). A tradicional visão em estudos de polinização com base no conceito de síndrome (FAEGRI; PIJL, 1979) sustenta que sistemas de polinização tendem à especialização.

A eficiência dos vetores é influenciada pela intensidade do fluxo, no caso dos vetores abióticos, ou pelo interesse dos animais polinizadores por atrativos fornecidos pelas flores (BARRETT; HARDER, 2017). Assim, polinizadores bióticos apresentam preferência por conjuntos de plantas com maior oferta de recursos florais (BEACH, 1981; RIGUETE et al., 2012), como garantia de obtenção de alimento, abrigo e opções de acasalamento. O sucesso da polinização é dependente da densidade e localização espacial das plantas e do modo de forrageamento dos polinizadores (RIGUETE et al., 2012; LIN et al., 2015), garantindo a polinização cruzada e a produção de uma descendência genética de qualidade elevada (BARRETT, 2010).

As estratégias de forrageamento dos polinizadores e agentes de dispersão de sementes são as promotoras da quantidade de fluxo gênico nas populações de plantas (GALEN et al., 2017). No entanto essas estratégias são influenciadas por diversos fatores, que envolvem a energia e o comportamento dos polinizadores e o padrão e a quantidade de recursos ofertados (BAWA, 1979).

As síndromes de polinização são conjuntos de caracteres florais morfológicos e de recompensas que atraem ou favorecem polinizadores específicos ou generalistas na condução e deposição de gametas masculinos (FENSTER et al., 2004). De modo geral, temos a síndrome de polinização biótica, que requer a atração de animais que buscam algum tipo de recompensa, seja intencional, seja por engano, e a síndrome de polinização abiótica, que envolve vetores como a água e o vento (HOBBAHN et al., 2017). Entre a grande biodiversidade de plantas com flores, 80% são polinizadas por animais (GALEN et al., 2017).

Os polinizadores mais frequentes são os animais, devido à sua flexibilidade comportamental em relação às características florais. A dependência e o sucesso da polinização por animais é sensível a variações na densidade populacional do vetor ou das plantas visitadas, podendo haver consequências genéticas e evolutivas para as espécies envolvidas (BARRETT et al., 2008; BARRETT; HARDER, 2017).

Na polinização por animais, a qualidade do pólen conduzido será proporcional à distância de forrageamento dos polinizadores, uma vez que eles podem capturar pólen de diversas plantas, porém sua qualidade pode diminuir em razão do nível de parentesco entre as plantas envolvidas na fecundação (BARRETT; HARDER, 2017). A polinização também será afetada pela quantidade de pólen conduzida pelo vetor e pela abundância de vetores, devendo ser ressaltado que se essas condições não forem alcançadas, o sucesso na produção de sementes pode ser afetado (BARRETT; HARDER, 2017).

A polinização pelo vento está presente em pelo menos 10% das espécies de angiospermas e ocorre na maioria dos ecossistemas (BARRETT, 2010). Em comparação com a polinização animal, é vista como um processo aleatório, com desperdício do pólen conduzido, devido a mudanças nas condições atmosféricas (BARRETT, 2010). No entanto, a justificativa para a ocorrência de polinização pelo vento é que esse sistema evoluiu numa situação de ausência ou redução dos polinizadores mais comuns na transferência do pólen (BARRETT, 2010).

As populações autoincompatíveis podem apresentar uma compensação reprodutiva quando os polinizadores são abundantes e garantem transferência de pólen entre muitos indivíduos (BUSCH; SCHOEN, 2008). Deste modo, em pequenas populações a quantidade de sementes produzidas está diretamente relacionada com a atividade de polinizadores, o que pode comprometer a persistência da população (BUSCH; SCHOEN, 2008).

A limitação do pólen está relacionada à deriva genética pela via da polinização e ocorre quando a planta não recebe pólen suficiente para fertilizar todos os óvulos produzidos, mesmo com recursos suficientes para desenvolver todos os embriões geneticamente viáveis (HARDER; AIZEN, 2010). O processo de limitação polínica ocorre quando os estigmas recebem poucos pólenes, devido à baixa visita de polinizadores, à disponibilidade insuficiente de pólen ou à dispersão ineficiente de pólen (HARDER; AIZEN, 2010). Também pode ocorrer devido aos efeitos da autoincompatibilidade, da competição dos gametófitos, das baixas temperaturas ou das barreiras físicas do tecido transmissor (HARDER; AIZEN, 2010).

Populações pequenas ou restritas podem apresentar limitação polínica, ou seja, produção inadequada de pólen ou ineficiência no seu transporte e na sua recepção, o que reduz o sucesso reprodutivo das plantas (ASHMAN et al., 2004; HARDER; AIZEN, 2010). Como consequência, a limitação do pólen ocasiona o declínio demográfico da população, a redução na capacidade de atração de polinizadores pela

baixa densidade populacional, a recepção de pólen heteroespecífico de polinizadores generalistas e o conseqüente declínio da variabilidade genética (ASHMAN et al., 2004).

Outro aspecto pouco explorado refere-se à distribuição espacial, uma vez que as plantas não estão arranjadas ao acaso. Existe uma íntima relação de dependência entre o sistema sexual (monoico, dioico, hermafrodita), o vetor de polinizador e a estrutura espacial e vertical no interior de uma vegetação (SMITH, 1973; ROTH, 1987). Essa relação precisa ser mais bem compreendida para garantir a sustentabilidade e a manutenção genética das populações em plantios de recuperação.

2.4. Variabilidade genética

A implantação de um programa de conservação para qualquer espécie requer o conhecimento de como a variabilidade genética está distribuída nas populações naturais. Esse entendimento é fundamental para a determinação de metas a serem estabelecidas, pois, além de procurar garantir e preservar o potencial evolutivo das espécies, elas devem também manter os limites da variabilidade genética inalterados ao longo do tempo (SOUZA, 2006).

A distribuição da variabilidade genética (Tabela 2) entre e dentro de populações está relacionada com alguns fatores intrínsecos à espécie, como o mecanismo de dispersão de pólen e sementes, o modo de reprodução e o sistema de cruzamento, e também com alguns fatores ambientais que possam influenciar ou direcionar de forma agregada essa distribuição (KEVIN et al., 2004; MARQUARDT; EPPERSON, 2004; LUNA et al., 2005).

O tamanho efetivo de populações ou $N_{e(v)}$ é uma importante medida, pois corresponde ao tamanho de uma população que apresenta redução na variabilidade genética pela endogamia ou deriva genética, tendo como ponto de referência uma população panmítica de tamanho finito. Essa medida refere-se ao grau de representatividade genética presente em uma amostra de plantas, sementes ou propágulos (SEBBENN, 2001). Segundo Wright (1931), o tamanho efetivo da população corresponde ao número de indivíduos que participam na reprodução da próxima geração.

O tamanho efetivo de população influencia diretamente a manutenção da estrutura genética de uma população ao longo das gerações. Nesse sentido, o $N_{e(v)}$ é de grande importância para delimitar a área mínima viável para conservação *in*

Tabela 2

Estimativa de parâmetros do sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais, em que SP = Síndrome de polinização; N_p = número de populações; t_m = taxa de cruzamento; r_p = correlação de paternidade; Θ = coeficiente de coancestria; N_{ev} = tamanho efetivo populacional; m = número de matrizes

Família/Espécie	Sistema Sexual	SP	N_p	t_m	r_p	Θ	N_{ev}	m	Referência Bibliográfica
Araucariaceae									
<i>Araucaria angustifolia</i>	dióica	vento	1	0,99	0,19	0,17	2,87	46	Bittencourt e Sebbenn (2008)
Anacardiaceae									
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	dióica	abelha	4	1,00	0,19	0,14	3,35	45	Moraes et al. (2012)
Aquifoliaceae									
<i>Ilex paraguariensis</i>	dióica	mosca	1	1,00	0,40	0,18	2,64	57	Wendt et al. (2009)
Asteraceae									
<i>Eremanthus erythropappus</i>	hermafrodita	abelha	2	0,96	0,38	0,18	2,80	36	Barreira et al. (2006)
Bignoniaceae									
<i>Jacaranda caroba</i>	hermafrodita	abelha	1	0,98	0,78	0,22	2,23	45	James et al. (1998)
<i>Tabebuia cassinoides</i>	hermafrodita	abelha	2	0,84	0,42	0,21	2,42	41	Sebbenn et al. (2001)
<i>Tabebuia rosealba</i>	hermafrodita	abelha	2	0,90	0,11	0,31	1,48	101	Feres et al. (2012)
Cannabaceae									
<i>Trema micrantha</i>	hermafrodita	abelha	2	0,89	0,63	0,22	2,27	44	Ribas e Kageyama (2004)
Caryocaraceae									
<i>Caryocar brasiliense</i>	hermafrodita	morcego	4	1,00	0,16	0,14	3,46	29	Collevatti et al. (2001)

Continua...

Tabela 2, cont.

Família/Espécie	Sistema Sexual	SP	N _p	t _m	r _p	N _(v)	m	Referência Bibliográfica
Clusiaceae								
<i>Symphonia globulifera</i>	hermafrodita	ave	4	0,92	0,47	0,18	2,73	37 Degen et al. (2004)
Euphorbiaceae								
<i>Hevea brasiliensis</i>	hermafrodita	abelha	1	0,75	0,35	0,22	2,24	45 Furlani et al. (2005)
<i>Jatropha curcas</i>	hermafrodita	abelha	1	0,68	0,99	0,35	1,43	105 Bressan et al. (2013)
Fabaceae								
<i>Copaifera langsdorffii</i>	hermafrodita	abelha	2	0,99	0,84	0,23	2,02	74 Manoel et al. (2012)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	hermafrodita	abelha	6	0,90	0,32	0,19	2,68	37 Rocha; Aguilar (2001)
<i>Hymenaea courbaril</i>	hermafrodita	morcego	1	1,00	0,27	0,21	2,39	42 Lacerda et al. (2008)
<i>Mimosa scabrella</i>	hermafrodita	abelha	9	0,97	0,45	0,19	2,68	37 Sobierajski et al. (2006)
<i>Parapiptadenia rigida</i>	hermafrodita	abelha	2	0,97	0,36	0,17	2,85	35 Ribas (1999)
<i>Paubrasilia echinata</i>	hermafrodita	abelha	1	0,98	0,61	0,20	2,46	41 Giudice-Neto et al. (2005)
Fabaceae								
<i>Peltophorum dubium</i>	hermafrodita	abelha	4	0,67	0,09	0,23	2,16	46 Mori et al. (2013)
<i>Senna multijuga</i>	hermafrodita	abelha	2	0,69	0,28	0,23	2,16	46 Ribeiro Lovato (2004)
Lauraceae								
<i>Cryptocarya moschata</i>	hermafrodita	abelha	1	0,86	0,38	0,20	2,54	39 Moraes (1997)
<i>Sextonia rubra</i>	hermafrodita	mosca	1	0,99	0,10	0,16	3,03	50 Veron et al. (2005)

Continua...

Tabela 2, cont.

Família/Espécie	Sistema Sexual	SP	N _p	t _m	r _p	N _(v)	m	Referência Bibliográfica
Lecythidaceae								
<i>Cariniana legalis</i>	hermafrodita	abelha	3	0,96	0,28	0,17	2,97	34 Sebbenn et al. (2000)
<i>Eschweilera ovata</i>	dióica	abelha	2	0,99	0,50	0,19	2,65	38 Gusson et al. (2005)
Malvaceae								
<i>Ceiba pentandra</i>	hermafrodita	morcego	5	0,64	0,86	0,30	1,66	60 Quesada et al. (2004)
<i>Ceiba speciosa</i>	hermafrodita	morcego	1	0,93	0,60	0,21	2,38	42 Souza et al. (2003)
<i>Pachira quinata</i>	hermafrodita	mariposa	2	0,85	0,60	0,22	2,27	44 Fuchs et al. (2003)
<i>Theobroma grandiflorum</i>	hermafrodita	abelha	1	1,00	0,93	0,24	2,07	48 Alves et al. (2003)
Meliaceae								
<i>Carapa guianensis</i>	dióica	borboleta	2	0,93	0,04	0,20	2,48	40 Cloutier et al. (2007)
<i>Cedrela fissilis</i>	hermafrodita	abelha	1	0,92	0,12	0,16	3,11	32 Kageyama et al. (20030)
<i>Cedrela odorata</i>	hermafrodita	abelha	1	0,97	0,16	0,15	3,30	30 James et al. (1998)
<i>Swietenia macrophylla</i>	hermafrodita	abelha	1	0,90	0,40	0,20	2,27	44 Lemes et al. (2003)
Moraceae								
<i>Bagassa guianensis</i>	dióica	vento	1	0,98	0,14	0,15	3,40	29 Silva et al. (2008)
Rubiaceae								
<i>Genipa americana</i>	hermafrodita	abelha	1	0,82	0,69	0,24	2,11	47 Sebbenn et al. (2003)
Rutaceae								
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	hermafrodita	mosca	2	0,96	0,87	0,24	2,12	47 Seoane et al. (2001)
Sapotaceae								
<i>Mamilkara elata</i>	hermafrodita	mosca	1	1,00	0,20	0,20	2,50	40 Azevedo et al. (2008)
Urticaceae								
<i>Cecropia pachystachya</i>	dióica	abelha	2	1,00	0,93	0,24	2,07	48 Ribas (2003)

situ de uma espécie (SEBBENN, 1997). Além disso, o conhecimento do $N_{e(v)}$ pode contemplar os planos de conservação *ex situ*, pois a coleta de sementes para coleções de germoplasma pode ser feita de maneira a capturar o máximo de representatividade genética, ou seja, o máximo $N_{e(v)}$, e, a partir desse parâmetro, propiciar a manutenção das populações por longo tempo nos bancos de germoplasma (SEBBENN, 2001).

O uso de sementes coletadas de um pequeno número de matrizes pode restringir a base genética nas áreas de restauração florestal, resultando em uma população constituída de plantas aparentadas. Este fato, conseqüentemente, acarretará o cruzamento entre indivíduos aparentados quando eles atingirem a fase adulta, o que conduzirá à endogamia e aumentará a frequência de alelos deletérios ou letais nessas populações, levando-as à diminuição ou ao declínio. Sendo assim, é de fundamental importância que as sementes e mudas utilizadas na restauração florestal apresentem elevada diversidade genética (Figura 3).

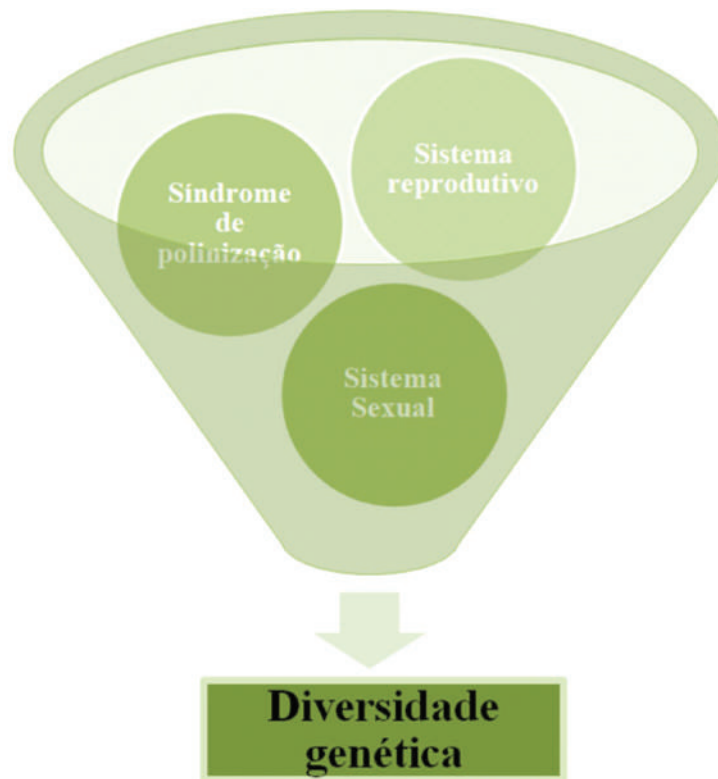


Figura 3

Fluxograma síntese dos fatores que determinam a diversidade genética de espécies arbóreas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para qualquer programa de restauração florestal, faz-se necessário que as sementes e as mudas possuam elevada diversidade genética. Somente assim esses novos ambientes poderão desempenhar seu papel na conservação da flora e da fauna, possibilitando o fluxo gênico e mantendo populações viáveis, com menor suscetibilidade à deriva genética e endogamia. Assim, o maior conhecimento e o maior entendimento a respeito dos sistemas de polinização, reprodução e sexual são fundamentais para atingir efetivamente essa condição.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, C. Boys and girls come out to play: the molecular biology of dioecious plants. **Annals of Botany**, v. 86, p. 211-221, 2000.

ALLEN, G. A.; ANTOS, J. A. Sex ratios variation in the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis*. **The American Naturalist**, n. 141, v. 4, p. 537-553, 1993.

ALVES, R. M.; SEBBENN, A. M.; FIGUEIRA, A. Mating system in natural population *Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Shumm genetics and molecular. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, n. 3, p. 373-379, 2003.

ASHMAN, T-L.; KNIGHT, T. M.; STEETS, J. A. et al. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionay causes and consequences. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2408-2421, 2004.

AUSTERLITZ, F.; GLEISER, G.; TEIXEIRA, S. et al. The effects of inbreeding, genetic dissimilarity and phenotype on male reproductive success in a dioecious plant. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 279, p. 91-100, 2012.

AZEVEDO, V. C. R.; KANASHIRO, M.; GRATTAPAGLIA, D. et al. Variabilidade no cpDNA em *Manilkara elata*, espécie sob manejo sustentável na Amazônia brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 859-867, 2008.

BARREIRA, S.; SEBBENN, A. M.; SCOLFORO, J. R. S. et al. Diversidade genética e sistema de reprodução em população nativa de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish sob exploração. **Scientia Forestalis**, v.71, p. 119-130, 2006.

BARRET, S. C. H.; CROWSON, D. Mating systems in flowering plants. In: KLIMAN, R. M. (Ed.). **Encyclopedia of Evolutionary Biology**, v. 2, p. 473-479, 2016.

BARRETT, S. C. H. Major evolutionay transitions in flowering plant reproduction: an overview. **International Journal of Plant Sciences**, v. 169, n. 1, p. 1-5, 2008.

- BARRETT, S. C. H. The evolution of plant sexual diversity. **Nature Reviews Genetics**, v. 3, p. 274-284, 2002.
- BARRETT, S. C. H. Understanding plant reproductive diversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 265, p. 99-109, 2010.
- BARRETT, S. C. H.; HARDER, L. D. Ecology and evolution of plant mating. **Tree**, v. 2, n. 2, p. 73-79, 1996.
- BARRETT, S. C. H.; HARDER, L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 48, p. 135-157, 2017.
- BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, v. 28, p. 85-92, 1974.
- BAWA, K. S. Breeding systems of trees in a tropical wet forest. **New Zealand Journal of Botany**, v. 17, n. 4, p. 521-524, 1979.
- BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 15-39, 1980.
- BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 331-345, 1985.
- BEACH, J. H. Pollinator foraging and the evolution of dioecy. **The American Naturalist**, v. 118, n. 4, p. 572-577, 1981.
- BITTENCOURT J. M. V.; SEBBENN A. M. Pollen movement within a continuous forest of wind-pollinated *Araucaria angustifolia*, inferred from paternity and TWOGENER analysis. **Conserv. Genet**, v. 9, p. 855-868, 2008.
- BRESSAN, E. A.; SEBBENN, A. S.; FERREIRA, R. R. et al. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) exhibits a mixed mating system, high correlated mating and apomixis. **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, n. 4, p. 1089-1097, 2013.
- BROADHUST, L. Pollen dispersal in fragmented populations of the dioecious Wind-pollinated tree, *Allocasuarina verticillata* (Drooping Sheoak, Drooping She-Oak, Allocasuarinaceae). **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2015.
- BROWN, A. H. D. Genetic characterization of plant mating systems. In: BROW, A. H. D.; CLEGG, M. T.; KAHLER, A. L. et al. (Ed.). **Plant populations genetics, breeding and genetics resources**. Sinauer: Sunderland, 1989. p. 145-162.
- BUSCH, J. W.; SCHOEN, D. J. The evolution of self-incompatibility when mates are limiting. **Trends in Plant Science**, v. 13, n. 3, p. 128-136, 2008.

- CASIMIRO-SORIGUER, I.; NARBONA, E.; BUIDE, M. L. Diversity and evolution of sexual strategies in *Silene*: a review. In: LÜTTGE, U.; CÁNOVAS, F.; MATYSSEK, R. (Ed.). **Progress in Botany**, v. 77, p. 357-377, 2016.
- CLEGG, M. T. Measuring plant mating systems. **Bioscience**, v. 30, n. 12, p. 814-818, 1980.
- CLOUTIER, D.; KANASHIRO, M.; CIAMPI, A. Y. et al. Impact of selective logging on inbreeding and gene dispersal in an amazonian tree population of *Carapa guianensis* Aubl. **Molecular Ecology**, v. 16, p. 797-809, 2007.
- COLLEVATTI, R. G.; GRATTAPAGLIA, D.; HAY, J. D. High resolution microsatellite based analysis of the mating system allows the detection of significant biparental inbreeding in *Caryocar brasiliense*, an endangered tropical tree species. **Heredity**, v. 86, p. 60-67, 2001.
- DEGEN, B.; BANDOU, E.; CARON, H. Limited pollen dispersal and biparental inbreeding in *Symphonia globulifera* in French Guiana. **Heredity**, v. 93, p. 585-591, 2004
- FAEGRI K.; van der PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1976.
- FENSTER, C. B.; ARMBRUSTER, W. S.; WILSON, P. et al. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.
- FERES, J. M.; SEBBENN, A. M.; GUIDUGLI, M. C. et al. Mating system parameters at hierarchical levels of fruits, individuals and populations in the Brazilian insect-pollinated tropical tree, *Tabebuia roseo-alba* (Bignoniaceae). **Conservation Genetics**, v. 13, n. 2, p. 393-405, 2012.
- FRANÇA NETO, J. B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.
- FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**. v. 17, p. 149-157, 2003.
- FURLANI, R. C. M.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V. et al. Estimation of variance components and prediction of breeding values in rubber tree breeding using the REML/BLUP procedure. **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n. 2, p. 271-276, 2005.
- GALEN, C.; STORKS, L.; CARPENTER, E. et al. **Pollination mechanisms and plant-pollinator relationships**. Missouri: University of Missouri Extension, n. M402, p. 1-20, 2017
- GIUDICE NETO, J. D.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Sistema de reprodução em *Caesalpinia echinata* Lam. implantada em arboreto experimental. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 28, n. 2, p. 409-418, 2005.

- GUSSON, E.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P.Y. Estudo da diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata* para conservação genética. **Scientia Forestalis**, v.67, p. 123-135, 2005.
- HAMRICK, J. L.; GODT, M. J. Allozyme diversity in plant species. In: BROW, A. H. D.; CLEGG, M. T.; KAHLER, A. L.; WEIR, B. S. (Ed.). **Plant populations genetics, breeding and genetics resources**. Sunderland: Sinauer, 1990. p. 43-63.
- HARDER, L. D.; AIZEN, M. A. Floral adaptation and diversification under pollen limitation. **Philosophical Transactions of the Royal Society** , v. 365, p. 529-543. 2010.
- HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L.. **Certificação da Produção de Mudanças e Sementes de Espécies Florestais Nativas**. In: Antonio Riouei Higa; Luciana Duque Silva. (Org.). Pomar de Sementes de Espécies Florestais Nativas. 1ed.Curitiba: FUPEF do Paraná, 2006, v. 1, p. 65-82.
- HOBBAHN, N.; JOHNSON, S. N. D.; HARDER, L. D. The mating consequences of rewarding vs. Deceptive pollination systems: is there a quantity-quality trade-off? **Ecological Monographs**, v. 87, n. 1, p. 91-104, 2017.
- HOUSE, S. M. Population density and fruits set in three dioecious tree species in Australian Tropical Rain Forest. **Journal of Ecology**, v. 80, n. 1, p. 57-69, 1992.
- JAMES, T.; VEGE, S.; ALDRICH, P. et al. Mating systems of three tropical dry forest species. **Biotropica**, v. 30, p. 587-594, 1998.
- JAMES, T.; VEGES, S.; ALDRICH, P. et al. Mating systems of three tropical dry Forest tree species. **Biotropica**, v. 30, p. 587-594, 1998.
- KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A. et al. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia forestalis**, v. 64, p. 93-107, 2003.
- KEVIN, K.; NG, S.; LEE, L. et al. Spatial structure and genetic diversity of two tropical tree species with contrasting breeding systems and different ploidy levels. **Molecular Ecology**, v. 13, n. 5, p. 657-669, 2004.
- LACERDA, A. B., SEBBENN, A. M.; KANASHIRO, M. Long-pollen movement and deviation of random mating in a low-density continuous population of *Hymenaea courbaril* in the Brazilian Amazon. **Biotropica**, v. 40, p. 462-470, 2008.
- LEMES, M. R.; GRIBEL, R.; PROCTOR, J. et al. Population genetic structure of mahogany (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) across the Brazilian Amazon, based on variation at microsatellite loci, implications for conservation. **Molecular Ecology**, v. 12, p. 2875-2883, 2003.
- LIN, S-Y.; NOL, E.; DORKEN, M. E. Spatial dynamics of pollination in dioecious *Shepherdia canadenses* (Elaeagnaceae). **Plant Ecology**, v. 216, p. 1213-1223, 2015.

- LUNA, R.; EPPERSON, B. K.; OYAMA, K. Spatial genetic structure of two sympatric neotropical palms with contrasting life histories. **Heredity**, v. 95, n. 4, p. 298-305, 2005.
- MANOEL, R. O.; ALVES, P. F.; DOURADO, C. L. et al. Contemporary pollen flow, mating patterns and effective population size inferred from paternity analysis in small fragmented population of the Neotropical tree *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Conservation Genetic**, v. 13, n. 3, p. 613-623, 2012.
- MARQUARDT, P. E.; EPPERSON, B. K. Spatial and population genetic structure of microsatellites in white pine. **Molecular Ecology**, v. 13, n. 11, p. 3305-3315, 2004.
- MORAES, A. P.; GAINO, A. P. S.; MORAES, M. L. T. et al. Estimating coancestry within open-pollinated progênies of a dioecious species: the case of *Myracrodum urundeuva*. **Silvae Genetica**, v. 61, n. 6. p. 256-264, 2012.
- MORAES, P. L. R. **Estrutura genética de populações de *Cryptocarya moschata* Nees & Martius ex Nees (Lauraceae)**. 1997. 190 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1997.
- MORI, E. S.; SEBBENN, A. M.; TAMBARUSSI, E. V. et al. Sistema de reprodução em populações naturais de *Peltophorum dubium*. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 307-317, 2013.
- NANAMI, S.; KAWAGUCHI, H.; YAMAKURA, T. Dioecy-induced spatial patterns of two codominant tree species, *Podocarpus nagi* and *Neolitsea aciculata*. **Journal of Ecology**, n. 87, p. 678-687, 1999.
- OLSON, M. S.; HAMRICK, J. L.; MOORE, R. Breeding systems, mating systems, and genomics of gender determination in angiosperm trees. In: GROOVER, A. T.; CRONK, Q. C. B. (Ed.). **Comparative and evolutionary genomics of angiosperm trees, plant genetics and genomics: crops and model**. Springer International Publishing, 2016.
- PERUQUETTI, R. C.; TEIXEIRA, L. V.; COELHO, F. M. **Introdução ao estudo sobre polinização**. Disponível em: <<http://www.ufac.br/ppgespa/polen>>. Acesso em: 02 mai. 2018.
- PINTO, J. F. et al. XVI Congresso Brasileiro de Sementes. **Seed News**, v. 13, n. 6, p. 24-26, 2009.
- PIRES, I. E. Contribuição da Legislação para a qualidade das sementes de espécies florestais. **Informativo ABRATES**, v. 19, n. 2, p. 107-108, 2009.
- QUESADA, M.; STONER, K. E.; LOBO, J. A. et al. O.; ROSASGUERRERO, V. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat pollinated bombacaceous trees. **Biotropica**, v. 36, p. 131-138, 2004.

- RIBAS, L. A. **Variabilidade isoenzimática e sistema de cruzamento de *Parapiptadenia rigida* em um pomar de sementes.** 1999. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- RIBAS, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. Estrutura genética em uma população de *Trema micrantha* (L.) B. Considerando diferentes estádios de vida. **Scientia Forestalis**, v. 65, p. 176-187. 2004.
- RIBAS, L. A. **Diversidade genética e sistema de cruzamento em populações naturais de duas espécies pioneiras arbóreas.** 2003. 103 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- RIBEIRO, R. A.; LOVATO, M. B. Mating system in a neotropical tree species, *Senna multijuga* (Fabaceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 3, p. 418-424, 2004.
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M.A. Sementes florestais brasileiras: início precário, presente inebriante e o futuro, promissor? **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 771-784, 2014
- RIGUETE, J. R.; RANGEL, A. C.; SILVA, A. G. Expressão sexual e as relações espaciais de vizinhança na reprodução sexuada em populações vegetais. **Natureza [on line]**, n. 10, v. 4, p. 170-174, 2012.
- ROCHA, O. J.; AGUILAR, G. Reproductive biology of the dry forest tree *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) in Costa Rica: a comparison between trees left in pastures and trees in continuous forest. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 1607-1614, 2001.
- ROTH, I. **Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types.** Dordrecht: Dr. W. Junk. 1987. 324 p.
- SANTILLI, J. A lei de sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas**, v. 7, n. 2, p. 457-475, 2012.
- SEBBENN, A. M. **Estrutura genética de subpopulações de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar a partir de isoenzimas.** 1997. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; ZANATTO, A. C. E. Taxa de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. : implicações para a conservação e melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, v. 58, p. 25-40. 2000.
- SEBBENN, A. M. **Distribuição da variação genética de populações de jequitibá-rosa [*Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze] por caracteres quantitativos e isoenzimas.** 2001. 210 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001a.

- SEBBENN, A. M.; SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; LACERDA, M. C. B. Estrutura genética em populações de *Tabebuia cassinoides*: implicações para o manejo florestal e a conservação genética. **Revista do Instituto Florestal**, v. 13, n. 2, p. 99-113, 2001b.
- SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Conservação genética in situ e numero de matrizes para a coleta de sementes em população de *Genipa americana* L. **Scientia Forestalis**, v. 63, p. 13-22, 2003.
- SEBBENN, A. M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Org.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. 1. ed. Curitiba: FUPEF do Paraná, v. 1, 2006. p. 93-138
- SEOANE, C. E. S.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Sistema reprodutivo em populações de *Esenbeckia leiocarpa*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 13, n. 1, p. 19-26, 2001.
- SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R. ; LUCIANO, M. S. F. et al. Gargalos da regulamentação da produção e comercialização de sementes e mudas florestais nativas no brasil: contribuições para revisão da normativa. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 12, p. 71-80, 2015.
- SILVA, M.B.; KANASHIRO, M.; CIAMPI, A.Y. et al. Genetic effects of selective logging and pollen gene flow in a low-density population of the dioecious tropical tree *Bagassa guianensis* in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 1548-1558, 2008.
- SMITH, A. P. Stratification of temperate and tropical forest. **American Naturalist**, v. 107, p. 671-683, 1973.
- SOBIERAJSKI, G. R.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Sistema de reprodução em nove populações de *Mimosa scabrella* Bentham (Leguminosaceae). **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 37-49, 2006.
- SOUSA, V. A.; AGUIAR, A. V.; MOURA, N. F. et al. Fluxo gênico e estrutura genética espacial intrapopulacional e suas implicações para a coleta de sementes de espécies arbóreas tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOSA, M. B.; SILVA, A. (Org.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 46-82.
- SOUZA, A. M. **Estrutura genética de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. na bacia do alto Rio Grande**. 2006. 154 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- SOUZA, L. M. F. I.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Sistema de reprodução em população natural de *Chorisia speciosa* A. St. -Hill. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 113-121, 2003.

SOUZA, V. A.; AGUIAR, A. V.; MOURA, N. F. et al. Fluxo gênico e estrutura genética espacial intrapopulacional e suas implicações para a coleta de sementes de espécies arbóreas tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. (Coord.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. 1. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 477 p.

TEIXEIRA, S.; FOERSTER, K.; BERNASCONI, G. Evidence for inbreeding depression and post-pollination selection against inbreeding in the dioecious plant *Silene latifolia*. **Heredity**, v. 102, p. 101-112, 2009.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012, v. 1, p. 113-139.

VALOIS, A. C. C.; SALOMÃO, A. N.; ALLEM, A. C. **Glossário de recursos genéticos vegetais**. Barsília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1996. 22 p.

VERON, V.; CARON, H.; DEGEN, B. Gene flow and mating system of the tropical tree *Sextonia rubra*. **Silvae Genetica**, v. 54, p. 275-280, 2005.

WENDT, S. N.; SOUSA, V. A.; QUOIRIN, M. et al. Baixa taxa de contaminação de pólen, desvios de cruzamentos aleatórios e endogamia em um pomar de sementes de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Scientia Forestalis**, v. 37, p. 185-150, 2009.

WRIGHT, S. Evolution in Mendelian populations. **Genetics**, v. 16, p. 97-159, 1931.

ZHANG, M.; HE, F. Plant sex affects the structure of plant-pollinator networks in a subtropical forest. **Oecologia**, v. 185, p. 269-279. 2017.

CAPÍTULO 2

Diversidade e caracterização funcional de espécies de Mata Atlântica com potencial de uso na restauração florestal

Evandro Luiz Mendonça Machado
Anne Priscila Dias Gonzaga
Thaís Ribeiro Costa
Arthur Duarte Vieira
Elisa de Moraes Paschoal
Marco Aurélio Cardoso Murta
Raquel do Rosário Gomes
Vanessa Pontara
Marcelo Leandro Bueno
Jair Eustáquio Quintino de Faria Júnior
Rodrigo Avendanha Liboni

1. INTRODUÇÃO

O Domínio Atlântico (Mata Atlântica) compreende formações costeiras distribuídas ao longo de 27° de latitude, estendendo-se do Ceará até o Rio Grande do Sul (VELOSO et al., 1991), ora adentrando no continente, como na Região Sudeste do Brasil, ora se restringindo a uma estreita faixa litorânea de planície, como em grande parte do Nordeste do País. Contudo, em regiões de considerada altitude e umidade ocorrem encaves, por exemplo, no semiárido nordestino, formando verdadeiras ilhas vegetacionais conhecidas como “brejos de altitude” (ANDRADE-LIMA, 1982).

As formações atlânticas são resultantes de uma combinação de fatores como regimes pluviométricos, disponibilidade nutricional dos solos e grandes variações no relevo, gerando mosaicos de unidades fitogeográficas que formam um contínuo florestal composto por vegetação litorânea (manguezais e restingas), campestres

(campos de altitude) e florestais (florestas ombrófilas, florestas estacionais semidecíduais e florestas estacionais decíduais) (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; SILVA; CASTELETI, 2003). Desta forma, abrigam uma parcela significativa da biodiversidade brasileira, com altíssimos níveis de endemismo (RIBEIRO et al., 2009; ZAPPI et al., 2015).

Entretanto, sucessivos impactos decorrentes de diferentes ciclos de exploração, da concentração populacional (62% da população) e dos maiores núcleos urbanos e industriais (60% da produção brasileira) reduziram drasticamente a cobertura original (CI-BRASIL et al., 2000; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE, 2002). Devido a essa expressiva redução de habitats e da elevada riqueza biológica, a Mata Atlântica é considerada um dos 34 *hotspots* mundiais (MYERS et al., 2000; CI, 2007).

Do período colonial aos dias de hoje, as florestas da Mata Atlântica foram reduzidas a 8% de sua cobertura original, no entanto esse processo se deu de forma espacialmente heterogênea, onde a cobertura florestal atual representa entre 0,1 e 12% da original. Deve-se considerar que essas poucas florestas não se encontram distribuídas segundo critérios biogeográficos, indicando que porções significativas da biodiversidade dessa floresta encontra-se totalmente desprotegida. Neste sentido, conhecer e compreender o papel da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fartura na conservação da rica flora da Mata Atlântica é de extrema importância.

2. ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA BASE PARA O ESTUDO DE CASO

O alvo deste estudo de caso foi a flora arbustivo-arbórea de dois compartimentos da floresta (adulto e regenerante), de trechos de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES), situado na RPPN Fartura, localizada no extremo sul do município de Capelinha, MG, pertencente à Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). O fragmento encontra-se sob as coordenadas 17° 52' 38.38" S e 42° 31' 30.46" O, com uma área de aproximadamente 150 ha. Na porção sul do fragmento encontra-se um pequeno curso-d'água. Na porção oeste, tem-se uma estrada e um aceiro composto por gramíneas e árvores remanescentes. Já nas porções norte e leste há conexão com outros fragmentos de FES.

O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), com temperatura média anual de 25 °C e pluviosidade média em torno de 1.300 mm anuais, com concentração nos meses de

novembro a janeiro (SÁ JÚNIOR, 2009). O relevo possui declividade variando de fraca a moderada e solos de duas classes: Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA).

O fragmento foi inicialmente dividido em trechos: a) interior; b) borda em contato com pastagem; e c) borda em contato com cafeicultura (Figura 1). Os trechos selecionados são aqueles que apresentaram a maior integridade ambiental diante de pressões como fogo, retirada seletiva de madeira, entrada de rebanhos, entre outros. A metodologia e os resultados de cada trecho e compartimento encontram-se em Paschoal (2015), Vieira (2015) e Murta (2016).

3. COMPOSIÇÃO E STATUS DE CONSERVAÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA RPPN FARTURA

3.1 Composição da flora

A flora arbórea da RPPN Fartura apresentou 315 espécies, pertencentes a 161 gêneros e 58 famílias botânicas (Tabela 1), o que representa 9,42% de toda a flora arbórea conhecida da Mata Atlântica (ZAPPI et al., 2015). Esse fato revela a elevada diversidade e a importância da RPPN Fartura para a conservação das espécies da Mata Atlântica.

As famílias que apresentaram maior riqueza em espécies foram: Fabaceae (41 espécies), Myrtaceae (26 espécies), Lauraceae (22 espécies), Annonaceae (19 espécies), Rubiaceae (14 espécies), Salicaceae (12 espécies), Apocinaceae (dez espécies), Euphorbiaceae (dez espécies), Bignoniaceae (oito espécies), Melastomataceae (oito espécies) e Meliaceae (oito espécies). Essas famílias representam 56,19% da flora amostrada. Além disso, constatou-se que 16 famílias (5,08%) foram amostradas por uma única espécie. Os gêneros com maior número de espécies foram: Casearia (nove espécies), Ocotea (nove espécies), Cordia (sete espécies), Myrcia (sete espécies), Annona (seis espécies), Aspidosperma (seis espécies), Eugenia (seis espécies), Machaerium (seis espécies), Campomanesia (cinco espécies), Guatteria (cinco espécies), Maytenus (cinco espécies), Miconia (cinco espécies), Nectandra (cinco espécies) e Sloanea (cinco espécies), que juntas perfazem 27,30% das espécies.

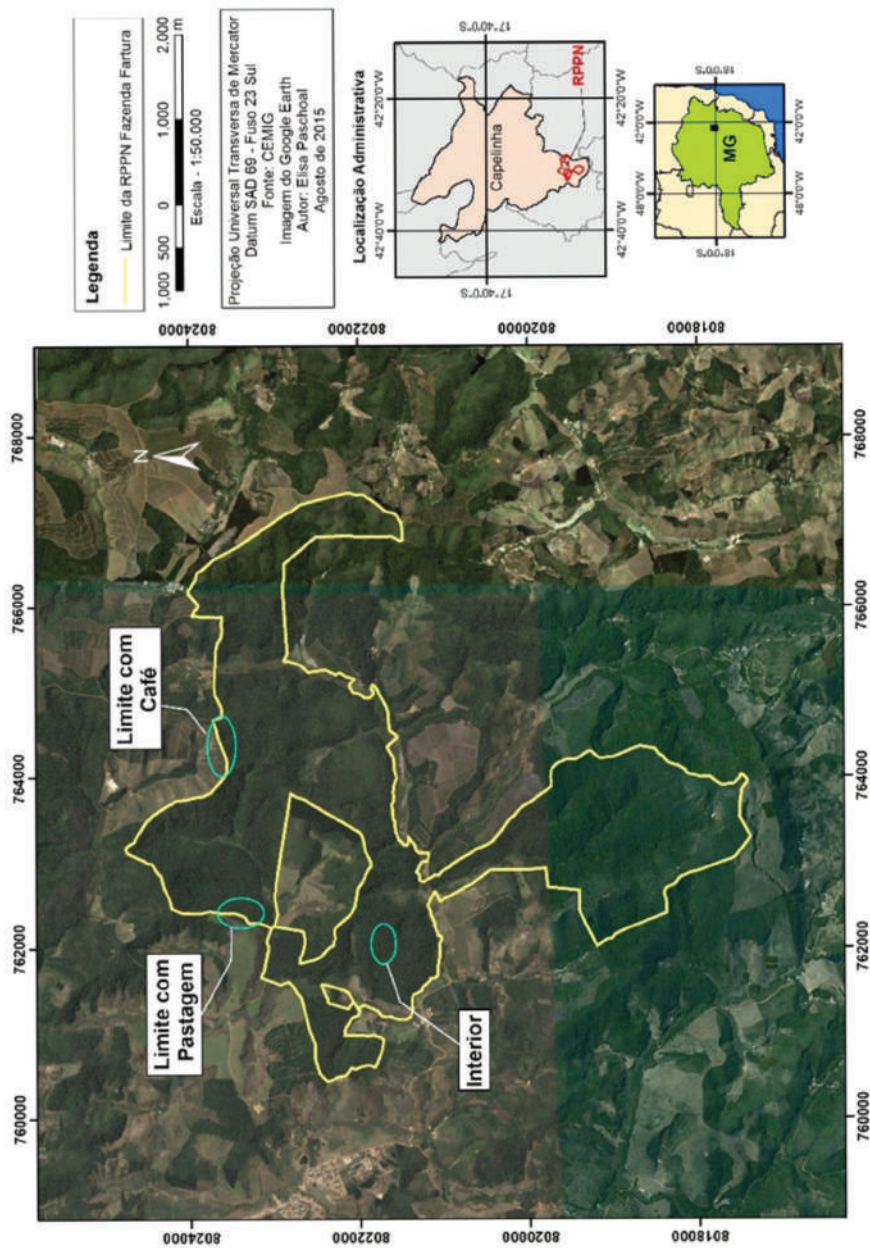


Figura 1

Mapa com os trechos de Floresta Estacional Semidecidual da RPPN Fartura, Capelinha, MG, selecionados para amostragem da vegetação arbustivo-arbórea.

Tabela 1

Lista de espécies amostradas nos trechos de Floresta Estacional Semidecidual da RPPN Fartura, Capelinha, MG, apresentadas em ordem alfabética de família e gênero seguida de informações ecológicas

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especifidade de Habitat	
ANACARDIACEAE								
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Cl	Dióica	Anemocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Myrcodroon urundeuva</i> Allemão	Cl	Dióica	Anemocoria	LC	Abundante	Ampla	Variado	Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Sc	Dióica	zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
ANNONACEAE								
<i>Annona dolabriflora</i> Raddi	Pi	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência		Distribuição		Tipo de Vegetação
					Geográfica	Específica de Habitat	Geográfica	Específica de Habitat	
ANNONACEAE									
<i>Ammonia neolaurifolia</i> H. Rainer	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado		Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Campinarana, Campo de Altitude, Campo de Várzea, Campo Limpo, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Palmeiral, Restinga, Savana Amazônica, Vegetação Aquática, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Ammonia neosericea</i> H. Rainer	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Único		Floresta Ombrófila
<i>Ammonia salzmannii</i> A. DC.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único		Floresta Ombrófila
<i>Ammonia sylvatica</i> A. St.-Hil.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado		Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado		Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Duguetia chrysocarpa</i> Maas	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único		Floresta Ombrófila
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Frequente	Restrita	Variado		Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado		Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado		Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado		Floresta Ombrófila, Restinga

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação	
					Frequência	Especificidade de Habitat		
<i>Guaetaria sellowiana</i> Schldl.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Campo de Altitude, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Guaetaria villosissima</i> A. St.-Hil.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Oxandra martiana</i> (Sehtdl.) R.E. Fr.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Xylopia anomatica</i> (Lam.) Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Savana Amazônica
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NT	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
APOCINACEAE								
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Aspidosperma illustre</i> (Vell.) Kuhl. & Pirajá	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll. Arg.	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NT	Ocasional	Restrita	Variado	Caatinga (stricto sensu), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Aspidosperma pyriformis</i> Mart.	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Vegetação sobre Afloramentos Rochosos

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
APOCINACEAE								
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg.	CI	Hermafrodita	Anemocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll. Arg.) Woodson	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Único	Floresta Estacional Decidual
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Tabernaemontana solanifolia</i> A. DC.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual
AQUIFOLIACEAE								
<i>Ilex affinis</i> Gardner	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual
ARALIACEAE								
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Rara	Restrita	Variado	Caatinga (stricto sensu), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	PI	Monóica	Zoocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	PI	Monóica	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	Sc	Monóica	Zoocoria	NE	Abundante	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Schefflera villosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	CI	Monóica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>)
ASTERACEAE								
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
ASTERACEAE								
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
BIGNONIACEAE								
<i>Cybisax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Floresta Ombrófila
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Handroanthus vellosii</i> (Toledo) Mattos	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Ombrófila
<i>Jacaranda jasmínoides</i> (Thunb.) Sandwith	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Tabebuia riodecensis</i> A.H. Gentry	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único	Floresta Estacional Perenifolia
BORAGINACEAE								
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Único	Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Cordia garbneri</i> I.M. Johnst.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Único	Floresta Estacional Semidecidual

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
BORAGINACEAE								
<i>Cordia magnoliifolia</i> Cham.	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	PI	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Cordia silvestris</i> Fresen.	PI	Hermafroditia	Zoocoria	LC	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Cordia superba</i> Cham.	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Ombrófila
<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
BURSERACEAE								
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
CALOPHYLACEAE								
<i>Chrysochlamys saldanhæ</i> (Engl.) Oliveira-Filho	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Único	Floresta Ombrófila Mista
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddy	Sc	Hermafroditia	Anemocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria
CARICACEAE								
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	PI	Dióica	Anemocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
CECROPIACEAE								
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	PI	Dióica	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
CELASTRACEAE								
<i>Maytenus communis</i> Reissek	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Restinga, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Sc	monóica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Sc	Monóica	Zoocoria	LC	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Restinga, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek	Sc	Monóica	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Restinga, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Salacia arborea</i> (Schrunk) Peyt.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Raríssima	Restrita	Único	Restinga
CHRYSOBALANACEAE								
<i>Hirtella floribunda</i> Cham. & Schlttdl.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único	Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Único	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria
<i>Licania hoehnei</i> Pilg.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
CHRYSOBALANACEAE								
<i>Licania kumthiana</i> Hook. f.	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
CLETHRACEAE								
<i>Clethra scabra</i> Pers.	PI	Hermafroditia	Autocoria	LC	Frequente	Restrita	Variado	Campo de Altitude, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
COMBRETACEAE								
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Área Antropica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Sc	Hermafroditia	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual
CONNARACEAE								
<i>Comarus regnellii</i> G. Schellenb.	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Único	Floresta Estacional Semidecidual
CUNONIACEAE								
<i>Lamanonia grandistipularis</i> (Taub.) Taub.	Sc	Hermafroditia	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Sc	Hermafroditia	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
ELAEOCARPACEAE								
<i>Sloanea garckeana</i> K. Schum.	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
<i>Sloanea granianensis</i> (Aubl.) Benth.	Cl	Hermafroditia	zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
ELAEOCARPACEAE								
<i>Sloanea retusa</i> Uittien	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Sloanea stipitata</i> Spruce ex Benth.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
ERYTHROXYLACEAE								
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
EUPHORBACEAE								
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Actinostemon klotschii</i> (Dtdr.) Pax	Cl	Hermafrodita	Autocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila, Restinga, Savana Amazônica
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	PI	monóica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Área Antrópica, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Croton salutaris</i> Casar.	PI	Monóica	Autocoria	NE	Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Croton urucurana</i> Baill.	PI	Monóica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Sc	Monóica	Autocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Ombrófila, Veg etação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	PI	Hermafrodita	Autocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA / Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação
					Frequência	Especificidade Geográfica de Habitat	
EUPHORBIAEAE							
<i>Micranandra elata</i> (Dídr.) Müll. Arg.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	PI	Monóica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
FABACEAE							
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Sc	Monóica	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Abarema villosa</i> Iganci & M.P.Lima	Sc	monóica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	CI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado
<i>Andira ormosioides</i> Benth.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Único
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
BONELLIACEAE							
<i>Bonellia virgiloides</i> Kunth	CI	Monóica	Anemocoria	NT	Frequente	Ampla	Variado
CASSIACEAE							
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) DC.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
COPALIFERACEAE							
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado
DALBERGIAEAE							
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allen ex Benth.	CI	Hermafrodita	Anemocoria	VU	Ocasional	Restrita	Variado
<i>Dimorphandra exaltata</i> Schott	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado
<i>Dipteris ferruginea</i> Benth.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Hymenolobium janeirensis</i> Kuhlbn.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação
					Frequência	Especificidade de Habitat	
EUPHORBIACEAE							
<i>Micrandra elata</i> (Dídr.) Müll. Arg.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Sapitum glandulosum</i> (L.) Morong	PI	Monóica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
FABACEAE							
<i>Abarema lupaniba</i> (Willd.) Britton & Killip	Sc	Monóica	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Abarema villosa</i> Iganci & M.P.Lima	Sc	monóica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	CI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado
<i>Andira ormosioides</i> Benth.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Único
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
Boraginaceae							
<i>Borrichia virgiloides</i> Kunth	CI	Monóica	Anemocoria	NT	Frequente	Ampla	Variado
Cassipoupiaceae							
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) DC.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
Celastraceae							
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	CI	Hermafrodita	Anemocoria	VU	Ocasional	Restrita	Variado
<i>Dimorphandra exaltata</i> Schott	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado
<i>Diptorapis ferruginea</i> Benth.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado
<i>Hymenolobium janetrense</i> Kuhl.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Específica de Habitat	
FABACEAE <i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Área Antrópica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Área Antrópica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Várzea
<i>Inga marginata</i> Willd.	PJ	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Área Antrópica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Inga striata</i> Benth.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Área Antrópica, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Leucochloron incariale</i> (Vell.) Barneby & J.W. Grimes	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Único	Floresta Estacional Semidecidual
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Machaerium amplum</i> Benth.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Savana Amazônica
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Área Antrópica, Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Machaerium nycitans</i> (Vell.) Benth.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Área Antrópica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação	
					Frequência	Geográfica		Especificidade de Habitat
FABACEAE								
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	VU	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Myroxylon peruijerum</i> L. f.	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	LC	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Ormosia vicosana</i> Rudd	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Caatinga (stricto sensu), Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	LC	Comum	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Platygyanum regnellii</i> Benth.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Savana Amazônica
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Bameby	Sc	Monóica	Autocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Área Antropica, Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Senna quinqueangulata</i> (Rich.) H.S. Irwin & Bameby	Cl	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila, Savana Amazônica
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Bameby	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	PI	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
FABACEAE								
<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Swartzia petala</i> Raddi	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Abundante	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Tachigali paratibensis</i> (Vell.) H.C. Lima	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zanucchi & Pipoly	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
HYPERICACEAE								
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
Vismia guianensis (Aubl.) Pers.								
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Catinga (<i>stricto sensu</i>), Campinarana, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Vismia maritima</i> Reichardt	PI	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mistá, Restinga
<i>Vismia micrantha</i> Mart. ex A. St.-Hil.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
LAMIACEAE								
<i>Aegiphila fluminensis</i> Vell.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Área Antropóica, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mistá, Restinga, Savana Amazônica
<i>Aegiphila thotzkiana</i> Cham.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Catinga (<i>stricto sensu</i>), Campo de Altitude, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga, Savana Amazônica
<i>Hypidendron asperissimum</i> (Epling) Hartley	PI	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Catinga (<i>stricto sensu</i>), Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação
					Frequência	Especificidade Geográfica de Habitat	
LAMIACEAE							
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado
LAURACEAE							
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado
<i>Cinnamomum tomentulosum</i> Kosterm.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NT	Raríssima	Restrita	Variado
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Único
<i>Cryptocarya saligna</i> Mez	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Sc	Monóica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	Cl	Monóica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Cl	Monóica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Específica de Habitat	
LAMIACEAE <i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Nectandra warmingii</i> Meisn.	Sc	Monoica	Zoocoria	NT	Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NT	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	LC	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Ocotea odorifera</i> Rohrer	Sc	Monoica	Zoocoria	EN	Comum	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Ocotea veloziana</i> (Meisn.) Mez	Cl	Monoica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Persa rufotomentosa</i> Nees & C. Mart.	PJ	Hermafrodita	Zoocoria	NT	Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila
LECYTHIDACEAE								
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga
LOGANIACEAE								
<i>Strychnos acrita</i> Progel	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
LYTHRACEAE								
<i>Lafeberia pacari</i> A. St.-Hil.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria
MALPIGHIACEAE								
<i>Byrsonima ligustrifolia</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila
<i>Byrsonima stipulacea</i> A. Juss.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
MALVACEAE								
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Restrita	Único	Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A. Robyns	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Savana Amazônica
MELASTOMACEAE								
<i>Miconia chartacea</i> Triana	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Miconia cuspidata</i> Mart. ex Naudin	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Ampla	Variado	Área Antrópica, Campinarana, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila, Savana Amazônica
<i>Miconia latecrenata</i> Triana	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Mouriri glazioviana</i> Cogn.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Tibouchina arborea</i> Cogn.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila
<i>Tibouchina extrellensis</i> (Raddi) Cogn.	PI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Restinga

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
MELIACEAE								
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Caaatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Sc	Dioica	Anemocoria	VU	Abundante	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Cl	Dioica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Área Antrópica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Trichilia catigna</i> A. Juss.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila
<i>Trichilia hirta</i> L.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Área Antrópica, Caaatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	Sc	Dioica	Zoocoria	LC	Rara	Restrita	Variado	Área Antrópica, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
MORACEAE								
<i>Brosimum gualanense</i> (Aubl.) Huber	Sc	Monoica	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Área Antrópica, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifolia
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Sc	Monoica	Zoocoria	LC	Raríssima	Ampla	Variado	Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação	
					Frequência	Especificidade de Habitat		
MORACEAE								
<i>MacLara tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Sorocea guillemintiana</i> Gaudich.	Sc	Dioica	Zoocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
MYRISTICACEAE								
<i>Virola bicucubita</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	EN	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
MYRTACEAE								
<i>Calyptromyces clusifolia</i> (Miq.) O. Berg	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D. Legrand ex L.R. Landrum	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Muito Rara	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Campomanesia similans</i> M.L. Kawas.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único	Floresta Estacional Semidecidual
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Eugenia cuprea</i> (O. Berg) Mattos	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Eugenia handroana</i> D. Legend	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Eugenia multipunctata</i> Mazine	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação
					Geográfica	Especificidade de Habitat	
MYRTACEAE							
<i>Eugenia nitans</i> O.Berg	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Raríssima	Restrita	Variado
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
<i>Marlierea clauseniana</i> (O. Berg) Kiaersk.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
<i>Marlierea laevigata</i> (DC.) Kiaersk.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado
<i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado
<i>Myrcia eritocalyx</i> DC.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado
<i>Myrcia miscophylla</i> Kiaersk.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Restrita	Único

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação	
					Frequência	Geográfica		Especificidade de Habitat
MYRTACEAE								
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Myrcia tenuifolia</i> (O.Berg) Sobral	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) L.R. Landrum	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Campo de Altitude, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Siphonougena densiflora</i> O.Berg	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	LC	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Siphonougena dussii</i> (Krug & Urb.) Proença	Cl	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Siphonougena kjaerskoviana</i> (Burret) Kausel	Sc	Hermafroditia	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual
NYCTAGINACEAE								
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	PI	Hermafroditia	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex J.A. Schmidt) Lundell	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Sc	Dióica	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>)

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
OCHNACEAE								
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Ouratea salicifolia</i> Engl.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Único	Floresta Ciliar ou Galeria
<i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. & Nees) Engl.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Único	Cerrado (<i>lato sensu</i>)
OLACACEAE								
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila
OLEACEAE								
<i>Chionanthus ferrugineus</i> (Gilg) P.S. Green	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila
PERACEAE								
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Área Antropica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Restinga
PHYLANTACEAE								
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	Cl	Monoica	Autoecoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Richeria grandis</i> Vahl	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Muito Rara	Ampla	Variado	Campo de Várzea, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Sc	Dioica	Anemocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Sc	Dioica	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Distribuição		Tipo de Vegetação
					Frequência	Geográfica	
POLYGONACEAE							
<i>Triplaris garbneriana</i> Wedd.	Sc	Dioica	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
PRIMULACEAE							
<i>Clavija nutans</i> (Vell.) B. Stähli	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Raríssima	Restrita	Único
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado
<i>Myrsine venulosa</i> Spreng.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado
PROTEACEAE							
<i>Euplassa inaequalis</i> (Pohl) Engl.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado
<i>Panopsis rubescens</i> (Pohl) Pittier	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	LC	Raríssima	Restrita	Variado
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
RHAMNACEAE								
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
ROSACEAE								
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
RUBIACEAE								
<i>Amatonia guianensis</i> Aubl.	Cl	Dióica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Amatonia intermedia</i> Mart.	Cl	Dióica	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) Hook. f. ex K. Schum.	Cl	Dioica	Zoocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Chomelia sericea</i> Müll. Arg.	Cl	Dioica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>)
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Cl	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista
<i>Faramea bahiensis</i> Müll. Arg.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	VU	Ocasional	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Faramea cyanea</i> Müll. Arg.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Faramea nigrescens</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especifidade de Habitat	
RUBIACEAE								
<i>Ferdinandusa edmundoi</i> Sucre	CI	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
<i>Guetardia viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Área Antropica, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Psychotria carthagensis</i> Jacq.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Campo de Várzea, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Psychotria deflexa</i> DC.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Restrita	Variado	Campo de Altitude, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
RUTACEAE								
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	CI	Hermafrodita	Zoocoria	NT	Rarissima	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A. Juss.	Sc	Monoica	Anemocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Área Antropica, Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campinarana, Campo de Altitude, Campo de Várzea, Campo Limpo, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Palmeiral, Restinga, Savana Amazônica, Vegetação Aquática, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
RUTACEAE								
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Área Antropica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Hortia arborea</i> Engl.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Hortia brasiliiana</i> Vand. ex DC.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NT	Ocasional	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Ombrófila Mista
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Área Antropica, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Peremifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
SABIACEAE								
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rarissima	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
SALICACEAE								
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campo de Altimde, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga
<i>Casearia espiritosantensis</i> R. Marquete et Mansano	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rarissima	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	PI	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
SALICACEAE								
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campinarana, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Cl	Monóica	Zoocoria	LC	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Frequente	Ampla	Variado	Campinarana, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	LC	Ocasional	Ampla	Variado	Campinarana, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Campinarana, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Cl	Dioica	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica
<i>Xylosma prockia</i> (Turez.) Turez.	Cl	Dioica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista
<i>Xylosma velutina</i> (Tul.) Triana & Planch.	Cl	Dioica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ombrófila
SAPINDACEAE								
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especificidade de Habitat	
SALICACEAE								
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Cupania ludowigii</i> Sommer & Ferrucci	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Variado	Área Antropica, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sc	Monoica	Zoocoria	NE	Comum	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Matayba mollis</i> Radlk.	Sc	Monoica	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Campo de Altitude, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sc	Monoica	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Área Antropica, Caatinga (<i>stricto sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila
SAPOTACEAE								
<i>Micropholis gardneriana</i> (A. DC.) Pierre	Sc	Monoica	Zoocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Caatinga (<i>stricto sensu</i>) Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Campinarana, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Restinga
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baelhni	Cl	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Pouteria microstrigosa</i> T.D.Penn.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	DD	Muito Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Perenifolia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila

Continua...

Tabela 1, cont.

FAMÍLIA/ Espécie	Grupo Sucessional	Sistema Sexual	Dispersão de Sementes	Status de Conservação	Frequência	Distribuição		Tipo de Vegetação
						Geográfica	Especiidade de Habitat	
SIPARUNACEAE								
<i>Siparuna apioxyce</i> (Mart. ex Tul.) A. DC.	Sc	Dioica	Zoocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Siparuna bifida</i> (Poepp. & Endl.) A. DC.	Cl	Dioica	Zoocoria	LC	Rara	Ampla	Variado	Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Sc	Dioica	Zoocoria	LC	Abundante	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
SOLANACEAE								
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Pj	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Ampla	Variado	Área Antropica, Campo de Altitude, Campo Rupestre, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila
STYRAXACEAE								
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Pj	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Ampla	Variado	Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual
<i>Styrax latifolius</i> Pohl	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila
<i>Styrax poblii</i> A. DC.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Rara	Ampla	Variado	Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual
SYMPLOCACEAE								
<i>Symplocos nitens</i> (Pohl) Benth.	Sc	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Carrasco, Floresta Ciliar ou Galeria
THYMELACEAE								
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevlng	Pj	Hermafrodita	Zoocoria	NE	Frequente	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
VOCHYSIACEAE								
<i>Callisthene major</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Ciliar ou Galeria, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Abundante	Ampla	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Vegetação sobre Afloramentos Rochosos
<i>Qualea sellowii</i> Warm.	Sc	Hermafrodita	Autocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	Campo Rupestre, Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta Estacional Semidecidual
<i>Vochysia magnifica</i> Warm.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Ocasional	Restrita	Único	Floresta Ombrófila
<i>Vochysia elliptica</i> Mart. ex Warm.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Rara	Restrita	Variado	Cerrado (<i>lato sensu</i>), Floresta de Terra Firme
<i>Vochysia gummifera</i> Mart. ex Warm.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Raríssima	Restrita	Variado	
<i>Vochysia oppugnata</i> (Velloso) Warm.	Sc	Hermafrodita	Anemocoria	NE	Muito Rara	Restrita	Único	Floresta Ciliar ou Galeria

Continua...

3.2 Status de conservação

Com relação ao status de conservação (Tabela 1), verifica-se que 19,05% das espécies enquadram em algum nível de ameaça, de acordo com o Livro Vermelho da Flora do Brasil, desenvolvido pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) (MARTINELLI; MORAES, 2013). Apenas *Pouteria microstrigosa* T.D.Penn. não pode ser classificada (DD), uma vez em que não há informações suficientes sobre essa espécie para sua categorização de risco de extinção com base na distribuição e/ou no status populacional (MARTINELLI; MORAES 2013).

As espécies que enfrentam risco elevado de extinção foram classificadas na categoria em perigo (EN) e na categoria vulnerável (VU), devendo ser ressaltado que na categoria em perigo ocorreram duas espécies (*Ocotea odorifera* Rohwer e *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb.), e na categoria vulnerável ocorreram quatro espécies (*Cedrela fissilis* Vell., *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Faramaea bahiensis* Müll. Arg. e *Melanoxylon brauna* Schott).

Nove espécies (*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg., *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Cinnamomum tomentulosum* Kosterm., *Hortia brasiliana* Vand. ex DC., *Nectandra warmingii* Meisn., *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez, *Persea rufotomentosa* Nees & C. Mart. e *Xylopia brasiliensis* Spreng.) enquadram-se na categoria quase ameaçadas (NT), ou seja, são espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas, mas podem estar suscetíveis de ser classificadas em uma categoria de ameaça em um futuro próximo.

As espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas, geralmente, são espécies abundantes e amplamente distribuídas, sendo classificadas como menos preocupante (LC). Nesta categoria encontram-se 45 espécies (*Aralia warmingiana* (Marchal) J. Wen, *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll. Arg., *Astronium fraxinifolium* Schott, *Bathysa australis* (A. St.-Hil.) Hook. f. ex K. Schum., *Brosimum lactescens* (S. Moore) C.C. Berg, *Campomanesia eugenioides* (Cambess.) D.Legrand ex L.R. Landrum, *Casearia gossypiosperma* Briq., *Casearia lasiophylla* Eichler, *Casearia obliqua* Spreng., *Casearia rupestris* Eichler, *Clethra scabra* Pers., *Colubrina glandulosa* Perkins, *Cordia silvestris* Fresen., *Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne. & Planch., *Duguetia lanceolata* A. St.-Hil., *Eugenia nutans* O.Berg, *Guatteria australis* A. St.-Hil., *Guatteria sellowiana* Schldl., *Guatteria villosissima* A. St.-Hil., *Hymenolobium janeirense* Kuhl., *Hyptidendron asperrimum* (Epling) Harley, *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., *Lafoensia pacari* A. St.-Hil., *Machaerium*

nyctitans (Vell.) Benth., *Machaerium villosum* Vogel, *Margaritaria nobilis* L. f., *Maytenus robusta* Reissek, *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., *Myrcia pubipetala* Miq., *Myroxylon peruiferum* L. f., *Ocotea lancifolia* (Schott) Mez, *Ocotea laxa* (Nees) Mez, *Panopsis rubescens* (Pohl) Pittier, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr., *Salacia arborea* (Schrank) Peyr., *Siparuna bifida* (Poepp. & Endl.) A. DC., *Siparuna guianensis* Aubl., *Siphoneugena densiflora* O.Berg, *Sloanea garckeana* K. Schum., *Sorocea guilleminiana* Gaudich., *Swartzia acutifolia* Vogel, *Trichilia pallens* C. DC., *Vismia martiana* Reichardt e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.)

Observa-se ainda que 254 espécies (80,63%) amostradas na RPPN Fatura (Tabela 1) não foram avaliadas quanto à ameaça (NE) pelos critérios da IUCN. Esse fato indica que, apesar dos recentes esforços para ampliar, padronizar e difundir informações sobre biodiversidade e conservação da flora brasileira ameaçada de extinção, ainda é pequeno o conhecimento que se tem sobre o status de conservação das espécies arbóreas brasileiras. Estimativas recentes indicam que no Brasil há aproximadamente 46.000 espécies (ZAPPI et al., 2015), entretanto o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) avaliou, até o momento, 6.046 espécies quanto à ameaça de extinção. Assim, estudos como este permitem o avanço do conhecimento sobre a distribuição e a abundância das espécies, possibilitando assim analisar um número maior de espécies. Portanto, é possível que haja, dentre as 254 espécies, aquelas que podem ser incluídas em alguma categoria, o que demonstra a importância dessa Unidade de Conservação para a manutenção de populações viáveis.

Rabinowitz (1981) define raridade como uma variável contínua, mas que pode ser classificada a partir de sua alteração na faixa geográfica de ocorrência, do tamanho da população local e da especificidade de habitat (KRUCKEBERG; RABINOWITZ, 1985; ARAÚJO, 1998; IZCO, 1998; RICKLEFS, 2000; CAIAFA; MARTINS, 2010; VIOLLE et al., 2017). Deste modo, ela determina oito categorias, desde a espécie mais comum até a extremamente rara. Por se tratar de uma análise local, neste trabalho as espécies foram classificadas quanto à faixa geográfica de ocorrência (ampla ou restrita) e à especificidade do habitat (variado ou único). Observa-se que 53,65% das espécies (Figura 2) podem ser classificadas como cosmopolitas, ou seja, são espécies que podem ser localmente abundantes em uma grande variedade de habitats. Apresentam-se restritas 34,60% das espécies (Figura 2), devendo ser ressaltado que 33,97% dessas se distribuem constantemente esparsadas em um habitat específico, mas em grande escala, enquanto 0,63% são

localmente abundantes em um tipo de habitat específico. Consideradas raras ou endêmicas, 11,75% das espécies estão geograficamente esparsadas e restritas a um habitat específico (Figura 2).

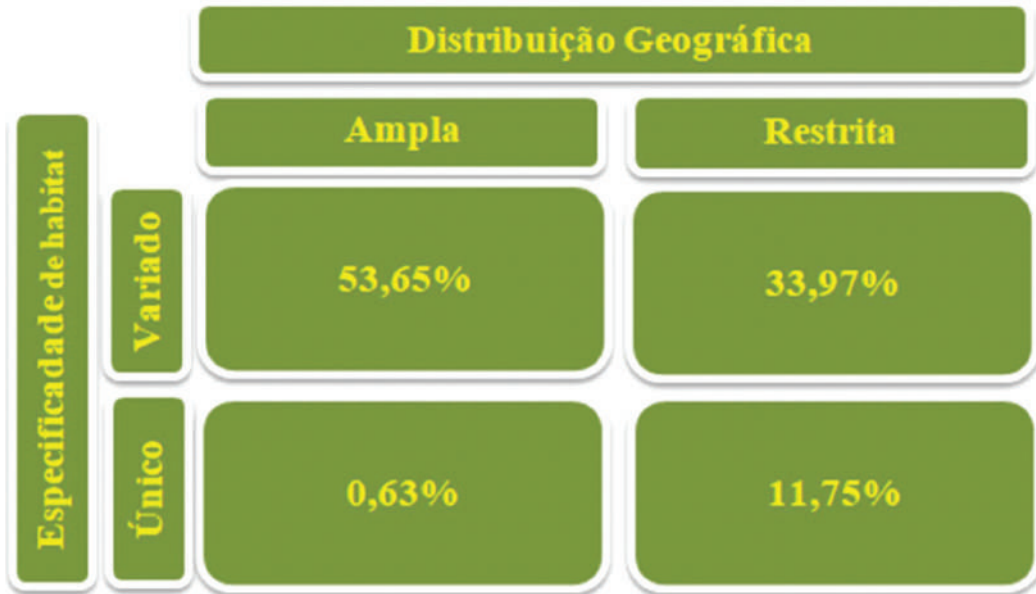


Figura 2

Aplicação das formas de raridade definidas por Rabinowitz, em 1981, considerando as variáveis distribuição geográfica (ampla e restrita) e especificidade de habitat (variado ou único) para a flora arbórea da RPPN Fartura.

As populações raras ou endêmicas ocorrem em conjunto com outras populações e raramente estão isoladas, compartilhando o mesmo habitat e as mesmas condições ambientais que outros organismos (KRUCKEBERG; RABINOWITZ, 1985). Embora as práticas de conservação sejam voltadas para a preservação de espécies raras, deve-se considerar que as espécies comuns também desempenham papel de extrema importância nos ecossistemas e recebem menos atenção (GASTON; FULLER, 2008). Espécies comuns também sofrem com pressões de ameaças, devido à sua condição de abundância e ampla distribuição. Isso ocorre pelo fato de serem altamente exploradas, por ocorrerem em áreas rapidamente perdidas, por se apresentarem agregadas em áreas restritas e pelo seu baixo crescimento populacional (GASTON; FULLER, 2008).

3.3 Categorias funcionais da flora arbórea da RPPN Fartura

O perfil das estratégias ecológicas das espécies arbóreas foi classificado em seis sistemas de guildas (Tabela 2), a fim de formar grupos funcionais. Os atributos funcionais considerados foram: grupo ecológico, sistema sexual, síndrome de dispersão de sementes, status de conservação, frequência de ocorrência, amplitude de distribuição geográfica e especificidade de habitat. Também foi observado o tipo de vegetação onde cada espécie ocorre. Essa classificação foi realizada com base em informações obtidas na literatura (van der PIJL 1982; MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; CARVALHO, 1994; GANDOLFI et al., 1995; BARROSO et al., 1999; RESSEL et al., 2004; PINTO et al.; 2005; ALMEIDA-NETO et al., 2008; OLIVEIRA FILHO; SCOLFORO 2008; VALE et al., 2008; SILVA, 2009; LOPES et al., 2011; VALE et al., 2011; FONSECA; CARVALHO, 2012; PRADO JÚNIOR et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015) e acrescentadas do conhecimento dos próprios autores.

3.3.1 Grupos funcionais

Em relação aos traços funcionais (Figura 3), as espécies foram classificadas quanto ao grupo sucessional (Figura 3), em que 28,89% das espécies correspondem a espécies clímax, ou seja, aquelas que germinam e conseguem crescer nas condições de sombra do sub-bosque, atingindo a maturidade sob o dossel ou no dossel da floresta; 60,00% correspondem a espécies secundárias, aquelas cujas sementes conseguem germinar nas condições de sombra do sub-bosques, embora os imaturos necessitem de luz abundante para crescer e atingir o dossel; e 11,11% são espécies pioneiras, aquelas que necessitam de luz direta para germinar e se estabelecer.

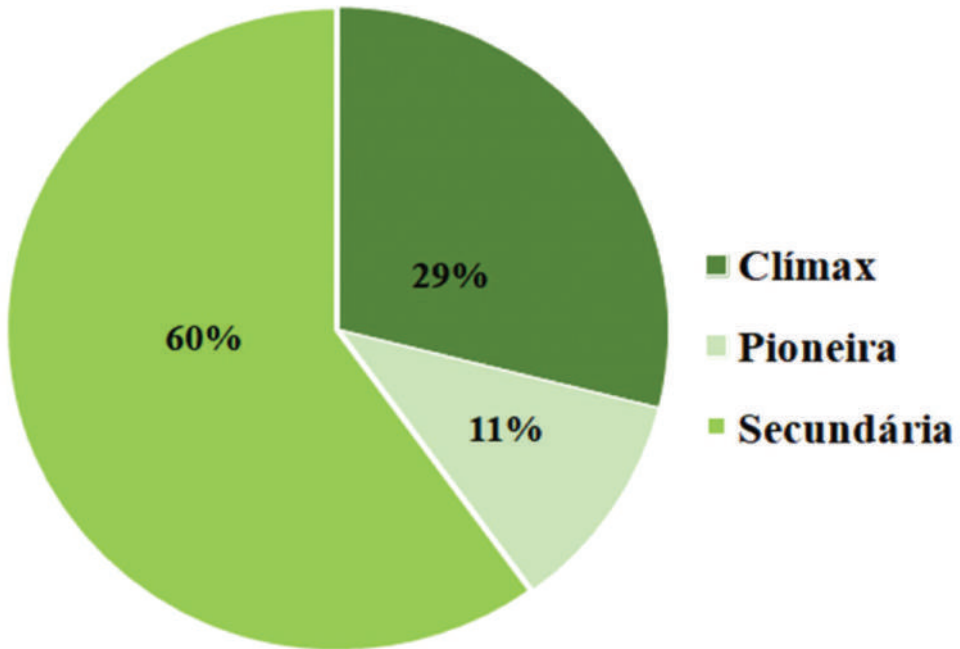
3.3.2 Sistema sexual

Quanto ao sistema sexual (Figura 4), constatou-se que 73,02% das espécies são hermafroditas (possuem o sistema reprodutor feminino e o masculino na mesma estrutura reprodutiva). As espécies monoicas (possuem tanto o sistema reprodutor feminino, quanto o masculino, contudo em estruturas reprodutivas diferentes) representam 12,38%. Já aquelas espécies que possuem o sistema reprodutor feminino em um indivíduo e o masculino em outro (dioica) representam 14,60%.

Tabela 2

Atributos funcionais utilizados na classificação das espécies e sua implicação ecológica nas funções da comunidade de estudo

Guildas	Descrição das Espécies	Implicação Ecológica
Grupo ecológico	<ul style="list-style-type: none"> a) Pioneira (necessitam de luz para germinar) b) Secundárias iniciais e tardias (necessitam de estímulo para crescer) c) Clímax (germinam e conseguem crescer nas condições de sombra do sub-bosque) 	Competição por luz, estratificação, tempo de regeneração, recobrimento do solo, sucessão florestal
Sistema sexual	<ul style="list-style-type: none"> a) Díóica (os sexos se encontram separados em indivíduos diferentes) b) Monoica (o indivíduo apresenta órgãos sexuais dos dois sexos) c) Hemafrodita (os órgãos reprodutores de ambos os sexos estão na mesma flor) 	Os sistemas sexuais são estratégias adaptativas para escapar da herbivoria e garantir a reprodução cruzada
Dispersão	<ul style="list-style-type: none"> a) Anemocóricas: diásporos são disseminados pelo vento b) Autocóricas: dispersam suas sementes pela gravidade ou por deiscência explosiva c) Zoocóricas: diásporos são dispersados por animais. 	Fecundidade, distribuição espacial, estruturação genética, viabilidade de populações, manutenção da fauna dispersora.
Status de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> a) EM = em perigo b) VU = vulnerável c) NT = quase ameaçada d) LC = menos preocupante e) DD = dados insuficientes f) NE = espécie não avaliada quanto à ameaça 	Características ecológicas e biológicas da espécie, no que diz respeito à sua resposta à perda de habitat, além de redução na densidade populacional
Frequência de ocorrência	<ul style="list-style-type: none"> a) Abundante (frequência relativa > 60%) b) Comum (> 40 a 60%) c) Frequente (>25 a 40%) d) Ocasional (>15 a 25%) e) Rara (>7,5 a 15%) f) Muito Rara (>2,5 a 7,5%) g) Raríssima (<2,5% de frequência) 	Tamanho efetivo, fluxo gênico e vulnerabilidade populacional
Distribuição geográfica	<ul style="list-style-type: none"> a) Ampla b) Restrita 	Delimita a extensão geográfica da distribuição de uma espécie
Especificidade de habitat	<ul style="list-style-type: none"> a) Variado b) Único 	Define o tamanho do nicho ecológico de uma espécie

**Figura 3**

Distribuição da proporção de espécies por grupo sucessional para as espécies da flora arbórea da RPPN Fartura.

3.3.3 Dispersão de sementes

As estratégias de dispersão de sementes (Figura 5) indicam o predomínio de 71,43% das espécies com estratégias zoocóricas, isto é, aquelas espécies que apresentam características que indicam que a dispersão de sementes é feita por animais. As espécies cujas sementes são disseminadas pelo vento (anemocóricas) representam 20,95%. E as espécies que dispersam suas sementes pela gravidade ou por deiscência explosiva (autocóricas) contribuem com 7,62%.

A análise de agrupamento permitiu a identificação de dois grandes grupos funcionais, formados com base nos traços funcionais (grupo ecológico, sistema sexual, dispersão de sementes, status de conservação, frequência de ocorrência, distribuição geográfica e especificidade de habitat), com subdivisões subsequentes (Figura 6). É possível detectar dois agrupamentos distintos, sendo a divisão entre os grupos definida pela distribuição geográfica e especificidade de habitat (Tabela 3), seguida por parâmetros de especificidade de habitat e frequência.

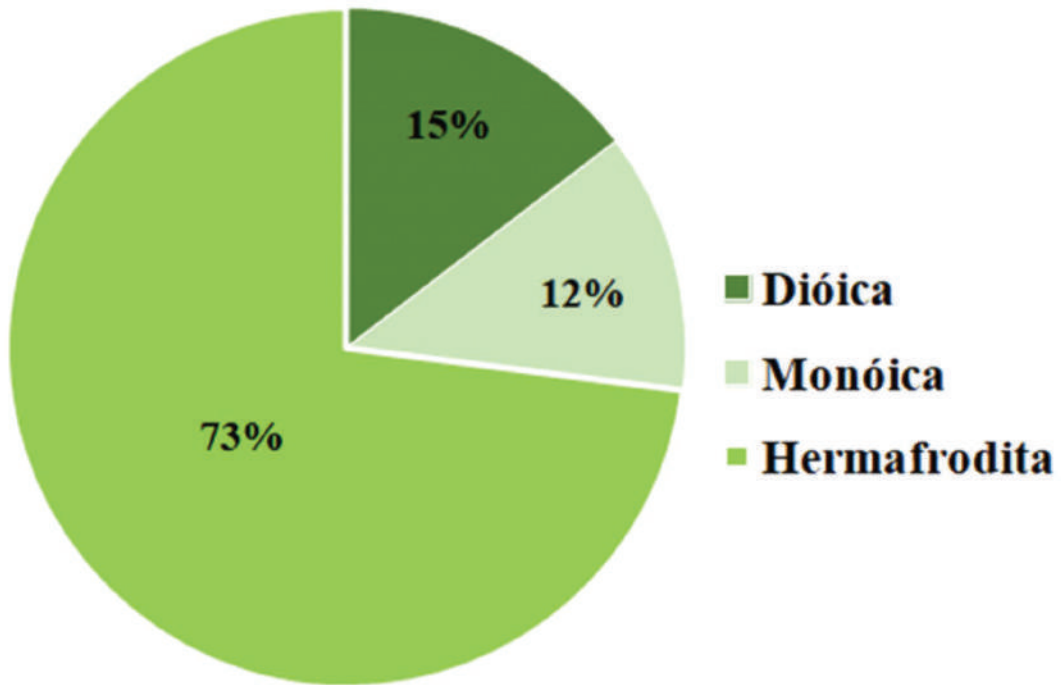


Figura 4

Distribuição da proporção de espécies por sistema sexual para as espécies da flora arbórea da RPPN Fartura.

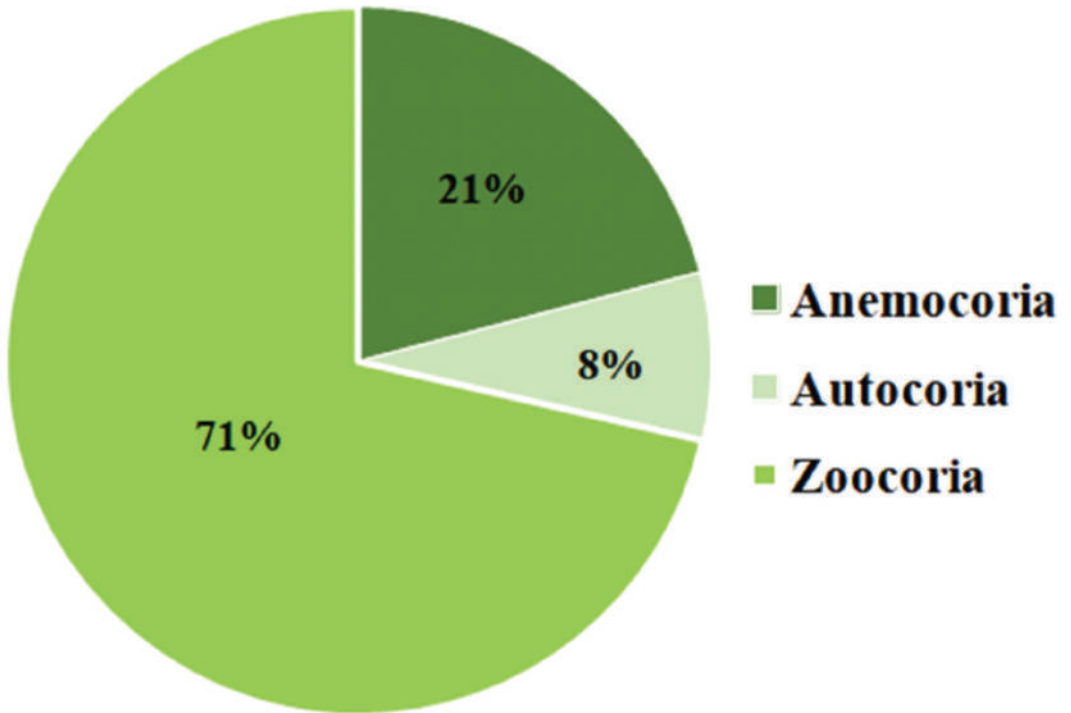


Figura 5

Distribuição da proporção de espécies por dispersão de sementes para as espécies da flora arbórea da RPPN Fartura.

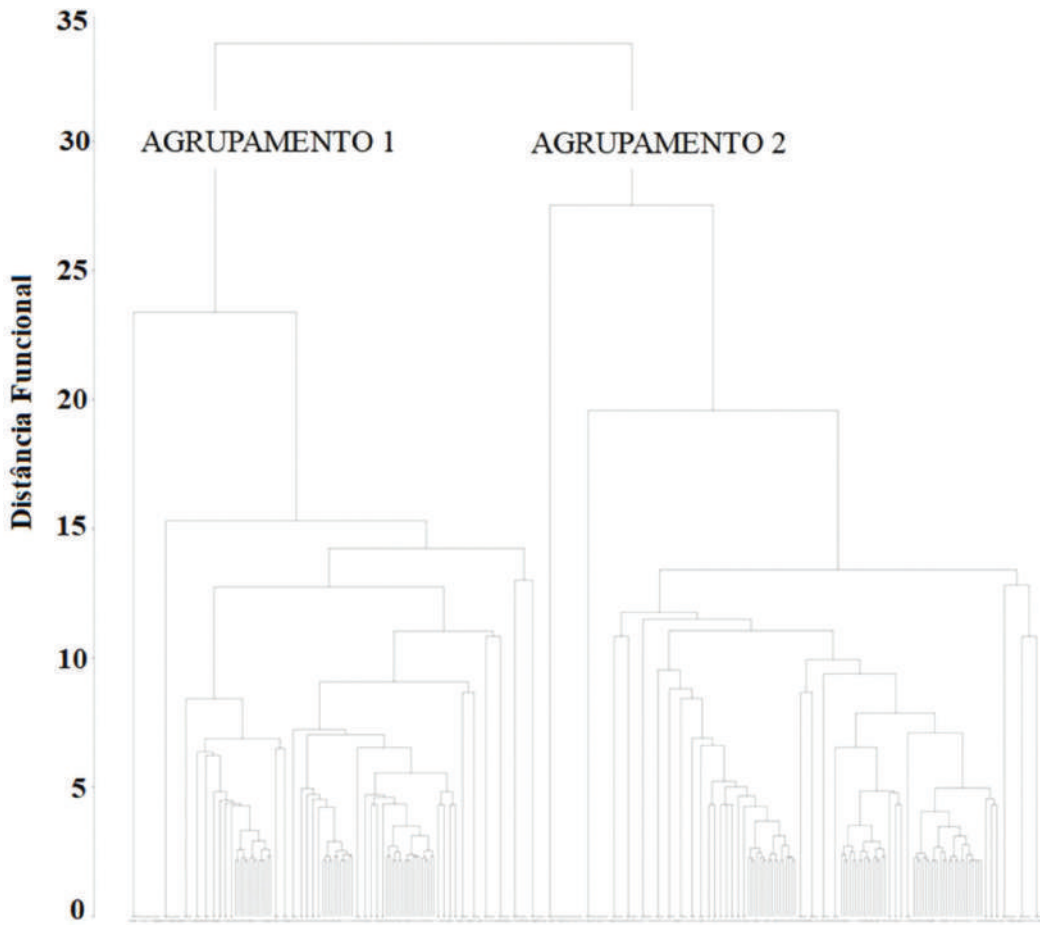


Figura 6

Dendrograma construído a partir dos atributos funcionais de 315 espécies arbóreas amostradas na RPPN Fartura.

Tabela 3

Relação das 315 espécies arbóreas pertencentes aos agrupamentos gerado pelo dendrograma construído a partir dos atributos funcionais

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Handroanthus serratifolius</i>	+	-
<i>Ilex cerasifolia</i>	+	-
<i>Inga striata</i>	+	-
<i>Prunus myrtifolia</i>	+	-
<i>Richeria grandis</i>	+	-
<i>Abarema jupunba</i>	+	-
<i>Abarema villosa</i>	-	+
<i>Actinostemon concolor</i>	+	-
<i>Actinostemon klotzschii</i>	+	-
<i>Aegiphila fluminensis</i>	-	+
<i>Aegiphila integrifolia</i>	+	-
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	+	-
<i>Alchornea triplinervia</i>	+	-
<i>Allophylus edulis</i>	+	-
<i>Allophylus racemosus</i>	+	-
<i>Amaioua guianensis</i>	+	-
<i>Amaioua intermédia</i>	-	+
<i>Anadenanthera colubrina</i>	+	-
<i>Andira ormosioides</i>	-	+
<i>Aniba firmula</i>	-	+
<i>Annona dolabripetala</i>	-	+
<i>Annona mucosa</i>	+	-
<i>Annona neolaurifolia</i>	+	-
<i>Annona neosericea</i>	-	+
<i>Annona salzmännii</i>	-	+
<i>Annona sylvatica</i>	+	-
<i>Aparisthium cordatum</i>	+	-
<i>Aralia warmingiana</i>	-	+
<i>Aspidosperma cuspa</i>	+	-
<i>Aspidosperma illustre</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Aspidosperma olivaceum</i>	-	+
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	-	+
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	+	-
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	+	-
<i>Astronium fraxinifolium</i>	+	-
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	-	+
<i>Bathysa australis</i>	+	-
<i>Bauhinia forficata</i>	+	-
<i>Bougainvillea glabra</i>	-	+
<i>Bowdichia virgilioides</i>	+	-
<i>Brosimum guianense</i>	+	-
<i>Brosimum lactescens</i>	+	-
<i>Buchenavia tomentosa</i>	+	-
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	-	+
<i>Byrsonima stipulacea</i>	-	+
<i>Cabrlea canjerana</i>	+	-
<i>Callisthene major</i>	-	+
<i>Calyptranthes clusifolia</i>	-	+
<i>Campomanesia eugenioides</i>	+	-
<i>Campomanesia guaviroba</i>	+	-
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	+	-
<i>Campomanesia simulans</i>	-	+
<i>Campomanesia velutina</i>	-	+
<i>Casearia arborea</i>	+	-
<i>Casearia decandra</i>	+	-
<i>Casearia espiritosantensis</i>	-	+
<i>Casearia gossypiosperma</i>	+	-
<i>Casearia grandiflora</i>	+	-
<i>Casearia lasiophylla</i>	-	+
<i>Casearia obliqua</i>	+	-
<i>Casearia rupestris</i>	+	-
<i>Casearia sylvestris</i>	+	-
<i>Cassia ferruginea</i>	+	-

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Cecropia hololeuca</i>	-	+
<i>Cecropia pachystachya</i>	+	-
<i>Cedrela fissilis</i>	+	-
<i>Chionanthus ferrugineus</i>	-	+
<i>Chomelia sericea</i>	-	+
<i>Chrysochlamys saldanhae</i>	-	+
<i>Cinnamomum tomentulosum</i>	-	+
<i>Clavija nutans</i>	-	+
<i>Clethra scabra</i>	-	+
<i>Colubrina glandulosa</i>	+	-
<i>Conarus regnellii</i>	-	+
<i>Copaifera langsdorffii</i>	+	-
<i>Cordia ecalyculata</i>	-	+
<i>Cordia gardneri</i>	-	+
<i>Cordia magnoliifolia</i>	-	+
<i>Cordia sellowiana</i>	+	-
<i>Cordia silvestris</i>	-	+
<i>Cordia superba</i>	+	-
<i>Cordia toqueve</i>	-	+
<i>Cordia sessilis</i>	-	+
<i>Coutarea hexandra</i>	+	-
<i>Croton floribundus</i>	+	-
<i>Croton salutaris</i>	-	+
<i>Croton urucurana</i>	+	-
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	-	+
<i>Cryptocarya saligna</i>	-	+
<i>Cupania ludowigii</i>	-	+
<i>Cupania vernalis</i>	+	-
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	+	-
<i>Dalbergia nigra</i>	-	+
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	-	+
<i>Dendropanax cuneatus</i>	+	-
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	+	-
<i>Dimorphandra exaltata</i>	-	+
<i>Diploporis ferruginea</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Cecropia hololeuca</i>	-	+
<i>Cecropia pachystachya</i>	+	-
<i>Cedrela fissilis</i>	+	-
<i>Chionanthus ferrugineus</i>	-	+
<i>Chomelia sericea</i>	-	+
<i>Chrysochlamys saldanhae</i>	-	+
<i>Cinnamomum tomentulosum</i>	-	+
<i>Clavija nutans</i>	-	+
<i>Clethra scabra</i>	-	+
<i>Colubrina glandulosa</i>	+	-
<i>Connarus regnellii</i>	-	+
<i>Copaifera langsdorffii</i>	+	-
<i>Cordia ecalyculata</i>	-	+
<i>Cordia gardneri</i>	-	+
<i>Cordia magnoliifolia</i>	-	+
<i>Cordia sellowiana</i>	+	-
<i>Cordia silvestris</i>	-	+
<i>Cordia superba</i>	+	-
<i>Cordia toqueve</i>	-	+
<i>Cordia sessilis</i>	-	+
<i>Coutarea hexandra</i>	+	-
<i>Croton floribundus</i>	+	-
<i>Croton salutaris</i>	-	+
<i>Croton urucurana</i>	+	-
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	-	+
<i>Cryptocarya saligna</i>	-	+
<i>Cupania ludowigii</i>	-	+
<i>Cupania vernalis</i>	+	-
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	+	-
<i>Dalbergia nigra</i>	-	+
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	-	+
<i>Dendropanax cuneatus</i>	+	-
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	+	-
<i>Dimorphandra exaltata</i>	-	+
<i>Diplotropis ferruginea</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Duguetia chrysocarpa</i>	-	+
<i>Duguetia lanceolata</i>	-	+
<i>Endlicheria glomerata</i>	-	+
<i>Endlicheria paniculata</i>	+	-
<i>Eremanthus erythropappus</i>	-	+
<i>Eriotheca candolleana</i>	-	+
<i>Eriotheca gracilipes</i>	-	+
<i>Eriotheca macrophylla</i>	-	+
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	+	-
<i>Eschweilera ovata</i>	-	+
<i>Esenbeckia grandiflora</i>	+	-
<i>Eugenia cf.</i>	-	+
<i>Eugenia cúprea</i>	-	+
<i>Eugenia handroana</i>	-	+
<i>Eugenia multipunctata</i>	+	-
<i>Eugenia puniceifolia</i>	+	-
<i>Eugenia sonderiana</i>	-	+
<i>Euplassa inaequalis</i>	+	-
<i>Faramea bahiensis</i>	-	+
<i>Faramea cyanea</i>	-	+
<i>Faramea nigrescens</i>	-	+
<i>Ferdinandusa edmundoi</i>	-	+
<i>Guapira graciliflora</i>	+	-
<i>Guapira noxia</i>	-	+
<i>Guarea kunthiana</i>	+	-
<i>Guarea macrophylla</i>	+	-
<i>Guatteria australis</i>	+	-
<i>Guatteria nigrescens</i>	+	-
<i>Guatteria pogonopus</i>	-	+
<i>Guatteria sellowiana</i>	+	-
<i>Guatteria villosissima</i>	-	+
<i>Guettarda viburnoides</i>	+	-
<i>Handroanthus albus</i>	+	-
<i>Handroanthus ochraceus</i>	+	-
<i>Handroanthus vellosi</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Heisteria silvianii</i>	+	-
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	+	-
<i>Himatanthus lancifolius</i>	-	+
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	-	+
<i>Hirtella floribunda</i>	-	+
<i>Hirtella glandulosa</i>	-	+
<i>Holocalyx balansae</i>	+	-
<i>Hortia arborea</i>	+	-
<i>Hortia brasiliiana</i>	+	-
<i>Hymenobium janeirense</i>	+	-
<i>Hyptidendron asperrimum</i>	+	-
<i>Ilex affinis</i>	+	-
<i>Inga cylindrica</i>	+	-
<i>Inga ingoides</i>	+	-
<i>Inga marginata</i>	+	-
<i>Jacaranda jasminoides</i>	-	+
<i>Jacaratia spinosa</i>	+	-
<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	-	+
<i>Lafoensia pacari</i>	+	-
<i>Lamanonia grandistipularis</i>	-	+
<i>Lamanonia ternata</i>	+	-
<i>Leucochloron incuriale</i>	-	+
<i>Licania hoehnei</i>	+	-
<i>Licania kunthiana</i>	+	-
<i>Licania octandra</i>	+	-
<i>Licaria armeniaca</i>	+	-
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	+	-
<i>Luehea divaricata</i>	+	-
<i>Luehea grandiflora</i>	+	-
<i>Mabea fistulifera</i>	+	-
<i>Machaerium acutifolium</i>	+	-
<i>Machaerium amplum</i>	+	-
<i>Machaerium brasiliense</i>	+	-
<i>Machaerium nyctitans</i>	+	-
<i>Machaerium opacum</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Machaerium villosum</i>	+	-
<i>Maclura tinctoria</i> ,	+	-
<i>Maprounea guianensis</i>	+	-
<i>Margaritaria nobilis</i>	+	-
<i>Marlierea clauseniana</i>	-	+
<i>Marlierea laevigata</i>	+	-
<i>Marlierea racemosa</i>	+	-
<i>Matayba mollis</i>	-	+
<i>Maytenus communis</i>	-	+
<i>Maytenus gonoclada</i>	-	+
<i>Maytenus ilicifolia</i>	-	+
<i>Maytenus robusta</i>	-	+
<i>Maytenus salicifolia</i>	-	+
<i>Melanoxylon braúna</i>	-	+
<i>Meliosma sellowii</i>	+	-
<i>Miconia chartacea</i>	+	-
<i>Miconia cuspidata</i>	+	-
<i>Miconia latecrenata</i>	-	+
<i>Miconia minutiflora</i> ,	+	-
<i>Miconia pepericarpa</i>	-	+
<i>Micrandra elata</i> ,	+	-
<i>Micropholis gardneriana</i>	+	-
<i>Micropholis venulosa</i>	+	-
<i>Mouriri glazioviana</i>	-	+
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	+	-
<i>Myrcia amazonica</i>	+	-
<i>Myrcia eriocalyx</i>	-	+
<i>Myrcia guianensis</i>	+	-
<i>Myrcia mischophylla</i>	-	+
<i>Myrcia pubipetala</i>	-	+
<i>Myrcia splendens</i>	+	-
<i>Myrcia tenuifolia</i>	-	+
<i>Myroxylon peruíferum</i>	+	-
<i>Myrsine coriacea</i>	+	-
<i>Myrsine guianensis</i>	+	-

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Myrsine umbellata</i>	+	-
<i>Myrsine venulosa</i>	-	+
<i>Nectandra lanceolata</i>	+	-
<i>Nectandra nitidula</i>	-	+
<i>Nectandra oppositifolia</i>	+	-
<i>Nectandra reticulata</i>	+	-
<i>Nectandra warmingii</i>	-	+
<i>Ocotea aciphylla</i>	+	-
<i>Ocotea corymbosa</i>	+	-
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	+	-
<i>Ocotea glaziovii</i>	+	-
<i>Ocotea lancifolia</i>	+	-
<i>Ocotea laxa</i>	-	+
<i>Ocotea odorifera</i>	-	+
<i>Ocotea spixiana</i>	-	+
<i>Ocotea velloziana</i>	-	+
<i>Ormosia arbórea</i>	-	+
<i>Ormosia vicosana</i>	-	+
<i>Ouratea castaneifolia</i>	+	-
<i>Ouratea salicifolia</i>	+	-
<i>Ouratea semiserrata</i>	-	+
<i>Oxandra martiana</i>	-	+
<i>Panopsis rubescens</i>	-	+
<i>Peltophorum dubium</i>	+	-
<i>Pera glabrata</i>	+	-
<i>Persea rufotomentosa</i>	-	+
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	+	-
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	+	-
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	+	-
<i>Piptocarpha axillaris</i>	-	+
<i>Piptocarpha macropoda</i>	-	+
<i>Platycamus regnellii</i>	-	+
<i>Platypodium elegans</i>	+	-
<i>Pouteria gardneri</i>	+	-
<i>Pouteria microstrigosa</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Protium spruceanum</i>	+	-
<i>Prunus brasiliensis</i>	+	-
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	+	-
<i>Psychotria carthagenensis</i>	+	-
<i>Psychotria deflexa</i>	+	-
<i>Psychotria vellosiana</i>	-	+
<i>Qualea parviflora</i>	+	-
<i>Qualea selloi</i>	-	+
<i>Roupala montana</i>	+	-
<i>Salacia arbórea</i>	-	+
<i>Sapium glandulosum</i>	+	-
<i>Schefflera angustissima</i>	-	+
<i>Schefflera macrocarpa</i>	-	+
<i>Schefflera vinosa</i>	-	+
<i>Senna macranthera</i>	+	-
<i>Senna quinquangulata</i>	+	-
<i>Senna silvestris</i>	+	-
<i>Siparuna apiosyce</i>	-	+
<i>Siparuna bifida</i>	+	-
<i>Siparuna guianensis</i>	+	-
<i>Siphoneugena densiflora</i>	-	+
<i>Siphoneugena dussii</i>	+	-
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i>	-	+
<i>Sloanea garckeana</i>	+	-
<i>Sloanea guianensis</i>	+	-
<i>Sloanea monosperma</i>	+	-
<i>Sloanea retusa</i>	-	+
<i>Sloanea stipitata</i>	+	-
<i>Solanum swartzianum</i>	+	-
<i>Sorocea guilleminiana</i>	+	-
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	+	-
<i>Strychnos acuta</i>	-	+
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	-	+
<i>Styrax ferrugineus</i>	+	-
<i>Styrax latifolius</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Styrax pohlII</i>	+	-
<i>Swartzia acutifolia</i>	-	+
<i>Swartzia apétala</i>	-	+
<i>Symplocos nitens</i>	-	+
<i>Tabebuia riococensis</i>	-	+
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	-	+
<i>Tabernaemontana solanifolia</i>	-	+
<i>Tachigali paratyensis</i>	-	+
<i>Tachigali rugosa</i>	-	+
<i>Talisia esculenta</i>	+	-
<i>Tapirira guianensis</i>	+	-
<i>Tapirira obtusa</i>	+	-
<i>Terminalia glabrescens</i>	+	-
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	-	+
<i>Tibouchina arbórea</i>	-	+
<i>Tibouchina estrellensis</i>	+	-
<i>Trichilia catiguá</i>	-	+
<i>Trichilia hirta</i>	+	-
<i>Trichilia pallens</i>	-	+
<i>Trichilia pallida</i>	+	-
<i>Triplaris gardneriana</i>	-	+
<i>Virola bicuhyba</i>	-	+
<i>Vismia brasiliensis</i>	-	+
<i>Vismia guianensis</i>	-	+
<i>Vismia martiana</i>	-	+
<i>Vismia micrantha</i>	-	+
<i>Vitex megapotamica</i>	+	-
<i>Vitex polygama</i>	+	-
<i>Vitex sellowiana</i>	-	+
<i>Vochysia elliptica</i>	-	+
<i>Vochysia gummifera</i>	-	+
<i>Vochysia magnífica</i>	-	+
<i>Vochysia oppugnata</i>	-	+
<i>Xylopia aromática</i>	+	-
<i>Xylopia brasiliensis</i>	-	+

Continua...

Tabela 3, cont.

Espécies	Agrupamento 1	Agrupamento 2
<i>Xylopiia emarginata</i>	+	-
<i>Xylopiia sericea</i>	+	-
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	+	-
<i>Xylosma prockia</i>	-	+
<i>Xylosma velutina</i>	-	+
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	+	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	+	-
Total	171	144

+ = presença ausência agrupamento; - = ausência no agrupamento

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RPPN Fartura é um importante exemplar remanescente da Mata Atlântica, dada a elevada riqueza e endemismo, assim como pelo grande número de espécies ameaçadas de extinção. Observa-se ainda que a área encontra-se com elevado status de conservação, onde os efeitos normalmente associados à fragmentação, como invasão por gado, incêndios, extração seletiva de madeira, deposição de lixo, dentre outros, não são frequentes na área de estudo.

Os critérios para definição de Unidade de Conservação dependem de uma série de decisões que englobam questões técnicas e políticas, portanto diferentes atores sociais e ambientais exercem forte pressão. A fragilidade do sistema de Unidades de Conservação não se resume apenas ao número delas e à sua distribuição, mas está relacionada também, e principalmente, à dificuldade dos órgãos públicos em proporcionar os instrumentos adequados ao manejo e à proteção dessas áreas. A situação fundiária, a presença humana, a falta de pessoal técnico e de recursos financeiros, aliados à instabilidade de políticas públicas por parte dos órgãos ambientais, são apenas alguns dos principais problemas (OLMOS et. al., 2005).

Neste contexto, os corredores de biodiversidade e as RPPNs, como a RPPN Fartura, apresentam-se como uma estratégia interessante, uma vez que compreendem uma rede de áreas protegidas entremeadas por áreas com diferentes graus de interferência humana, com a premissa de promover o desenvolvimento sustentável e a manutenção dos processos ecológicos e evolutivos da biota.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-NETO M.; GUIMARÃES, P. R.; GUIMARÃES JUNIOR, P. R. et al. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, v. 117, p. 1-13, 2008.
- ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G. T. (Ed.), **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. p. 245-254.
- ARAÚJO, M. Avaliação da biodiversidade em conservação. **Silva Lusitana**, v. 6, n. 1, p. 19-40, 1998.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- CAIAFA, A. N.; MARTINS, F. R. Forms of rarity of tree species in the Southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 2597-2618, 2010.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa, 1994. 640 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Avaliações e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Conservation International do Brasil/Fundação SOS Mata Atlântica/Fundação Biodiversitas/Instituto de Pesquisas Ecológicas/Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas, MG, 2000. 45 p.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. 2007. Biodiversity hotspots. [online]. Disponível em: <www.biodiversityhotspots.org>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de Floresta Atlântica (Juiz de Fora, MG). **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 820-832, 2012.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período 1990-1995**. São Paulo. 2002. 54 p.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.
- GASTON, K. J.; FULLER, R. A. Commonness, population depletion and conservation biology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 23, n. 1, p. 14-19, 2008.

IZCO, J. Types of rarity of plant communities. **Journal of Vegetation Science**, v. 9, p. 641-646, 1998.

KRUCKEBERG, R.; RABINOWITZ, D. Biological aspects of endemism in higher plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 447-479, 1985.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; PRADO JÚNIOR, J. A. et al. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, na Fazenda Experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 322-335, 2011.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Campinas: Unicamp/Fapesp, 1992. p. 112-140.

MURTA, M. A. C. **Comparação do estrato regenerante entre bordas e interior de uma Floresta Estacional Semidecidual em Capelinha/MG**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, M. C.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Comparação florístico-estrutural dos estratos adulto e de regeneração em Mata de Galeria perturbada no Distrito Federal, Brasil. **R. Bras. Bioci.**, v. 13, n. 3, p. 142-154. 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. (Eds.). **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: UFLA, 2008. 576 p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793-810, 2000.

OLMOS, F.; SÃO BERNADO, C. S.; GALETTI, M. O impacto dos Guaranis sobre unidades de conservação In: RICARDO, F. (Ed.). **Terras indígenas e unidades de conservação da natureza: o desafio das sobreposições**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2005. p. 246-261.

PASCHOAL, E. **Florística, fitossociologia e caracterização ambiental em bordas de um fragmento florestal em contato com áreas modificadas por atividades antropicas**. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2015.

PINTO, L. V. A.; DAVIDE, A. C.; ALVARENGA, S. M. et al. Distribuição das espécies arbóreo-arbustiva ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 294-305, 2005.

PRADO JÚNIOR, J.; LOPES, S. F.; VALE V. S. et al. Comparação florística, estrutural e ecológica da vegetação arbórea das fitofisionomias de um remanescente urbano de Cerrado. **Biosci. J.**, v. 28, n. 3, p. 456-471, 2012

RABINOWITZ, D. Seven forms of rarity. In: SYNGE, H. (Ed.). **The biological aspects of rare plant conservation**. Chichester: John Wiley, 1981. p. 205-217.

RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SCHIAVINI, I. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 311-323, 2004.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?: implications for conservation. **Biological Conservation**, 142: 1144-1156, 2009.

RICKLEFS, R. E. Rarity and diversity in Amazonian forest trees. **Tree**. v. 15, n. 3, p. 83-84, 2000.

SILVA, A. C.; van den BERG, E.; HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 283-287, 2009

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavres, 2009.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, DC: CABS & Island Press, 2003. p. 43-59.

VALE V. S.; DORNELES, M. C.; SCHIAVINI, I. et al. Grupos funcionais e sua importância ecológica na vegetação arbórea em um remanescente florestal urbano, Uberlândia, MG. **Natureza [on line]**, v. 9, n. 2, p. 67-75, 2011

VALE, V. S. **Padrões e processos ecológicos do componente arbóreo em uma área de Floresta Estacional Semidecidual (Araguari, MG)**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

van der PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1982. 402 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

VIERIA, A. D. **Diversidade alfa e padrões estruturais de uma Floresta Estacional Semidecidual no Alto Jequitinhonha**. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2015.

VIOLLE, C.; THUILLER, W.; MOUQUET, N. et al. Functional rarity: the ecology of outliers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 5, p. 356-367, 2017.

THE BRAZIL FLORA GROUP (BFG); ZAPPI, D. C.; FILARDI, F. L. R. et al. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

CAPÍTULO 3

Guia de identificação de plântulas de espécies com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas

*Anne Priscila Dias Gonzaga
Evandro Luiz Mendonça Machado,
Manoel Cláudio Silva Júnior
Luiz Carlos Araújo
Deleon Rodrigues da Silva Sousa
Juliana Barlatti Vieira*

1. INTRODUÇÃO

Considerando a importância do reconhecimento da composição florística para um projeto de recuperação de áreas degradadas (RAD), torna-se necessário proceder à identificação das espécies, por meio da morfologia das fases que precedem a germinação, até a fase em que a parte aérea está totalmente desenvolvida. Uma vez que o conhecimento prévio dessas fases pode fornecer informações muito úteis na identificação de indivíduos jovens, especialmente em processos de condução de regeneração natural, uma alternativa seria, por exemplo, a identificação de espécies em inventários de regeneração natural feitos *in situ*, muito embora esses tornem o projeto de RAD ainda mais dispendioso. Neste sentido, contar com a possibilidade de um guia de plântulas de espécies que possuem potencial para ser utilizadas nesses programas é, sem sombra de dúvida, uma ótima ferramenta para realização dos projetos de RAD.

Para Souza (2009), o termo plântula deve ser empregado em referência a uma fase inicial de desenvolvimento da planta de Magnoliophyta. Souza (2003) sugere que essa fase deve se estender desde a germinação consumada da semente até a completa expansão da primeira folha ou eófilo. Esse período é considerado como

um dos mais sensíveis na ontogênese de um indivíduo (FERREIRA, 2004), pois é quando ocorrem as maiores perdas da prole.

O estágio de plântula é, portanto, uma fase decisiva para a sobrevivência de um indivíduo e para a distribuição espacial de uma população, pois uma espécie somente é capaz de ocupar de maneira permanente um habitat quando o indivíduo supera os estágios mais sensíveis do ciclo de vida (LARCHER, 2006).

Segundo Damiano Filho (2005), o estudo da morfologia de plântulas, além de contribuir para o conhecimento integral das espécies, oferece uma quantidade de caracteres próprios que torna possível determinar a espécie da qual procede. Chega-se, inclusive, a caracterizar famílias e gêneros, elaborando chaves para o reconhecimento de espécies de determinadas formações de um ecossistema, de forma mais segura e tendo como auxílio a morfologia comparada de órgãos vegetativos ou reprodutivos adultos.

De acordo com Oliveira (1993), a morfologia de plântulas tem merecido atenção como parte de estudos morfoanatômicos, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou agrupamento sistemático de plantas e para facilitar o reconhecimento e a identificação das espécies de uma determinada região, dentro de um enfoque ecológico. Diante disso, Melo e Varela (2006) ressaltaram que o conhecimento específico dos aspectos morfológicos de germinação de sementes de uma espécie contribui para sua propagação e torna-se fundamental para o melhor planejamento e tratamento silvicultural das espécies, permitindo o uso racional da floresta.

Outro aspecto importante a ser mencionado é a dificuldade de reconhecer as plantas a partir de plântulas, haja vista que os caracteres externos nos estágios iniciais de desenvolvimento podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto ou em plantas de espécies e gêneros afins (CUNHA; FERREIRA, 2003).

Portanto, a identificação das plantas no estágio juvenil conduz a três direções principais: contribui para o melhor entendimento da biologia da espécie, amplia os estudos taxonômicos e auxilia em trabalhos de levantamento ecológico, nos aspectos de regeneração por sementes em condições naturais, na ocupação e no estabelecimento ambiental por qualquer espécie (SALLES, 1987).

O conhecimento morfológico da plântula permite caracterizar famílias, gêneros e até mesmo espécies, e tem sido aplicado no inventário florestal de regiões de clima temperado e tropical (FERRAZ, 1991). De acordo com Guerra et al. (2006), o estudo dos estágios iniciais da vida da planta pode oferecer informações

importantes sobre o desenvolvimento da espécie, servindo como subsídio para a produção de mudas para os mais diversos fins, incluindo para serem utilizadas em programas de RAD, além de permitir melhor compreensão sobre o processo de estabelecimento das plantas em condições naturais.

Além de contribuir para a propagação das espécies, o estudo dos aspectos morfológicos da germinação aborda também a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones, o que, por sua vez, auxilia na interpretação e padronização dos testes de germinação, contribuindo para o conhecimento morfoanatômico integral da espécie (ABUD et al., 2009). A combinação dos caracteres da semente e da plântula pode fornecer subsídios necessários ao reconhecimento das espécies no campo e em amostras de sementes (BELTRATI, 1995).

No entanto, apesar da grande importância dos estudos morfológicos dos frutos, das sementes e das plântulas, no Brasil estudos dessa natureza podem ser considerados escassos (LIMA et al., 2010). De acordo com Leonhardt et al. (2008), devido à riqueza da flora, o número de estudos com esse objetivo é crescente, porém ainda existe uma lacuna grande de publicações que, como esta, tentam sanar deficiências quanto ao conhecimento morfoanatômico das espécies nativas, principalmente em seus estádios iniciais de desenvolvimento, e que possam servir de referência e subsídio para os programas de recuperação e manejo de áreas naturais.

Assim sendo, a escassez de informações sobre o desenvolvimento de plântulas, bem como sobre a germinação e o desenvolvimento das espécies de nossa flora, instigou esta publicação. Dessa forma, nossa proposta é a elaboração e a confecção de um guia ilustrativo e descritivo do desenvolvimento inicial de espécies com potencial para serem utilizadas em programas de RAD, além da intenção de fornecer informações úteis para elaboração de trabalhos sobre identificação, caracterização e conservação de plântulas em seus ambientes naturais.

Acreditamos que o conhecimento das fases iniciais do desenvolvimento de plantas possa ser utilizado para diversas áreas do saber, especialmente no que tange ao entendimento do processo de regeneração das plantas e à orientação da escolha de espécies para projetos de recuperação. Com as informações e descrições apresentadas neste capítulo, espera-se contribuir para a valorização do uso das espécies vegetais nativas em programas de RAD, difundir o uso potencial dessas espécies e reforçar a importância da conservação dessa biodiversidade para que esta seja cada vez mais bem manejada e utilizada.

2. PROCEDIMENTOS PARA COLETA, GERMINAÇÃO E REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

Frutos e sementes oriundos de várias localidades do estado de Minas Gerais foram utilizados para a confecção do presente guia. Eles foram coletados diretamente na árvore ou no chão, por meio de catação manual, coletando-se apenas frutos considerados maduros. Em seguida, os propágulos foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e conduzidos para o Laboratório de Sementes da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Antes da sementeira, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio e posteriormente lavadas em água corrente por 10 minutos, segundo método proposto nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para obtenção das plântulas e avaliação do processo germinativo, quando necessário, as sementes foram submetidas a tratamentos de quebra de dormência, de acordo com o protocolo proposto por Davide e Silva (2008).

Para o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas, 30 sementes foram colocadas para germinar em bandejas de polietileno, previamente preenchidas com areia, que foi utilizada somente como um suporte, e não como substrato. Após a sementeira das sementes, as bandejas foram mantidas em uma casa de vegetação com tela de sombreamento de 50%.

Para realização do registro fotográfico e da descrição morfológica de todo processo germinativo, foi necessário o acompanhamento e monitoramento da germinação. Assim sendo, a cada dois dias foram realizadas observações, para descrever desde o início da germinação, o desenvolvimento das plântulas, até a formação dos primeiros metáfilos, embora em alguns casos a plântula não os tenha apresentado. A germinação foi considerada desde a emissão da radícula até a emissão dos protófilos, enquanto a plântula foi considerada estabelecida quando os metáfilos já estavam totalmente expandidos. Nesse período, para fazer a descrição morfológica da plântula, foram analisadas as características de raiz (tipo, forma e coloração), hipocótilo e epicótilo (pilosidade, forma e coloração), cotilédones e protófilos (consistência, textura, forma, nervação, coloração e o tipo de bordo, ápice e base).

As descrições morfológicas foram feitas a olho nu, com o auxílio de paquímetro digital de precisão 0,01 mm e de uma régua milimetrada de 30 cm; para esse procedimento foram utilizadas as plântulas mais vigorosas. Essas tiveram

seus sistemas radiculares expostos por meio de lavagem em água, o que facilitou a visualização das estruturas em estudo.

Os tipos morfológicos das plântulas seguiram a classificação que emprega três caracteres dos cotilédones para descrevê-los: emergência, posição e desenvolvimento:

a) plântulas com cotilédones emergentes são denominadas fanerocotiledonares (F) e as não emergentes, criptocotiledonares (C);

b) plântulas elevadas acima do solo pelo hipocótilo são epígeas (E); e

c) plântulas com cotilédones abaixo ou no nível do solo, com hipocótilo nulo ou pouco desenvolvido, são hipógeas (H).

Além disso, os cotilédones podem ser: especializados para fotossíntese, foliáceos (F) e estocagem ou absorção de reservas da semente (R).

A partir desses três caracteres, as plântulas podem ser descritas por notações, por exemplo, FEF significa plântula fanero-epígea com cotilédones foliáceos e CHR plântula cripto-hipógea com cotilédones de estocagem/absorção de reservas. Embora possam ocorrer oito combinações diferentes entre as classes descritas, somente cinco foram encontradas na natureza para dicotiledôneas: FEF, FER, FHR, CER e CHR (RODRIGUES, 2005).

Outros termos pertinentes a este guia e que aqui carecem ser conceitualizados são:

a) **raiz primária:** formada a partir do alongamento da radícula, dando origem à raiz principal;

b) **colo ou coleto:** região de transição entre a raiz e o hipocótilo, que pode ser visível pela diferença de coloração ou apresentar-se como uma pequena depressão ou estrangulamento;

c) **hipocótilo:** parte da plântula situada entre o ponto de inserção dos cotilédones e aquele em que tem início a raiz;

d) **cotilédones:** folha embrionária, em geral em número de uma (monocotiledôneas), duas (eudicotiledôneas) ou muitas (gimnospermas), podendo conter reservas;

e) **epicótilo:** primeiro entrenó típico da plântula, localizado entre o nó cotiledonar e nó do primeiro eófilo;

f) **protófilo ou eófilo:** primeiras folhas de uma plântula, dispostas após o nó cotiledonar; e

g) **Metáfilo:** primeiras folhas que se assemelham morfológicamente às encontradas em indivíduos adultos. Para cada espécie, formou-se uma referência composta de nome científico, família, nome popular, distribuição geográfica no Brasil; descrição botânica, informações ecológicas; descrição de folhas, flores, frutos e sementes; épocas de floração e frutificação; principais usos, juntamente com o registro fotográfico e a descrição morfológica das plântulas.

Para obtenção de fotografias de alta qualidade para confecção do guia, foi elaborado e confeccionado um miniestúdio fotográfico feito de MDF e lâmpadas fluorescentes nas dependências do Laboratório de Sementes da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Tendo em mãos a estrutura mencionada, o registro fotográfico foi realizado no estúdio com o auxílio da câmera digital de alta resolução e de um tripé. Desta forma, foram tiradas fotografias dos diversos estádios de desenvolvimento, como emissão da raiz e da parte aérea e emergência das primeiras folhas (eófilos e metáfilos). Para melhor percepção das dimensões analisadas das plantas, nas sessões de fotos as plântulas foram dispostas sobre lâminas de papel milimetrado com fundo branco e malha quadriculada de 1×1 mm.

Todas as fotografias tiradas foram inicialmente arquivadas em formato JPEG. Após uma breve seleção, as mais adequadas para serem utilizadas no guia foram editadas e foram convertidas em imagens únicas por espécie.

3. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS ESTÁGIOS DAS PLÂNTULAS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

As espécies selecionadas para compor este guia estão listadas na tabela a seguir (Tabela 1). Essa seleção baseou-se em três critérios básicos:

a) **o potencial uso em RAD:** com base em listas botânicas e etnobotânicas, com a descrição do uso das espécies. Foi feita uma triagem de espécies que ocorrem no estado e que podem (e estão sendo) ser utilizadas em projetos de recuperação;

b) **disponibilidade de semente:** de posse da lista mencionada, foi feita uma nova seleção de espécies que continham sementes disponíveis para realização do experimento de germinação, que já estavam coletadas no Laboratório de Sementes da UFVJM ou que havia disponibilidade de coleta; e

Tabela 1

Características gerais das espécies selecionadas para a confecção do guia de plântulas.
A listagem está organizada por ordem alfabética de família seguida de espécie

Família/Espécie	Nome Popular	HAB	GE	MAD	SD	SS	GER	SC	Domínios Fitogeográficos	Fenologia		
										Floração	Frutificação	
ANACARDIACEAE												
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira branca	Arb, Arv	Pi a SI	P	Zoo	Di	FEF	NE	CE, MA	Jun. a Set.	Out a Dez.	
APOCYNACEAE												
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangabeira	Arv	Pi	P	Zoo	Mo	FEF ou CER	NE	AM, CA, CE, MA	Ago. a Nov.	Out. a Mar.	
BIGNONIACEAE												
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	Bolsa de Pastor	Arb, Arv	Pi	P	Ane	He	FEF	LC	AM, CA, CE, MA	Dez. a Ago.	Jul. a Ago.	
CALOPHYLLACEAE												
<i>Kielmeyera</i> <i>lathrophyton</i> Saggi	Pau-Santo, Pau-Santo- da-Serra	Arb, Arv	SI	M	Ane	He	FHR	NE	CA, CE, MA	Set. a Dez.	Ago. a Set.	
FABACEAE												
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de- vaca	Arv	Pi	M	Auto	He	FEF	NE	MA	Set. a Out.	Abr. a Mai.	
<i>Bowditchia</i> <i>virgiloides</i> Kunth	Sucupira Preta, sucupira- do-campo	Arv	Pi a SI	P	Ane	Mo	FEF	NT	AM, CA, CE, MA, PA	Set. a Ago.	Nov. a Dez.	
<i>Copaifera</i> <i>langsdorffii</i> Desf.	Pau-d'óleo, copaíba	Arv	Pi a SI	M	Zoo	He	FER	NE	AM, CA, CE, MA	Out. a Mar.	Jul. a Out.	

Continua...

Tabela 1, cont.

Família/Espécie	Nome Popular	HAB					SS	GER	SC	Domínios Fitogeográficos	Fenologia	
		Arv	Pi	P	Ane	H					FEF	NE
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth	jacarandá do cerrado, cabiúna	Arv	Pi	P	Ane	H	FEF	NE	CE		Ago. a Set.	Out. a Dez.
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Tamburil, Orelha-de-Negro	Arv	Pi	M	Zoo	He	FEF	NE	AM, CE		Mai. a Set.	Jul. a Ago.
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá da mata	Arv	ST	P	Zoo	He	FER	LC	AM, CA, CE, MA, PA		Set. a Nov.	Jun. a Dez.
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá do cerrado, jatobá-capão	Arv	ST	P	Zoo	Mo	FEF	NE	AM, CA, CE, PA		Dez. a Fev.	Ago. a Set.
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	Arv	Pi a SI	M	Auto	He	FEF	NE	CA, CE, MA, PA		Set. a Mar.	Mai. a Dez.
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth	vinhático, pau-candeia, oiteira	Arb, Arv	SI	M	Ane	Po	FEF	LC	AM, CA, CE, MA		Ago. a Nov.	Set. a Dez.
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-cigarra	Arb, Arv	Pi	L	Ane, Auto	He	FEF	NE	AM, CA, CE, MA		Dez. a Abr.	Abr. a Ago.
MALVACEAE												
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	Embruçu, paineira, paineira-do-cerrado	Arv	Pi a SI	L	Ane	He	FEF	LC	MA		Mar. a Jul.	Jun. a Set.

Continua...

Tabela 1, cont.

Família/Espécie	Nome Popular	HAB GE MAD SD SS GER SC								Domínios Fitogeográficos		Fenologia	
		HAB	GE	MAD	SD	SS	GER	SC	Domínios Fitogeográficos	Floração	Frutificação		
MYRTACEAE													
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaiteira	Arb, Arv	Pi a SI	P	Zoo	He	CHR	NE	CA, CE, MA			Ago. a Set.	Out. a Dez.
<i>Myrcia jenzliana</i> O. Berg	Guamirim	Arv	SI	P	Zoo	He	FEF	NE	CE, MA			Fev. a Mar.	Mar.
VOCHYSIACEAE													
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-grande, pau terra de folha larga	Arb, Arv	Pi a SI	P	Ane	He	FEF	NE	AM, CA, CE, MA			Ago. a Dez.	Out. a Dez.

HAB = Hábito; Arb = Arbustivo; Arv = Árvore; GE = Grupo ecológico; PI = Ploneira; SI = Secundária Inicial; MAD = Tipo de Madeira; P = Pesada; M = Média; L = Leve; SD = Síndrome de Dispersão; Zoo = Zoocoria; Ane = Anemocoria; Auto = Autocoria; SS = Sistema Sexual; Di = Dioico; Mo = Monoico; Po = Poligama; He = Hermafrodita; GER = Tipo de Germinação; FEF = Plântula fânero epigea com cotilédones foliáceos; FER = Plântula fânero epigea com cotilédones de estocagem/absorção de reservas; FHR = Plântula fânero hipógea com cotilédones de estocagem/absorção de reservas; CER = Plântula cripto epigea com cotilédones de estocagem/absorção de reservas; SC = Status de Conservação; NE = Não avaliada quanto a ameaça; LC = Pouco preocupante; NT = Quase ameaçada; AM = Amazônico; CA = Caatinga; CE = Cerrado, MA = Mata Atlântica; e PA = Pantanal.

c) Eficiência na germinação: a lista final contou com as espécies que, após passarem pelos crivos anteriores, apresentaram bons índices de germinação e que estavam disponíveis para a realização do registro fotográfico, haja vista que para essa etapa é necessário um número mínimo de plântulas.

Descrição das características gerais das espécies selecionadas para a confecção deste guia de plântulas. A listagem está organizada por ordem alfabética de família, seguida de espécie, conforme descrito a seguir:

1) *Lithrea molleoides* (Vell.) Engl. - Anacardiaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: árvore com exsudação hialina e escassa ao se destacarem as folhas. Copa globosa a assimétrica; ramos terminais roliços, estriados e lenticelados. Troncos com diâmetros de até 25 cm; ritidoma acinzentado, fissuras sinuosas e descontínuas; cristas irregulares.

Folhas: compostas; imparipinadas; alternas, espiraladas; raque alada, de até 12 cm de comprimento, comumente cinco folíolos opostos; estreito-elípticos a ovados; ápices agudos, mucronados e bases agudas a obtusas; margens inteiras; nervação eucampródoma, nervura central amarelada, saliente em ambas as faces; pecíolos de até 8 cm de comprimento, folíolos sésseis ou curto-peciolulados; estípulas caducas; folíolos cartáceos; discolorés; pilosos; odor característico de manga ou aroeira ao se amassarem os folíolos.

Flores: flores masculinas e femininas; de até 0,4 cm de diâmetro; 5 pétalas livres; amareladas. Inflorescências paniculadas, terminais ou axilares; com até 7 cm de comprimento

Fruto: frutos do tipo drupa; globoides; de até 0,7 cm de diâmetro; deiscentes; levemente apiculados.

Distribuição geográfica no Brasil:

Nordeste: Bahia.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Sul: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Possui sementes redondas de cor preta, medindo cerca de 5,0 mm de diâmetro (Figura 1A). A plântula possui característica fanero-epígea com cotilédones foliáceos (Figura 1D). Apresenta raiz primária com 5,0 a 15,0 mm de comprimento e cerca de 2,0 mm de largura, com coloração variando desde marrom-escuro até preta (Figura 1B-C), possui raízes laterais pouco evidentes, com cerca de 3,0 mm de comprimento e 5,0 mm de largura, com a mesma coloração das raízes principais (Figura 1E-F). Colo com 1,0 mm diâmetro, vermelho-claro (Figura 1D). Hipocótilo com 15,0 a 18,0 mm de comprimento e 1,0 mm de largura, cores em *dégradé*, sendo branca mais próximo ao colo e vermelha próximo aos cotilédones (Figura 1D-E-F). Cotilédone com 8,0 a 10,0 mm de comprimento e 5,0 a 7,0 de largura, ovado, membranoso verde-escuro (Figura 1F-G). Folhas simples, lanceoladas, reticuladas, nervura principal vermelha e saliente na face abaxial (Figura 1H-I-J).

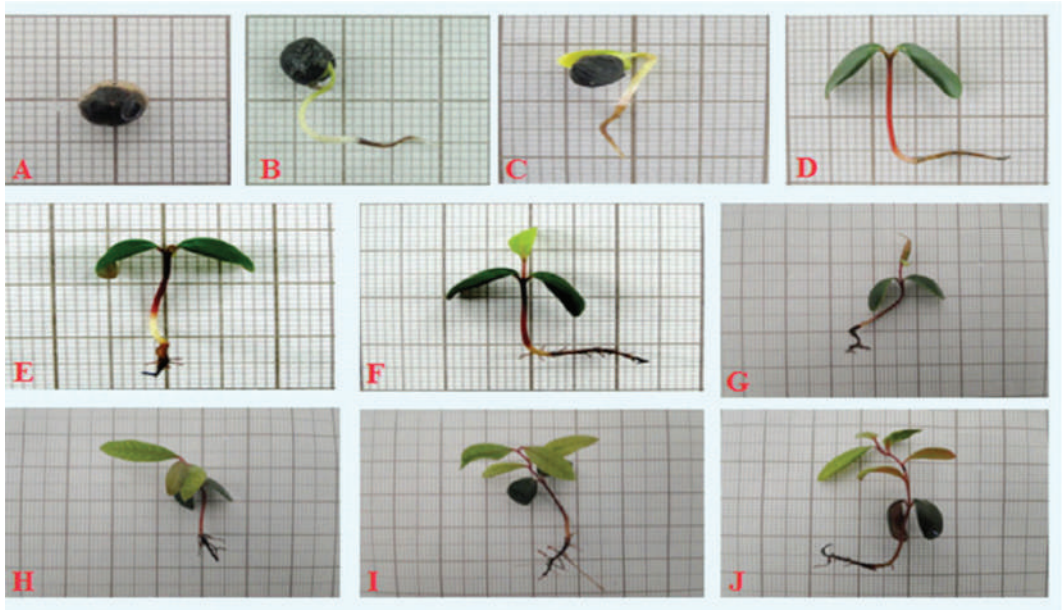


Figura 1

Germinação e desenvolvimento inicial da espécie *Lithrea molleoides*. (A) sementes beneficiadas; (B) início da germinação, com protrusão da radícula; (C) exposição do cotilédone; (D) desenvolvimento das raízes primárias; (E) a (I) crescimento do epicótilo e protófilos; e (J) primeiro par de folhas. Escala: 1 × 1 cm.

2) *Hancornia speciosa* Gomes - Apocynaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: com exsudação leitosa abundante ao se destacar a folha. Copa: com ramos terminais pilosos e ferrugíneos. Tronco: com diâmetros de até 15 cm; ritidoma cinza ou castanho; reticulado.

Folhas: simples, opostas, dísticas; oblongas ou elípticas; até 10 cm de comprimento e 5 cm de largura; ápices obtusos ou acuminados e bases arredondadas ou cordadas; margens inteiras; nervação broquidódroma, nervuras secundárias paralelas; pecíolos de até 1,5 cm de comprimento; sem estípulas; folhas cartáceas; concolores; pilosas na face inferior.

Flores: de até 4 cm de comprimento; com cinco pétalas unidas na base; de cor branca.

Frutos: de até 7 cm de diâmetro; globosos; carnosos; rosados quando maduros.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará, Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Rondônia e Tocantins.

Nordeste: Ceará, Bahia, Piauí, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão.

Centro-Oeste: Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Sul: Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

A espécie apresenta sementes com a forma mais ou menos de um disco, de cor marrom-clara com uma pequena circunferência de cor branca no centro (Figura 2A). As plântulas de *Hancornia speciosa* podem ser classificadas como FEF ou CER com hipocótilo de coloração avermelhada, medindo 8 mm de comprimento e diâmetro inferior a 5mm e epicótilo de coloração avermelhada com 12 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro, os cotilédones quando se tornam foliáceos (FEF) são coriáceos (Figura 2B). A raiz principal mede 54 mm e tem coloração amarelada e as raízes secundárias medem até 48 mm e têm coloração da raiz principal (Figura 2B-E). Os protófilos são folhas simples, sésseis, opostas cruzadas, têm coloração esverdeada (Figura 2C-D), penínérvea com nervura saliente nas duas faces, possuem bordo inteiro e avermelhado, glabra, têm forma elítica com base obtusa e ápice agudo e possuem látex (Figura 2D-E).

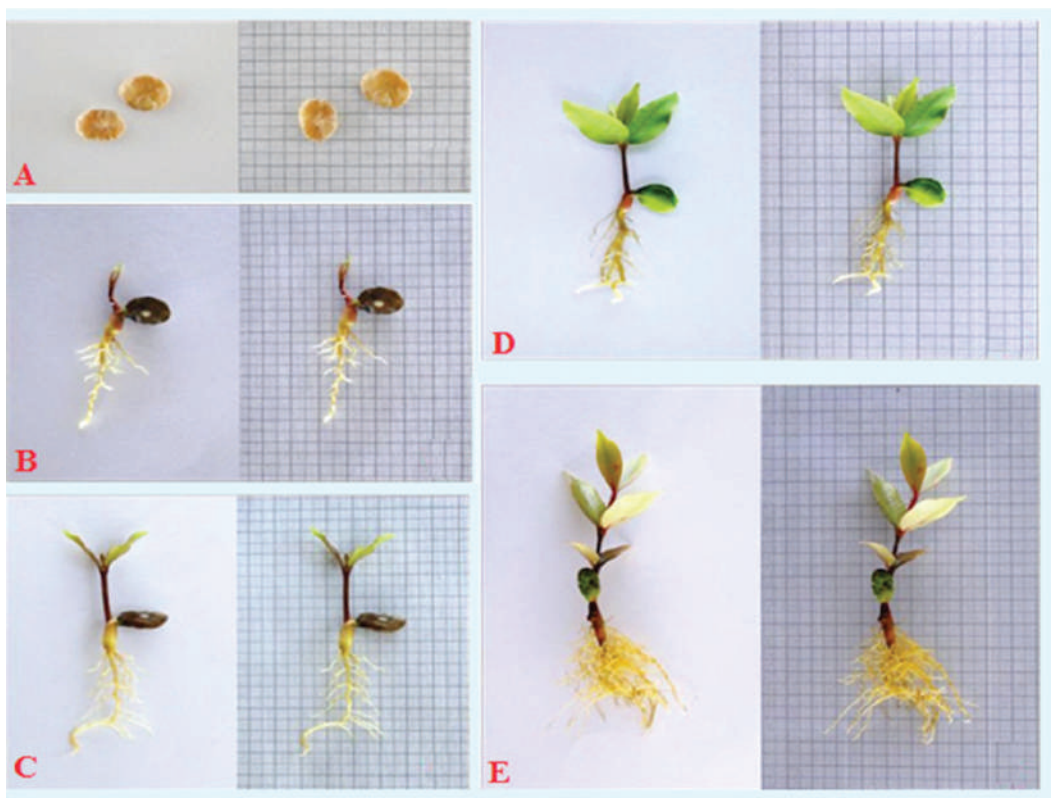


Figura 2

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Hancornia speciosa*. (A) sementes (tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após quatro semanas); (C) protófilos (após 11 semanas); (D) protófilos (após 13 semanas); e (E) protófilos (após 24 semanas, fim do experimento). Escala: 1 x 1 cm.

3) *Zeyheria montana* Mart. - Bignoneaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: árvores sem exsudação ao se destacar a folha. Copa com ramos terminais sulcados e pilosos. Tronco com diâmetros de até 29 cm; ritidoma de cor castanha ou acinzentada com fissuras e cristas sinuosas e descontínuas com aspectos descontínuos, com aspectos retorcidos.

Folhas: compostas, digitadas, opostas, cruzadas, 5 folíolos elípticos, oblongos ou obovados; de 7 a 25 cm de comprimento e obtusos e agudos e bases cuneadas ou assimétricas, margens inteiras, nervação broquidórma, nervuras impressas na face superior e salientes na inferior, pecíolos com base inflada, de até 25 cm de comprimento, pecíolos e peciólulos amarelados, sem estípulas, folíolos coriáceos, discolores, pilosidades bege ou amarelada na face inferior.

Flores: com até 3 cm de comprimento, com 4 pétalas unidas de cor amarelo-laranja.

Fruto: com cerca de 8,0 cm de diâmetro; castanho; deiscente; seco; orbicular; coberto com pelos rígidos e quebradiços.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará e Tocantins.

Nordeste: Bahia, Maranhão e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Sul: Paraná.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Esta espécie possui sementes ovadas de coloração bege, membranosa e alada, medindo cerca de 17,0 mm de comprimento e 14,0 mm de largura (Figura 3A). Suas plântulas são classificadas como fanero-epígea com cotilédones foliáceos (Figura 3E-F). Apresenta raiz primária, medindo de 12,0 a 30,0 mm de comprimento e 1,5 a 2,1 mm de largura, coloração esbranquiçada (Figura 3B-D), possui raízes laterais com 3,0 a 12,1 mm de comprimento e 1,0 mm de largura, com coloração variando entre branco-esverdeada e bege (Figura 3G). Colo com 3,0 mm de diâmetro, branco (Figura 3H). Hipocótilo com 10,0 a 17,0 mm de comprimento por 1,0 a 5,0 mm de largura de cor branca (Figura 3I). Cotilédone com 5,0 mm de comprimento e 7,00 de largura, circular e membranoso. Folhas compostas, opostas com dois folíolos, levemente pilosa de coloração verde-escura (Figura 3J).



Figura 3

Sementes e estádios iniciais da espécie *Zeyheria montana*. (A) sementes beneficiadas; (B) e (C) início da germinação, com protrusão da radícula, com desenvolvimento das raízes primárias; e (D) a (J) crescimento do epicótilo e protófilos. Escala: 1 × 1 cm.

4) *Kielmeyera lathrophyton* Saddi - Calophyllaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005; LORENZI, 2009):

Árvore: caracterizada pela sua tortuosidade e tronco com casca grossa e corticenta com fendas irregulares com diâmetro médio de 40 cm; copa rala e arredondada. A planta quando adulta atinge uma altura média de 3-6 m.

Folhas: coriáceas, simples, alternas, elípticas, glabras em ambas as faces, alternas espiraladas (ficam concentradas no ápice dos ramos), peninervadas, nervura central amarelada e protuberante na face inferior, margens inteiras, tamanho médio de 14 cm, pecioladas, 8 a 24 cm.

Flores: inflorescência com poucas flores brancas e grandes, com 5 pétalas e 8 cm de diâmetro.

Frutos: glabros, trilobados, em cápsulas, deiscentes, tamanho médio de 16 cm.

Distribuição geográfica no Brasil:

Nordeste: Bahia.

Centro-Oeste: Distrito Federal e Goiás.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Kielmeyera lathrophyton possui sementes aladas de coloração marrom, apresentando comprimento de 50,0 a 70,0 mm e largura de 30,0 a 50,0 mm (Figura 4A). As plântulas são do tipo fanero-hipógeas com cotilédones de estocagem/reservas (Figura 4I). Com raiz primária medindo de 25,0 a 30,0 mm de comprimento e 5,0 a 7,0 mm de largura, coloração esbranquiçada, cilíndrica, sendo mais espessa na base e afilada no ápice (Figura 4B-H); possui raízes laterais pouco numerosas de 10,0 a 12,0 mm de comprimento e 1,0 e 2,0 mm de largura, coloração marrom-clara (Fig. 4E-H). Colo com 11,0 mm de diâmetro, verde-claro (Figura 4E-F). Hipocótilo com 20,0 a 45,0 mm de comprimento e 3,0 a 6,0 mm de largura de coloração verde, cilíndrico (Figura 4J). Cotilédone com 10,0 a 13,0 mm de comprimento com 8,0 a 10,2 mm de largura e 10 mm de espessura (Figura 4I-L). Epicótilo de 15,4 a 20,2 mm de comprimento, 5,0 a 7,3 mm de diâmetro, verde (Figura 4K-L). Folhas simples, opostas, elípticas, lustrosas, membranosas, lisas, nervura principal saliente na face abaxial e pecíolo medindo cerca de 5,0 mm, comprimento de 60,0 mm e 30,0 de largura (Figura 4L).

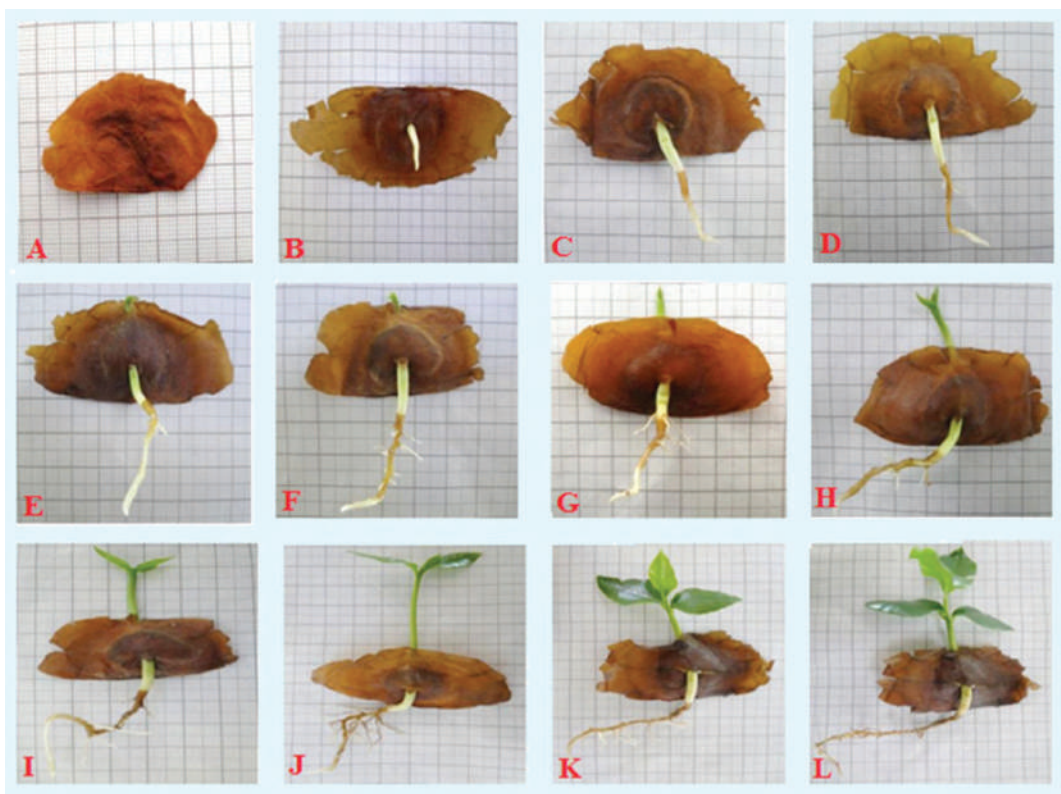


Figura 4

Desenvolvimento inicial de *Kielmeyera lathrophyton*. (A) semente; (B) início da germinação, com protrusão da radícula; (C) e (D) desenvolvimento das raízes primárias e secundárias; e (E) a L crescimento do epicótilo e protófilos. Escala: 1 × 1 cm.

5) *Bauhinia forficata* Link – Fabaceae:

Características gerais (CARVALHO, 2003):

Arvoreta ou Árvore: caducifólia, com altura variando de 4 a 20 m e com 10 a 30 cm de DAP, na idade adulta. Tronco: tortuoso, curto e delgado. Fuste curto e raramente atinge 5 m de comprimento. Copa arredondada ou estendida e aberta. A casca externa é cinza-escura, lisa ou finamente fissurada. A casca interna é branca e fibrosa.

Folhas: alternas, simples, ovadas, coriáceas, com até 10 cm de comprimento por até 6 cm de largura, bilobadas (em forma de pata-de-vaca). Lâmina foliar lisa, brilhante na face superior, com glândula na base. Quando jovens, os ramos têm dois espinhos curvos como estípulas na base do pecíolo.

Flores: brancas, de antese noturna. A inflorescência é em racemo axilar, com flores vistosas, pétalas de até 9 cm de comprimento e com dez estames compridos.

Fruto: legume aplainado, marrom-acinzentado, de até 20 cm de comprimento por 2,5 cm de largura, com deiscência elástica, de valvas lignificadas, abrindo-se em duas partes, com 5 a 10 sementes.

Distribuição geográfica no Brasil:

Nordeste: Alagoas, Bahia e Pernambuco.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Sul: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

A espécie apresenta semente com forma elipsoide achatada com reentrância em uma ou nas duas extremidades e tem coloração esverdeada e amarelada a amarronzada (Figura 5A). As plântulas de *Bauhinia forficata* são classificadas como FEF (Figura 5B) com hipocótilo medindo 4 mm de comprimento e diâmetro inferior a 3 mm com coloração amarronzada (Figura 5C) e o epicótilo medindo 13 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro com coloração esverdeada, os cotilédones

têm o bordo amarelado e carnosos (Figura 5D). A raiz principal tem 78 mm de comprimento e aproximadamente 3 mm de diâmetro com coloração amarronzada e raízes secundárias, podendo chegar a 30 mm com coloração esbranquiçada, o colo fica evidenciado por um pequeno clareamento na coloração em relação ao hipocótilo (Figura 5D). Protófilos com folhas bilobadas, ligadas por pelo menos 2/3 do seu comprimento e um prolongamento desta ligação, formando uma estrutura parecida com um acúleo e têm disposição alterna espiralada, os folíolos têm coloração esverdeada, penínérvea com nervura sulcada na parte adaxial e saliente na parte abaxial, face adaxial glabra e abaxial pilosa, o limbo é obovado com base obtusa, ápice obtuso e bordo inteiro (Figura 5E).

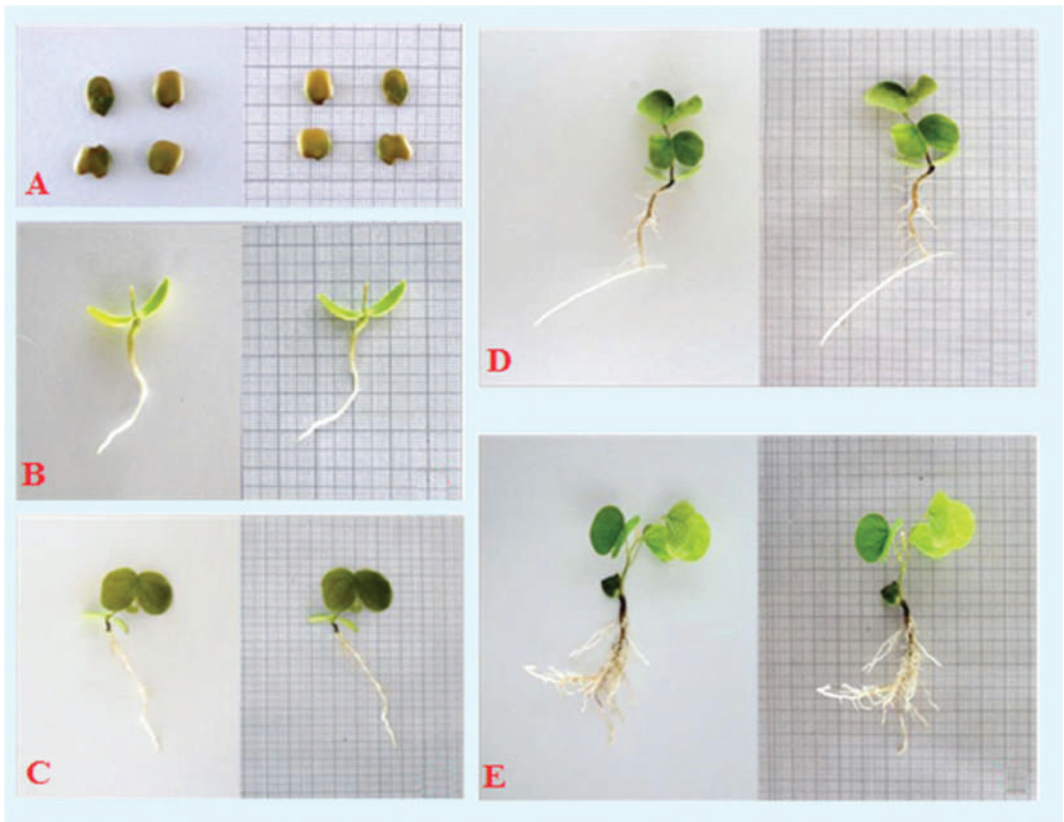


Figura 5

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Bauhinia forficata*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 4 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 6 semanas); (D) protófilos (após 8 semanas); e (E) protófilos (após 10 semanas e fim do experimento). Escala: 1 × 1 cm.

6) *Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae

Características gerais (RIZZINI, 1990; CARVALHO, 2006; FILARDI et al., 2007; LIMA, 2009; MARTINS, 2009):

Árvore: de porte médio, medindo até 15 m de altura e 60 cm de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) na idade adulta, de copa piramidal rala. O tronco reto ou contorcido, o fuste é curto, medindo até 5 m de comprimento. Tem casca dura e rugosa de cor cinzento-escura a parda medindo até 15 mm de espessura, a superfície da casca é áspera e fendilhada com cristas irregulares e sulcos superficiais.

Folhas: possui folhas compostas, pinadas, alternas, com 9 a 21 folíolos pubescentes, medindo de 6 a 10 cm de comprimento.

Flores: de coloração azul-escura ou violeta, medindo de 2 a 3 mm de comprimento, zigomorfas; pediceladas; corola papilionácea; 10 estames livres, anteras rimosas. Em inflorescências terminais tipo panículo ou racemosas, terminais; brácteas presentes; bractéolas ausentes.

Fruto: pequeno, tipo legumes, indeiscente, achatado, contendo pequenas sementes com 3 a 5 mm de comprimento, de coloração avermelhada. Seco, monocarpelar, alado, com superfície glabra, brilhante e lisa, de coloração castanho-clara, oblongos, base atenuada, ápice obtuso, medindo de 3,3 a 7,1 cm de comprimento por 1,1 a 1,4 cm de largura, com 1 a 8 sementes.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.

Nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo.

Sul: Paraná.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Sua semente é oblonga ou ovada e comprimida lateralmente, glabra, brilhante com coloração avermelhada, amarelada ou ferrugínea (Figura 6A). A plântula mede de 3,3 a 6,3 mm de comprimento e 2,8 a 4,0 mm de largura, é classificada como fanero-epígeo-foliácea (PEF) (Figura 6D), apresentando raiz primária, medindo de 30 a 40 mm de comprimento e 1,0 a 1,3 mm de largura, coloração

esbranquiçada, não tuberizada (Figura 6B-G); possui raízes laterais pouco numerosas, de 3-15 mm comprimento (Figura 6H). Colo com 1,5 mm de diâmetro, branco-esverdeado (Figura 6F). Hipocótilo com 12-25 mm de comprimento por 1,0-1,2 mm de largura, formato quadrangular, coloração verde-clara passando a castanha quando lignificado, glabro (Figura 6J). Cotilédones com 13-15 mm de comprimento, 10-12 mm de largura e 0,6-0,8 mm de espessura, foliáceos, verdes-escuros, planos, largamente elípticos, glabros em ambas as faces, base obtusa ou levemente oblíqua, ápice obtuso a arredondado, nervura principal saliente na face abaxial e duas secundárias pouco impressas na face adaxial, pecíolo medindo 0,5-0,6 mm comprimento (Figura 6H); glândulas intercotiledonares presentes, gemas cotiledonares inconspícuas. Epicótilo com 3-9 mm de comprimento por 0,6-1 mm de largura, verde-claro, esparsamente pubescente, cilíndrico, lenticelas e catafilos ausentes. Gemas axilares inconspícuas. 1^o entrenó medindo 3-6 mm comprimento, e o 2^o entre 3-4 mm comprimento. Eófilos do 1^o nó e subsequentes alternos; estípulas medindo 1,2-2,5 mm comprimento, glabras, lanceoladas, presença de glândulas nas axilas dos eófilos; raque foliar e pecíolos canaliculados, pubescentes; folíolos raro alternos, opostos, os laterais geralmente menores que os terminais, ovais, ambas as faces glabras, exceto por tricomas esparsos junto à nervura principal e margem na face abaxial, ápice mucronado, agudo a obtuso, base obtusa a arredondada, margem inteira com nervação broquidódroma, 5-7 nervuras secundárias; estipelas 0,8-1,0 mm, com glândulas na base. Eófilos do 1^o nó 1-3-foliolados, pecíolo 5-8 mm de comprimento, raque foliar 3,0-3,5 mm de comprimento, lâmina 9-15×4-7 mm; eófilos do 2^o nó 1-3-foliolados, pecíolo 7-8 mm de comprimento, raque foliar 2,5-3,0 mm de comprimento, lâmina 12-14×6-8 mm; eófilos do 3^o nó 5-foliolados, pecíolo 6-7 mm de comprimento, raque foliar 8-10 mm de comprimento, lâmina 13-17×8-10 mm (Figura 6L).

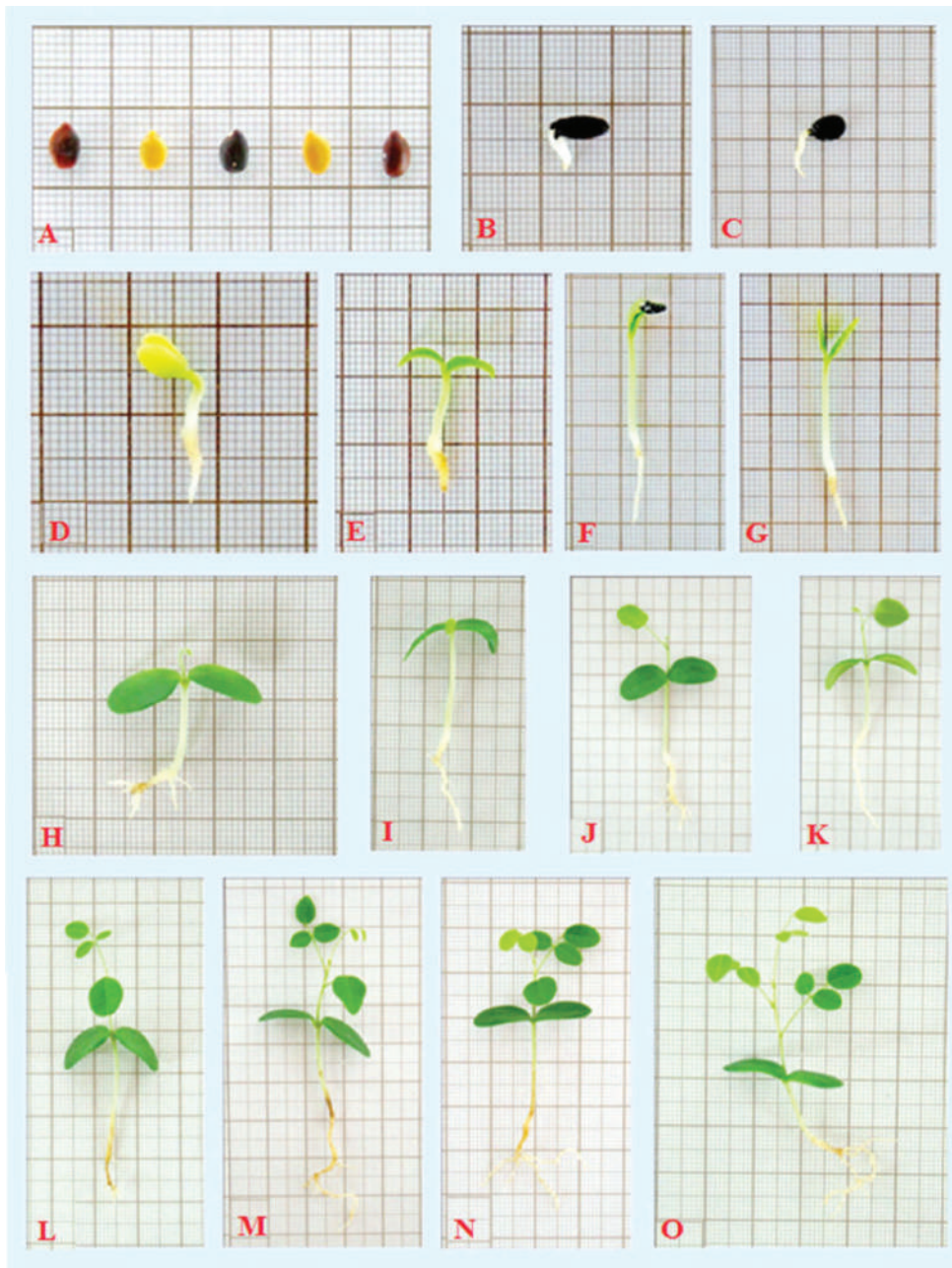


Figura 6

Sementes e os estádios iniciais de plântulas de *Bowdichia virgilioides*. (A) Sementes; (B) e (C) início da germinação, com protrusão da radícula; (D) a (G) emergência dos cotilédones foliáceos e alongamento do hipocótilo; (H) a (L) emergência dos primeiros eófilos; e (M) a (P) desenvolvimento inicial dos metáfilos. Escala: 1 × 1 cm.

7) *Copaifera langsdorffii* Desf. – Fabaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: sem exsudação. Copa com ramos e gemas pilosas, de cor cinza. Troncos de até 33 cm de diâmetro; ritidoma de cor castanha ou avermelhada.

Folhas: compostas, paripinadas, alternas, espiraladas; com 4 a 12 folíolos alternos ou opostos; elípticos ou oblongos; ápices obtusos, retusos ou arredondados e bases obtusas, arredondadas ou assimétricas; margens inteiras; nervação broquidódroma, nervura central saliente em ambas as faces; pecíolos com pulvino; estípulas caducas; folíolos coriáceos; discolors; glândulas laminares translúcidas presentes em alguns indivíduos; glabros.

Flores: com até 0,5 cm de diâmetro; com cinco pétalas, livres de cor creme.

Frutos: até 5 cm de diâmetro; ovoides; castanhos quando maduros.

Distribuição Geográfica no Brasil:

Norte: Acre, Amazonas.

Nordeste: Bahia.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Sul: Paraná e Rio Grande do Sul.

Germinação e desenvolvimento inicial:

As sementes são ovais e com coloração escura (Figura 7A). As plântulas de *Copaifera langsdorffii* são classificadas como FER, com hipocótilo medindo 39 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro, com coloração amarronzada e epicótilo 34 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro (Figura 7B), o colo fica evidenciado por uma região de menor diâmetro entre a raiz e o hipocótilo, os cotilédones são carnosos e têm coloração avermelhada (Figura 7B). A raiz principal não pode ser medida, porque a única plântula da espécie que desenvolveu quatro folhas teve a raiz quebrada ao ser retirada do suporte, as raízes secundárias podem medir 117 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro, o colo fica evidenciado por uma região mais larga em relação ao hipocótilo (Figura 7C). Protófilos com folhas compostas com pulvinos dilatados, parimpinada com folíolos opostos, têm coloração esverdeada, são revolutos e têm nervura penínérvea, apresentam limbo elítico com base obtusa e ápice agudo e é glabra (Figura 7D).

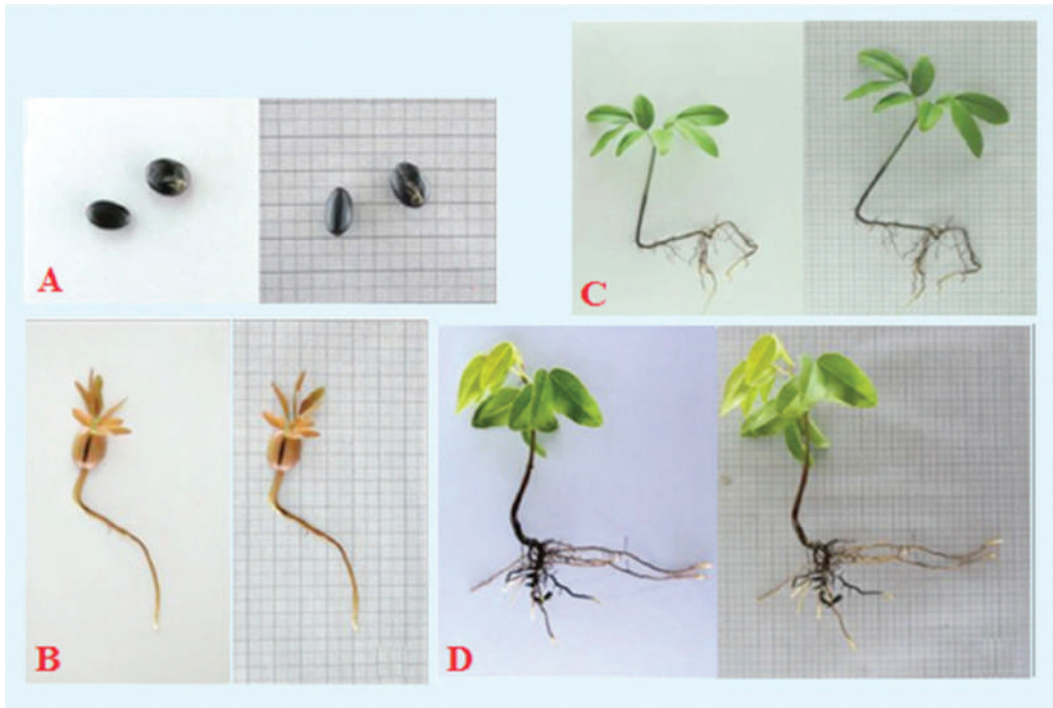


Figura 7

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Copaifera langsdorffii*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 6 semanas do início do experimento); C- protófilos (após 16 semanas; D- protófilos a 29 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

8) *Dalbergia miscolobium* Benth. – Fabaceae

Características Gerais (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 2002; DURIGAN et al., 2004; SILVA JUNIOR, 2005; PROENÇA et al., 2006):

Árvore: de porte médio, medindo de 8-16 m de altura, com tronco de 30-50 cm de diâmetro de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) na idade adulta. Copa com ramos e gemas terminais de cor castanha. Tronco e ramos tortuosos, casca de cor cinza ou castanha, espessa, irregularmente sulcada.

Folhas: compostas, imparipinadas, alternas, espiraladas, com 9 a 21 folíolos alternos, oval-arredondados, assimétricos de até 4 cm de comprimento e 2 cm de largura; ápices retusos ou arredondados e base obtusa, margens inteiras e nervação broquidódroma.

Flores: inflorescências ramificadas, tipo panícula, estão no ápice dos ramos ou axila das folhas, contendo até 60 flores. As flores são pequenas com cerca de 2 mm de comprimento, roxo-escuras quase negras, em cachos.

Fruto: legume samaróide, com aproximadamente 5 a 8 cm de comprimento, longamente estipitado, cinza-escuro, de oblongo a elíptico, plano-compresso, coriáceo, epicarpo cartáceo, quebradiço na maturação; endocarpo creme-amarelado, cartáceo, elíptico.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Rondônia e Tocantins.

Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Sul: Paraná.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Esta espécie apresenta semente elíptica ou reniforme, achatada, uma a duas por fruto. Cor marrom-clara a castanha, rugosa, tegumento fino e frágil; dimensões variam de 1,1-1,4 de comprimento, 0,5-0,7 cm de largura, e 0,1 cm de espessura (Figura 8A). As plântulas são do tipo fanerocotiledonar-epígeo-de reserva (FER) (Figura 8F), apresentando raiz primária, medindo de 10 a 20 mm de comprimento e 1,2 a 1,8 mm de largura, coloração esbranquiçada a castanho-clara; possui poucas raízes laterais, de 1,0-7,0 mm de comprimento (Figura 8B-F). Colo com

2,5 mm de diâmetro, branco-esverdeado (Figura 8E). Hipocótilo com 30-42 mm de comprimento por 2,0-2,6 mm de largura, formato circular, coloração verde-clara passando a verde-escuro quando lignificado, glabro (Figura 8H). Cotilédones com 19-23 mm de comprimento, 6-9 mm de largura e 1,2-2,1 mm de espessura, de reserva, verdes-claros com manchas escuras, abaulados, carnosos, isófilos, sésseis, geralmente oblongos, com ápice e base arredondados, borda irregular, glabros em ambas as faces (Figura 8G); quando completamente abertos, apresentam-se opostos, sem nervação evidente e inseridos no hipocótilo (Figura 8H). Epicótilo com 10-35 mm de comprimento por 0,9-1,2 mm de largura, verde-claro, glabro, cilíndrico; lenticelas, catafilos e gemas axilares ausentes (Figura 8I). Eófilos do 1º nó e subsequentes opostos, compostos, imparipinados, medindo 6-12 mm de comprimento, 4-8 mm de largura, ápice agudo ou obtuso, base obtusa a lobada, estípulas medindo 0,5-0,8 mm de comprimento, glabras, lanceoladas; raque foliar e pecíolos cilíndricos, glabros em ambas as faces, margem inteira com nervação broquidódroma, nervura principal pouco saliente na face adaxial e impressa na face abaxial, presença de glândulas na raque foliar, pecíolo 5-7 mm de comprimento, raque foliar 13-22 mm de comprimento (Figura 8J).

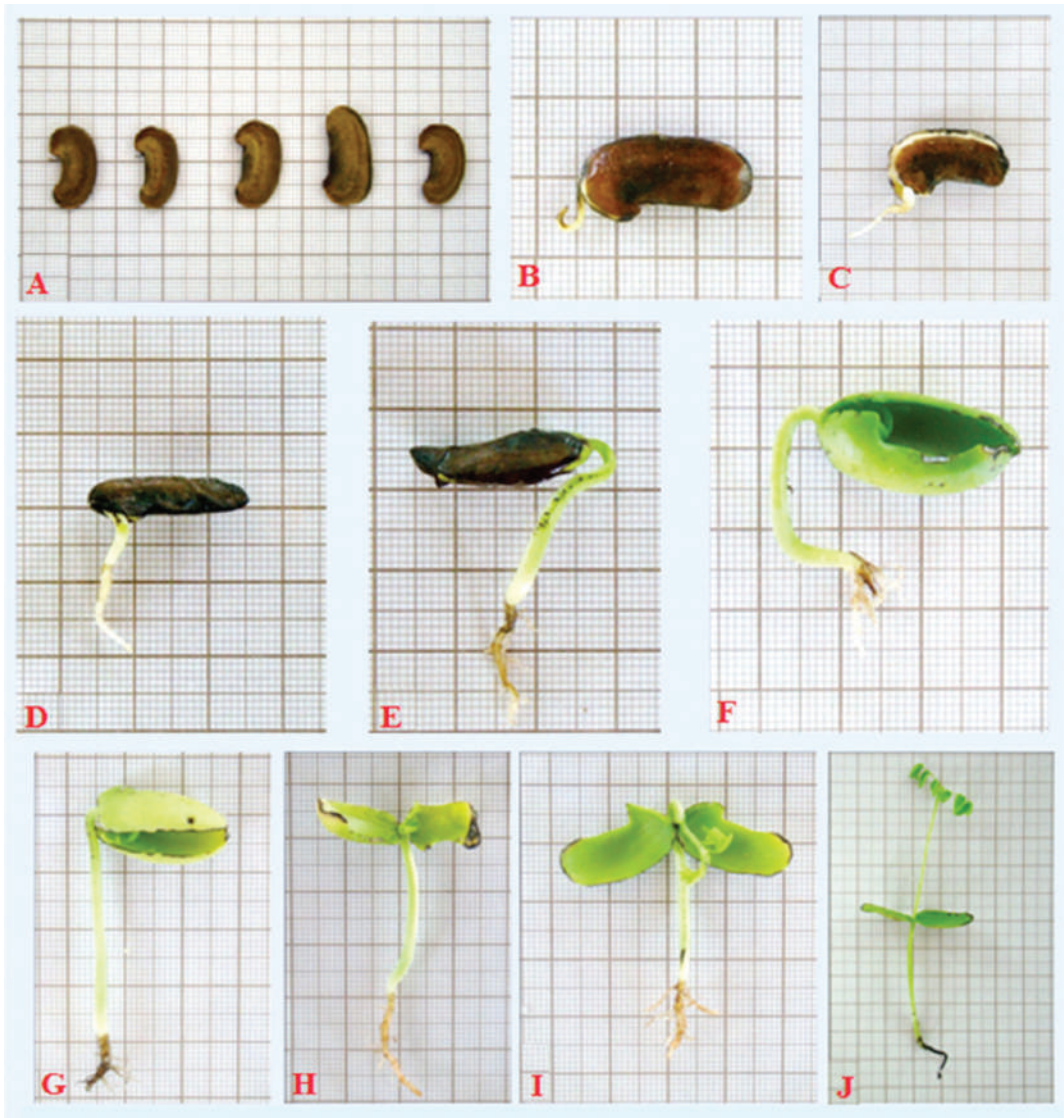


Figura 8

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Dalbergia miscolobium*. (A) sementes; (B) a (D) início da germinação, com protrusão da radícula; (E) protrusão da raiz primária; (F) e (G) emergência dos cotilédones de reserva e alongamento do hipocótilo; (H) e (I) aparecimento dos primeiros eófilos; e (J) desenvolvimento inicial com alongamento do epicótilo. Escala: de 1 × 1 cm.

9) *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.Macbr. - Fabaceae

Características gerais (SILVA JÚNIOR, 2005):

Árvore: sem exsudação ao se destacar a folha, copa com ramos suberosos, troncos com diâmetro de até 27 cm, ritidoma suberoso, com fissuras descontínuas, veios profundos de cor avermelhada.

Folhas: possui folhas compostas, paripinadas, alternas espiraladas, com 2 a 6 folíolos, e de 6 a 12 folíolulos, ambos postos elípticos, alongos ou assimétricos, com até 5 cm de comprimento e 3 cm de largura; ápices arredondados ou retusos e bases obtusas, arredondas ou assimétricas; margens inteiras; nevações broquidódroma, de cor esverdeada, nervuras salientes em ambas as partes, pecíolo de até 5 cm de comprimento, com pulvino, pecíolos curtos, glândulas salientes nos pecíolos e na raque, estípulas caducas, folíolulos coriáceos; concolores; glabros.

Flores: com até 0,5 cm de comprimento, com cinco pétalas diminutas e cor creme.

Fruto: apresenta cerca de 10 cm de comprimento, recurvadas, de cor marrom e pilosos.

Distribuição geográfica Brasil:

Norte: Pará.

Nordeste: Bahia, Maranhão e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Possui sementes elípticas de coloração variando de bege a marrom, lisa e dura, medindo cerca de 15,0 mm de comprimento e 8,0 mm de largura (Figura 9A). As plântulas de *Enterolobium gummiferum* são fanero-epígeas com cotilédones foliáceos (Figura 9F). Apresenta raiz primária, medindo de 38,0 a 55,0 mm de comprimento e 1,05 a 2,1 mm de largura, coloração esbranquiçada, possui raízes laterais com 10,0 a 12,1 mm de comprimento e 5,0 e 10,0 mm de largura, coloração branco-esverdeada (Figura 9B-F). Colo circular com cerca de 6,0 mm de diâmetro, branco (Figura 9G). Hipocótilo com 70,0 a 75,0 mm de comprimento por 2,0 a 5,0 mm de largura de coloração verde (Figura 9G). Cotilédone com 10,0 a 13,0 mm de comprimento e 8,0 a 10,0 mm de largura e 6 mm de espessura, carnosos (Figura 9E). Epicótilo 5,0 a 8,0 mm de comprimento, 1,0 a 2,0 mm de diâmetro, verde (Figura

9G). Folhas compostas, opostas, possuindo de 14 a 16 folíolos membranosos, lisa, raque com 3,0 mm de comprimento e o pecíolo com 10,0 mm de comprimento, paripinada, podendo apresentar coloração desde verde-clara até verde- escura (Figura 9H-J).

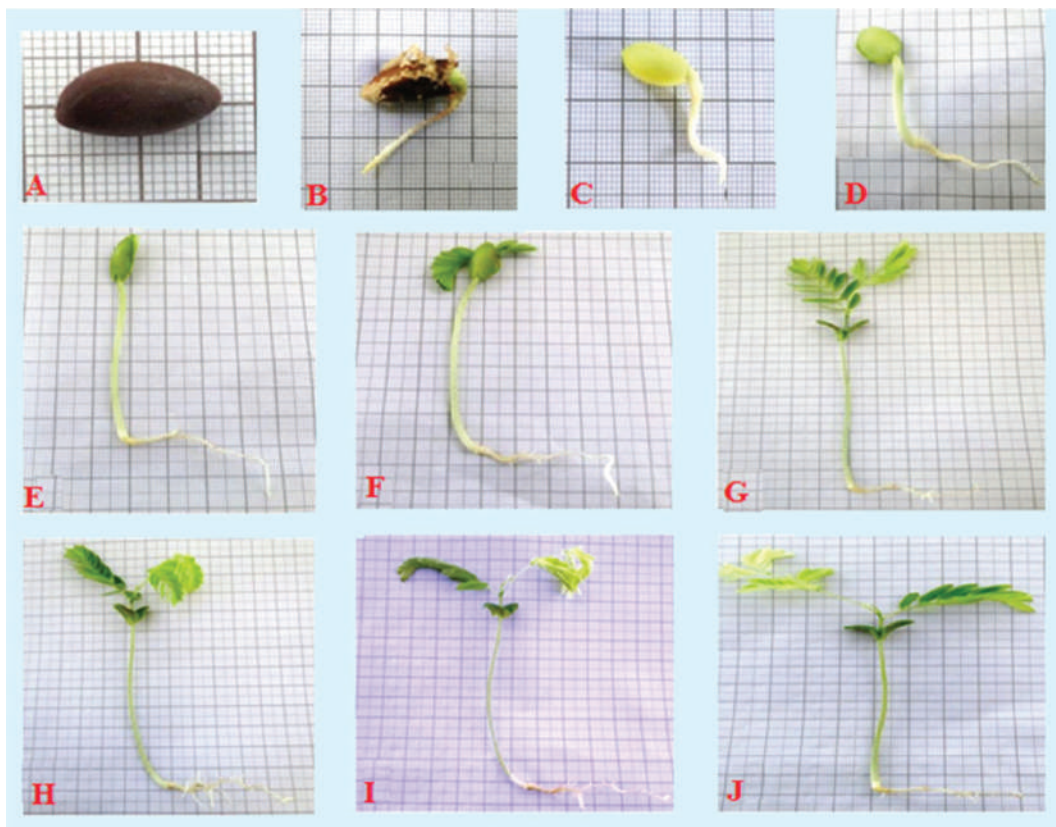


Figura 9

Sementes e desenvolvimento inicial de *Enterolobium gummiferum* (A) semente; (B) início da germinação, com protrusão da radícula; (C) e (D) desenvolvimento das raízes primárias e secundárias; e (E) a (J) crescimento do epicótilo e protófilos.

Escala: 1 × 1 cm.

10) *Hymenaea courbaril* L. – Fabaceae:

Características gerais (SILVA-JÚNIOR; PEREIRA, 2009):

Árvore: sem exsudação. Tronco acinzentado, dobras esparsamente reticulados nos adultos.

Folhas: compostas, bifolioladas, alternas, folíolos assimétricos, ápices agudos a acuminados e bases assimétricas, margens inteiras; nervuras salientes na face inferior, folíolos levemente discolores, glabros, glândulas laminares translúcidas.

Flores: com cinco pétalas, brancas, livres.

Frutos: lenhosos, legume bacáceo, até 15 cm de comprimento, oblongoides, roliços a comprimidos, castanhos quando maduros; 2-8 sementes por fruto.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará, Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Rondônia e Tocantins.

Nordeste: Ceará, Bahia, Piauí, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão.

Centro-Oeste: Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Sul: Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Semente com formato oval e coloração amarronzada (Figura 10A). As plântulas de *Hymenaea courbaril* são classificadas como FER, com hipocótilo de coloração amarronzada com 63 mm de comprimento e 5 mm de diâmetro (Figura 10B) e epicótilo de coloração esverdeada com 26 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro (Figura 10C), os cotilédones são carnosos e possuem coloração amarronzada (Figura 10B). A raiz principal com 134 mm de comprimento e 5 mm de largura e de cor preta e raízes secundárias, medindo até 26 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro (Figura 10B-C). O colo fica evidenciado por uma região mais grossa de coloração avermelhada e esverdeada (Figura 10B-D). Apresenta protófilos alternos com folhas bilobadas, pulvinos dilatados e são coriáceas (Figura 10C); os folíolos são avermelhados quando jovens (Figura 10C) e esverdeados na fase adulta, são coriáceos, ovada com ápice obtuso e base obtusa, bordo inteiro, penínervia com nervura sulcada na face adaxial, na face abaxial a nervura é saliente e possui pelos (Figura 10D).

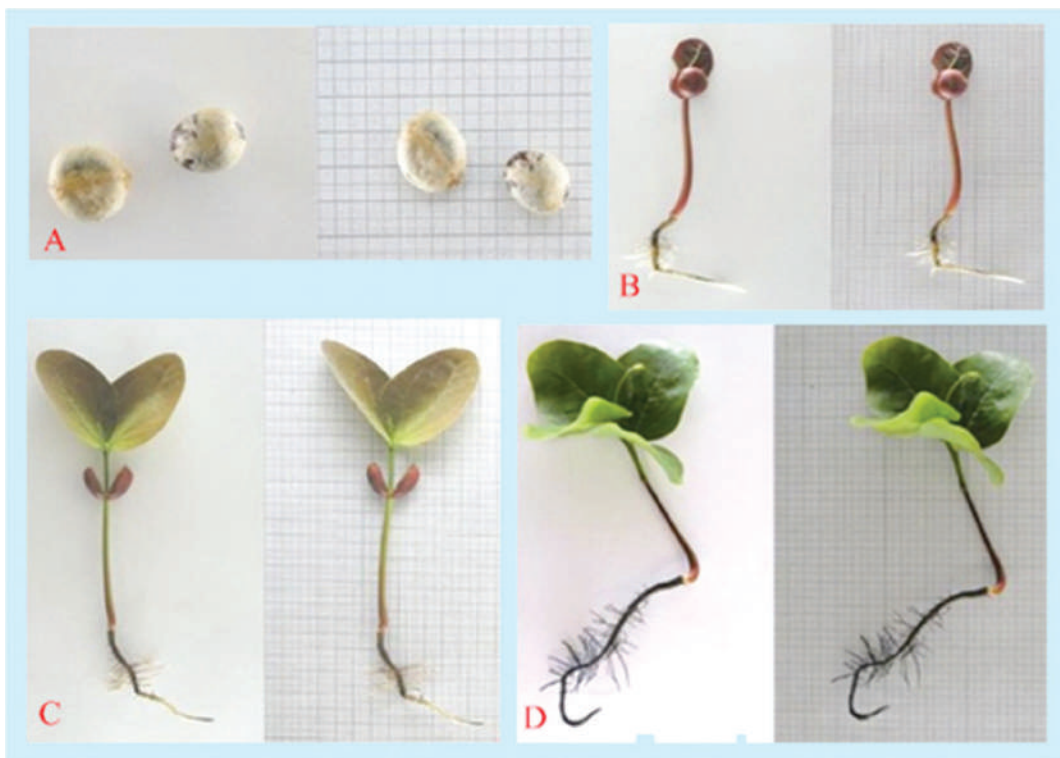


Figura 10

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Himenaea courbaril*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 6 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 8 semanas); e (D) protófilos (após 10 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

11) *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne – Fabaceae

Características gerais (ALMEIDA et al., 1998; CARVALHO, 2006; OLIVEIRA, 2006; CARVALHO, 2007):

Árvore: as maiores atingem dimensões próximo de 20 m de altura e 50 cm de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo), na idade adulta. Ramificação é dicotômica e a copa é baixa. A casca mede até 3 cm de espessura. A superfície da casca externa ou ritidoma é profundamente sulcada, de coloração pardo-avermelhada, com cristas planas e duras. A casca interna apresenta-se estratificada, com listras paralelas mais claras e escuras.

Folhas: alternas, compostas bifolioladas, pecioladas, com estípulas caducas; folíolos curto peciolados e subsésseis; limbo elíptico a ovado-reniforme, de pergaminoso a coriáceo, frequentemente com pontuações translúcidas; ápice obtuso, arredondado ou muito abruptamente acuminado; base desigual ou arredondada.

Flores: são brancas, apresentando quatro sépalas, cinco pétalas, dez estames e um pistilo. Possui inflorescências em cimeira terminal, bracteadas, contendo até 30 flores, com pétalas pouco excedentes ao cálice. Em cada inflorescência abrem de uma a cinco flores por noite, perdendo suas pétalas na manhã seguinte.

Fruto: é um legume seco, indeiscente, alongado, ápice arredondado ou levemente retuso, base arredondada e margem inteira ou levemente ondulada, medindo 8,7 cm a 20 cm de comprimento, 2,1 cm a 6,5 cm de largura e 2,0 cm a 4,3 cm de espessura; a textura é rugosa devido à presença de pontuações, pequenas, salientes e arredondadas; apresenta a linha de sutura proeminente, circundando todo o fruto; a cor varia do marrom-clara a marrom-escura (quase negro). Em cada fruto, ocorrem de uma a seis sementes.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará e Tocantins.

Nordeste: Bahia, Maranhão, Pernambuco e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Hymenaea stigonocarpa possui semente globosa, largo-oblonga, obovada, achatada, ápice arredondado ou levemente truncado e base arredondada ou afinada,

coloração marrom, opaca e córnea (Figura 11A). Suas plântulas são fanerocotiledonar - epígeo- de reserva (FER) (Figura 11F), apresentando raiz primária axial, longa, sinuosa, cilíndrica, medindo de 35-75 mm de comprimento, 2,5-3-5 mm de largura, coloração bege na base e amarronzada em direção ao ápice (Figura 11B-F); possuindo numerosas raízes secundárias de 5-27 mm de comprimento, 0,5 a 1,2 mm de largura, finas, tenras, cilíndricas, da mesma coloração da raiz primária, ao longo da qual estão distribuídas; raízes terciárias curtas, finas, cilíndricas e tenras (Figura 11G-H). Colo com 5-6 mm de diâmetro, bem evidente, anelado, demarcando o início da raiz, de coloração avermelhada (Figura 11I). Hipocótilo com 5-95 mm de comprimento por 4,0-6,2 mm de largura, formato circular, coloração verde-clara com tons avermelhados, glabro (Figura 11L). Cotilédones medindo 25-30 mm de comprimento, 15-20 mm de largura, 4-6 mm de espessura, carnosos, crassos, isófilos, sésseis, com ápice arredondado, base auriculada e bordo inteiro; quando completamente abertos, apresentam-se opostos, discolores, creme-esverdeados na face ventral e avermelhados na dorsal, sem nervação evidente e inseridos no hipocótilo quase verticalmente (Figura 11C-J). Epicótilo com 38-45 mm de comprimento por 2,0-3,5 mm de largura, verde-escuro, levemente elíptico em seção transversal, base dilatada, glabro e de consistência herbácea; na inserção dos cotilédones esparsamente pubescente (Figura 11L). Eófilos do 1º nó medindo 65-75 mm de comprimento, 60-70 mm de largura, 1,2-2,7 mm de largura, simples, assimétricos, com alguns se apresentando ovoides, ápice arredondado, base levemente hastada ou obtusa, bordo inteiro ou irregular, subsésseis, coloração verde-musgo, nervação bem evidente na face adaxial e impressa abaxial, foliáceos, membranáceos, apresentando pontuações translúcidas em todo o limbo; pecíolo pequeno com 1,2 a 2,3 mm de comprimento, acanalado e espesso; na base dos eófilos há uma pequena estípula medindo 2,1 a 3,2 mm de comprimento, lanceolada, verde-clara e glabra. Gema apical inserida lateralmente no eixo epicotilar e ao lado dos eófilos (Figura 11M).

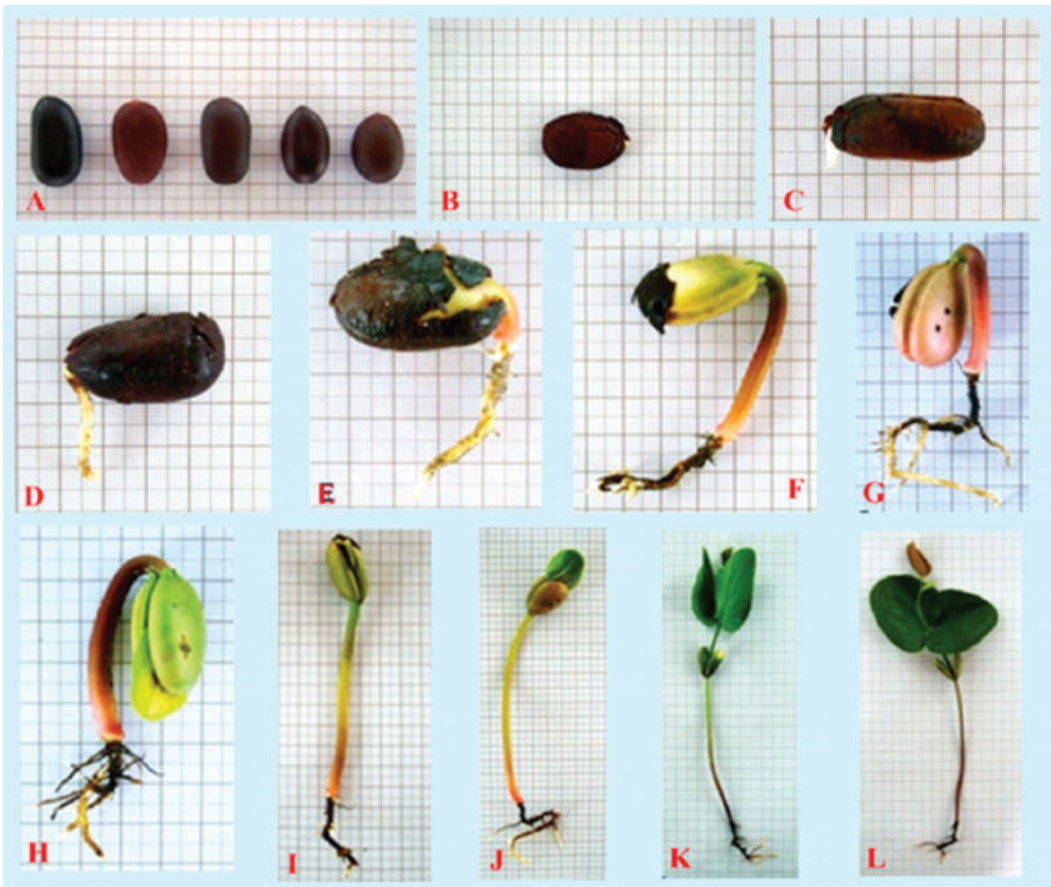


Figura 11

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Hymenaea stigonocarpa*. (A) Sementes; (B) a (D) início da germinação, com protrusão da radícula; (E) e (F) protrusão da raiz primária; (G) a (I) emergência dos cotilédones de reserva e alongamento do hipocótilo; (J) e (L) aparecimento dos primeiros eófilos; e (M) desenvolvimento inicial dos metáfilos.

Escala: 1 × 1 cm

12) *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. - Fabaceae

Características gerais (CARVALHO, 2002):

Árvore: caducifólia, com 10 a 20 m de altura e 35 a 90 cm de DAP na idade adulta. Tronco: cilíndrico, mais ou menos reto com base acanalada. Copa ampla, umbeliforme, largamente achatada-arredondada. Casca: marrom-escuro, rugosa, provida de pequenas fissuras longitudinais, que se desprendem em lâminas pequenas quando jovem e em placas retangulares em exemplares velhos. Quando jovem, apresenta abundantes lenticelas.

Folhas: compostas, bipinadas, alternas, de até 50 cm de comprimento por 25 cm de largura, com 16 a 21 pares de pinas, de cor verde-escuro; cada pina com 24 a 30 pares de folíolos elíptico-oblongos, opostos, ápice acuminado e base desigual.

Flores: amarelo-vivas ou alaranjadas, com até 2 cm de comprimento, em vistosas panículas ou racemos terminais ferrugíneos e tomentosos, medindo até 30 cm de comprimento.

Fruto: sâmara com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura. Contorno longitudinal lanceolado ou elíptico, com ápice agudo e base estreitada; castanho-avermelhado a marrom, puberulento.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará, Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Rondônia e Tocantins.

Nordeste: Ceará, Bahia, Piauí, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão.

Centro-Oeste: Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Sul: Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Peltophorum dubium possui semente com coloração marrom-clara, lanceolada com extremos obtuso e agudo, é achatada (Figura 12A). As plântulas dessa espécie são classificadas como FEF com hipocótilo de coloração amarronzada medindo 36 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro (Figura 12B) e epicótilo de coloração esverdeada medindo 7 mm de comprimento e 14 mm de diâmetro. Os cotilédones são sésseis, penínervos e coriáceos (Figura 12C). O colo tem coloração mais clara do que a raiz e o hipocótilo (Figura 12B). A raiz principal tem coloração marrom-clara

com 66 m de comprimento e 2 mm de diâmetro (Figura 12B), as raízes secundárias chegam a 62 mm (Figura 12C-D). Apresenta protófilos com folhas compostas, as duas primeiras folhas são opostas e as demais são alternas espiraladas; os folíolos têm coloração verde-clara, são lanceoladas com o ápice acuminado e base obtusa, com bordo inteiro, penínérvea, glabra e membranácea (Figura 12D).

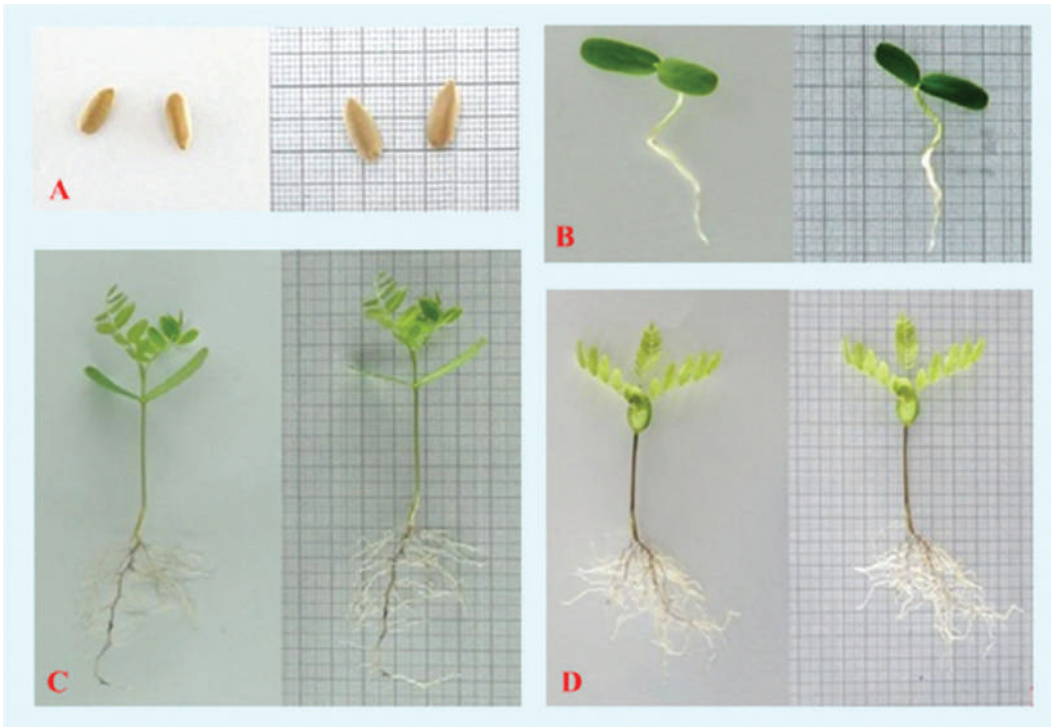


Figura 12

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Peltophorum dubium*. A- sementes (no tempo 0, início do experimento); B- cotilédones (após 4 semanas do início do experimento); C- protófilos (após 6 semanas); e D- protófilos (após 9 semanas).

Escala: 1 × 1 cm.

13) *Plathymenia reticulata* Benth. - Fabaceae

Características gerais (RIZZINI, 1987; ALMEIDA et al., 1998; MIRANDA, 1999; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2009):

Árvore: não ultrapassa os 10 m de altura; conquanto que se possa chegar a 50 cm de diâmetro, isto raramente se observa. Tronco é cilíndrico, geralmente torcido e de base angulosa, possui casca grossa, sulcada, de cor castanho-avermelhada.

Folhas: apresenta folhas compostas, bipinadas, com 4 a 8 pares de pinas opostas e 10 a 15 folíolos por pina.

Flores: As pétalas e os estames são de coloração esbranquiçada a creme. Inflorescência apresentando aproximadamente 100 flores com cerca de 6 mm de comprimento.

Fruto: é um criptolomento que mede de 10 a 25 cm de comprimento por 1,5 cm a 4,5 cm de largura, oblongo, chato, liso, nítido, pontudo, com estipe de 2 cm a 3 cm, pardo-avermelhado e glabro, contendo de 7 a 12 sementes.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Pará.

Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Sul: Paraná.

Germinação e desenvolvimento inicial:

As sementes de *Plathymenia reticulata* apresentam formato obovoide a obovoide-oblonga, medindo de 0,7 cm de comprimento por 1 cm de largura, não alada, transversal, com endosperma castanho (Figura 13A). Possui plântula classificada como fanero-epígeo-foliáceo (PEF) (Figura 13E), apresentando raiz primária, medindo de 20 a 35 mm de comprimento e 1,2 a 1,9 mm de largura, coloração esbranquiçada não tuberizada; possui poucas raízes laterais, de 2-10 mm comprimento (Figura 13B-G). Colo com 1,4 mm de diâmetro, branco-esverdeado (Figura 13E). Hipocótilo com 5-13 mm de comprimento por 1,2-1,6 mm de largura, formato circular, coloração verde-clara passando a marrom-clara quando lignificado, glabro (Figura 13G). Cotilédones com 9-13 mm de comprimento, 7-9 mm de largura e 0,5-0,9 mm de espessura, foliáceos, verdes-claros, abaulados,

geralmente elípticos podendo apresentar formatos circulares, glabros em ambas as faces, base retusa ou levemente emarginada, ápice obtuso a arredondado, nervuras principal e secundárias pouco evidentes, tanto na face abaxial quanto adaxial, pecíolo medindo 0,6-0,9 mm comprimento, não apresentando glândulas ou gemas cotiledonares (Figura 13E-H). Epicótilo com 3-15 mm de comprimento por 0,5-0,9 mm de largura, verde-claro, glabro, cilíndrico; lenticelas, catafilos e gemas axilares ausentes. 1º entrenó medindo 11-16 mm comprimento, e o 2º entre 5-9 mm compr (Figura 13H). Eófilos do 1º nó e subsequentes alternos; estípulas medindo 1,2-1,8 mm comprimento, glabras, lanceoladas; raque foliar e pecíolos cilíndricos, pubescentes em ambas as faces; folíolos alternos ou opostos, medindo 3-6 mm de comprimento, 2-4 mm de largura, assimétricos, os laterais geralmente menores que os terminais, estreito-elípticos ou estreitos-ovados, ambas as faces glabras, ápice arredondados a retusos, base obtusas a assimétricas, margem inteira com nervação broquidódroma, presença de glândulas na raque foliar (Figura 13I). Eófilos do 1º nó 2-4-foliolados, pecíolo 3-5 mm comprimento, raque foliar 5,5-9,5 mm de comprimento, lâmina 2-4×5-7 mm; eófilos do 2º nó 2-5-foliolados, pecíolo 7-8 mm de comprimento, raque foliar 7-9,5 mm de comprimento, lâmina 3-4×5-7 mm; eófilos do 3º nó 5-7-foliolados, pecíolo 7-9 mm de comprimento, raque foliar 8-11 mm de comprimento, lâmina 3-4×6-8 mm (Figura 13J-L).

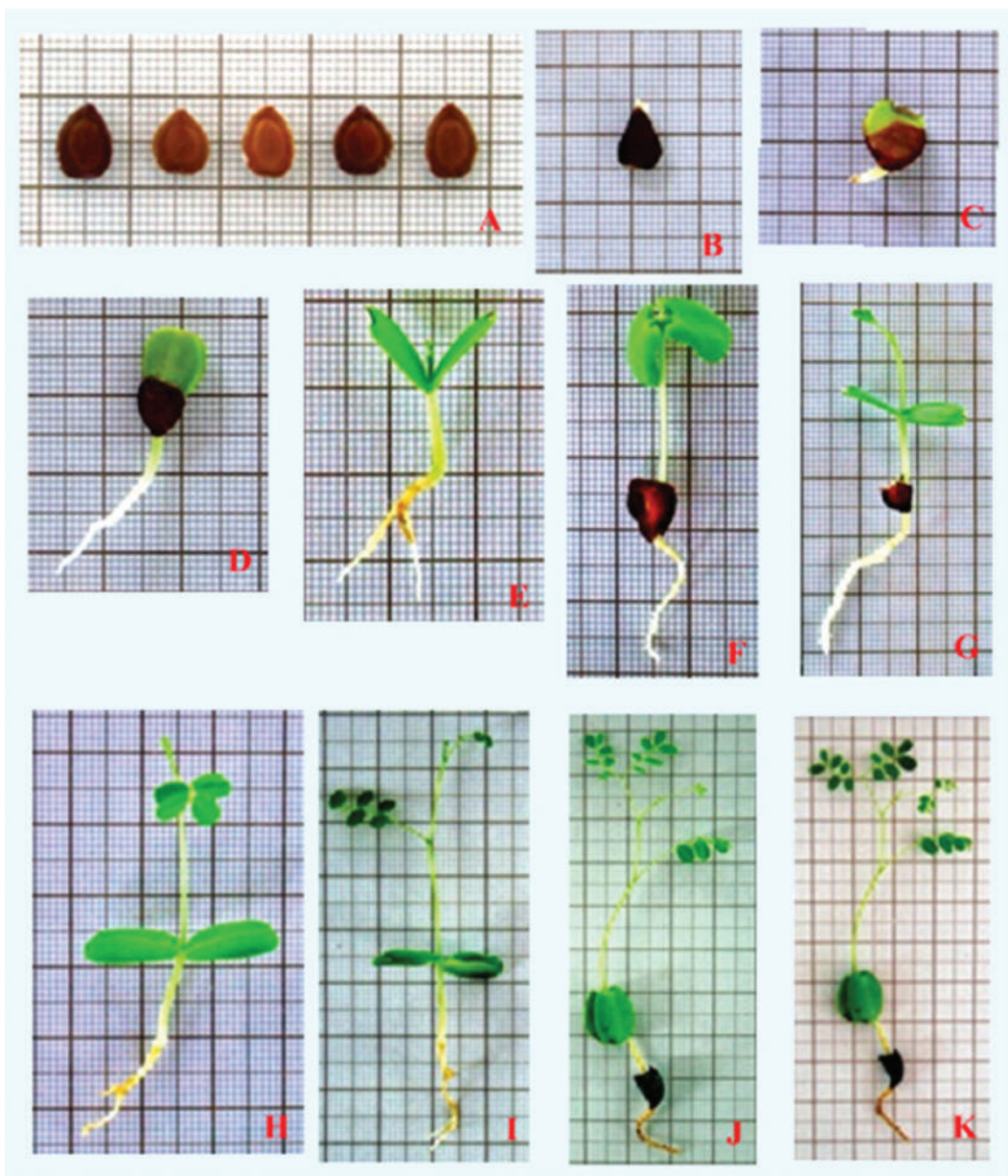


Figura 13

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Plathyenia reticulata*. (A) sementes; (B) e (C) início da germinação, com protrusão da radícula; (D) a (F) emergência dos cotilédones foliáceos e alongamento do hipocótilo; (G) e (H) emergência dos primeiros eófilos; e I a L - desenvolvimento inicial dos metáfilos. Escala: 1 × 1 cm.

14) *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby – Fabaceae

Características gerais (CARVALHO, 2004; SIMÃO et al., 2017):

Arvoreta a árvore: caducifólia, podendo atingir até 20 m de altura e 60 cm de DAP, na idade adulta. Com ritidoma rugoso e muitas lenticelas. Copa baixa, arredondada e irregular. A casca é cinza, lisa a levemente áspera, com manchas claras e com cicatrizes peciolares.

Folhas: compostas, pinadas, alternas, espiraladas com 12 a 50 pares de folíolos; folíolo com ápice mucronado; pilosidade na face inferior; uma glândula ereta entre os primeiros pares de folíolos; com estípulas caducas; nervação broquidódroma.

Flores: de tom amarelo-vivo ou amarelo-ouro, exuberantes e atraentes, perfumadas, com 4 cm de diâmetro, reunidas em panícula terminal múltipla de até 30 cm de comprimento, revestindo inteiramente a copa.

Fruto: legume reto, achatado lateralmente, castanho-escuro, deiscente, marginado, com 9,4 a 18,2 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura e numerosas lâminas transversais marrom-escuras, contendo 20 a 32 sementes.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.

Nordeste: Alagoas, Bahia, Maranhão e Rio Grande do Norte.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Sul: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

As sementes de *Senna multijuga* têm forma ovada, achatada com um extremo obtuso e o outro agudo, com coloração amarronzada (Figura 14A). Suas plântulas são classificadas como FEF com o hipocótilo medindo 38 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro com coloração amarronzada e esverdeada (Figura 14B) e epicótilo com 5 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro com coloração esverdeada, os cotilédones são verdes com consistência coriácea e revolutas (Figura 14C). A raiz principal mede 127 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro, com coloração amarelada e raízes secundárias, medindo até 72 mm de comprimento e 1mm de diâmetro com a mesma coloração da raiz principal, o coleto fica evidenciado por um alargamento entre o hipocótilo e a raiz (Figura 14B-D). Protófilos com folhas

recompostas com estípulas, entre os folíolos e no ápice de cada folíolo existe uma estrutura semelhante a um acúleo, disposição alternada espiralada, apresenta foliólulos opostos de coloração esverdeada, com nervura peninérvea, foliólulos elíticos, com base oblíqua e ápice agudo, com bordo inteiro (Figura 14E).

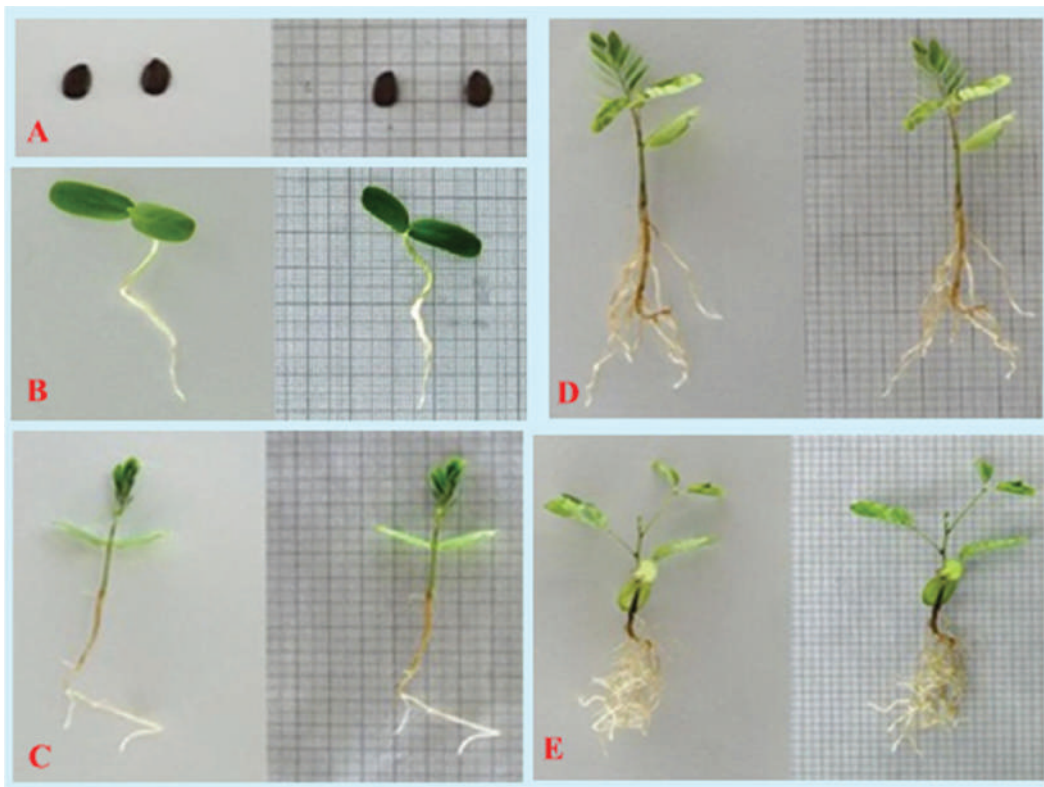


Figura 14

Sementes e estádios iniciais de plântulas de *Senna multijuga*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 2 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 3 semanas); (D) protófilos (após 5 semanas); e (E) protófilos (8 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

15) *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A.Robyns – Malvaceae

Características gerais (CARVALHO 2008b; SIMÃO et al., 2017):

Árvore: decídua, pode atingir 25 m de altura e 90 cm de DAP na idade adulta. Tronco é liso e comprido, reto a levemente tortuoso e inerte. Ritidoma é cinzento-claro, profundamente fendido em sentido vertical.

Folhas: são compostas, pecioladas, digitadas, com 4 a 11 folíolos e apresentam estípulas caducas. Apresentam folíolos não articulados; lâmina foliar elíptica, oval, oboval, com ápice obtuso, agudo ou acuminado, margem inteira, glabra na face superior e glabra, medindo até 28 cm de comprimento e 10,5 cm de largura, estípulas caducas deixando cicatrizes marrons conspícuas triangulares.

Flores: inflorescências em cimeiras bifloras subterminais e pedunculadas; vistosas e grandes, brancas, solitárias, terminais, actinomorfas, pentâmeras. As pétalas são carnosas e pilosas. O odor das flores é fortemente adocicado e desagradável, e sua intensidade varia com o estágio de antese. **Fruto:** cápsula cheia de sementes pretas, munidas de pelo ou paina.

Distribuição geográfica no Brasil:

Nordeste: Alagoas e Bahia.

Centro-Oeste: Goiás e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Sul: Paraná e Santa Catarina.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Semente com forma ovada com coloração amarelada e medindo aproximadamente 5 mm (Figura 15A). As plântulas de *Pseudobombax grandiflorum* são classificadas como FEF com hipocótilo ausente, os cotilédones são verdes, têm base obtusa e ápice agudo (Figura 15B), têm pecíolo, e saem da altura do solo (Figura 15B-C) e epicótilo também ausente, porque os protófilos saem da região entre os cotilédones (Figura 15D). A raiz principal mede 122 mm de comprimento e 5 mm de diâmetro com coloração amarronzada (Figura 15D) e raízes secundárias medindo até 49 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro (Figura 15E), o colo é evidenciado por uma região mais estreita e mais clara em relação à raiz (Figura 15E). Protófilos com folhas pecioladas com coloração esverdeada, penínervia com nervuras na sulcada na parte adaxial e saliente na parte abaxial, o limbo é cordiforme com ápice agudo, presença de pelos na parte abaxial e bordo inteiro (Figura 15E).

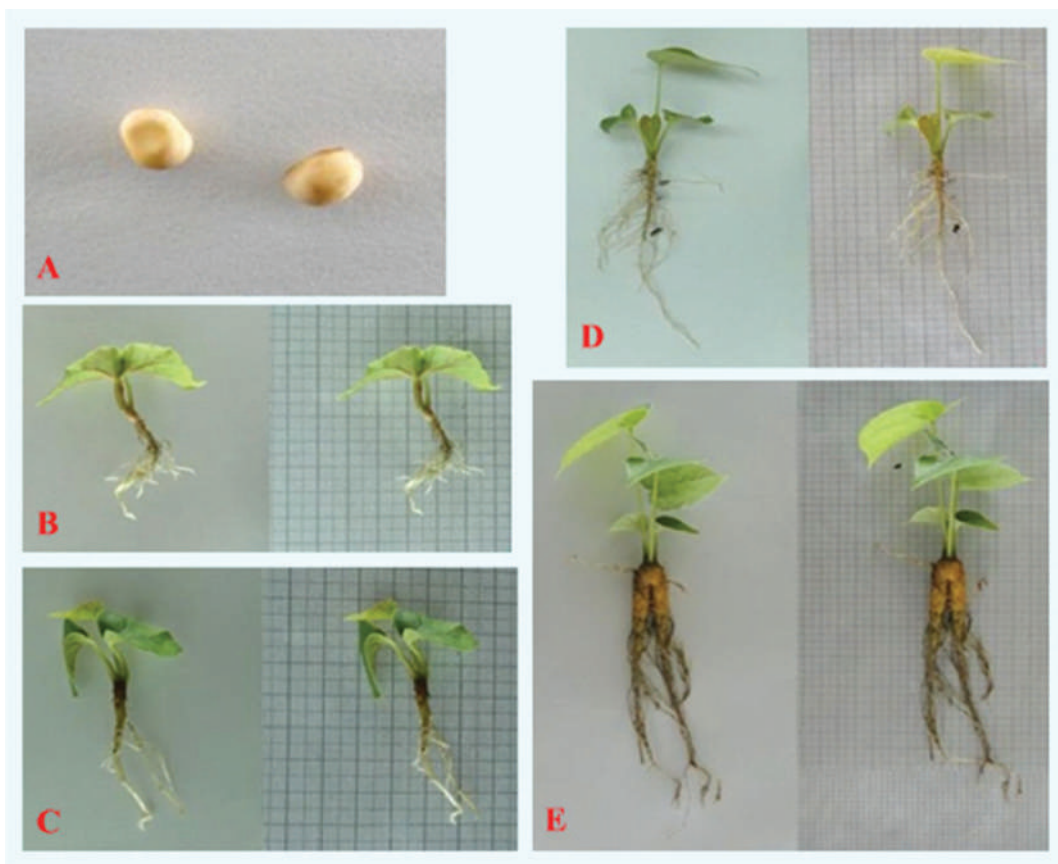


Figura 15

Sementes e desenvolvimento inicial de *Pseudobombax gradiflorum*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 6 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 9 semanas); (D) protófilos (após 11 semanas); e (E) protófilos (19 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

16) *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC - Myrtaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: sem exsudação com copa de ramos terminais avermelhados quando jovens e gemas ferrugíneas. Troncos com até 32 cm de diâmetro; ritidoma cinza ou castanho, com fissuras e cristas sinuosas e descontínuas, veios castanhos.

Folhas: simples, opostas, cruzadas; elípticas ou ovadas; 3 a 10 cm de comprimento e 1 a 5 cm de largura; ápices agudos, acuminados ou obtusos e bases assimétricas, agudas subcordadas ou obtusas; margens inteiras e onduladas; nervação broquidódroma; nervuras primárias e secundárias amareladas; sem estípulas, folhas coriáceas, concolores com ou sem glândulas laminares; glabras.

Flores: até 2 cm de diâmetro; com quatro pétalas livres de cor branca.

Fruto: de até 4 cm de diâmetro; carnosos; globoides; amarelos; suculentos quando maduros.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Tocantins.

Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Piauí.

Centro-Oeste: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Germinação e desenvolvimento inicial:

As sementes de *Eugenia dysenterica* apresentam coloração creme e formato oval ou elipsoide (Figura 16A). Suas plântulas são classificadas como CHR (Figura 16B), com hipocótilo inferior a 3 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro de cor marrom-clara (Figura 16C) e epicótilo medindo 46 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro com coloração amarronzada (Figura 16B). O coleto é marcado pela alteração brusca da cor entre a raiz e o hipocótilo (Figura 16B-E). Apresenta raiz primária, medindo de 125 mm de comprimento e aproximadamente 2 mm de diâmetro (Figura 16D) e as raízes secundárias medem 11 mm de comprimento e diâmetro inferior a 1mm, ambas de coloração marrom-clara (Figura 16E). Protófilos com folhas sésseis, opostas, lanceoladas, penínervia com nervura principal saliente na face abaxial, glabra, herbácea, de coloração avermelhada quando em desenvolvimento, após esta fase assume coloração esverdeada e bordo inteiro (Figura 16E).

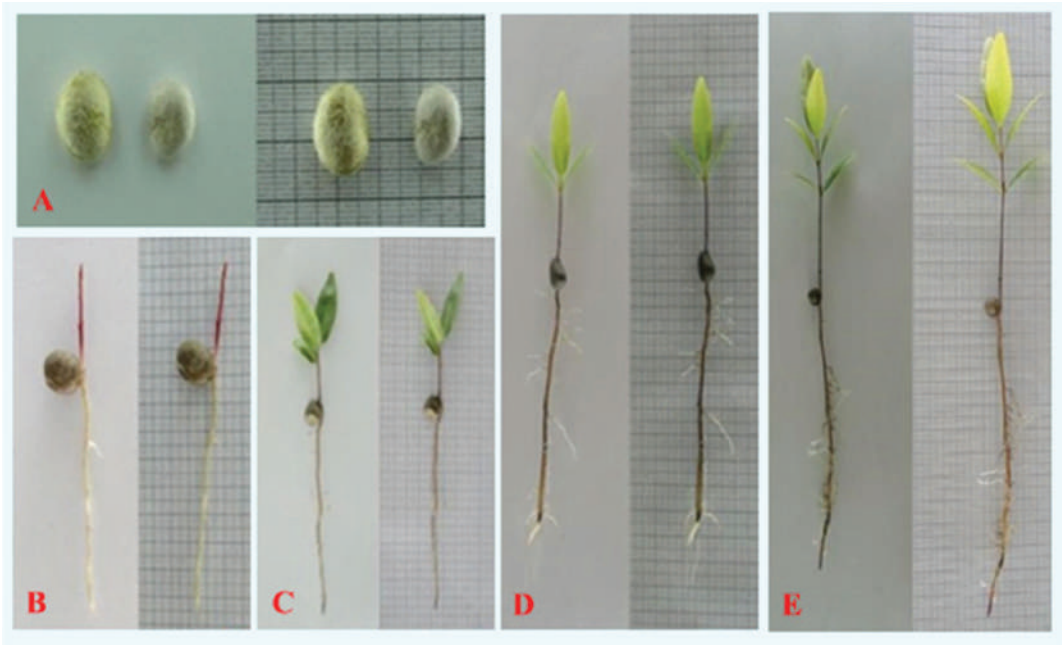


Figura 16

Sementes e desenvolvimento inicial de *Eugenia dysenterica*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 6 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 8 semanas); (D) protófilos (após 11 semanas); e (E) protófilos (15 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

17) *Myrcia fenzliana* O. Berg – Myrtaceae

Características gerais (ROSA; ROMERO, 2012):

Árvores: com altura variando de 4-5 m. Os ramos não nodosos, cilíndricos, não descamantes, indumento pardacento, persistente, gema apical não recoberta por catafilos.

Folhas: opostas, discolores, não congestionadas no ápice dos ramos, pecíolo canaliculado, 3-8 mm de comprimento; lâmina 2–14 × 1–7 cm, coriácea, ovada a oblonga, ápice acuminado, margem convoluta, base obtusa, face adaxial com pontuações translúcidas, tomentosa nas folhas jovens, face abaxial com indumento denso, pardacento, nervura proeminente. Panículas paucifloras, axilares.

Flores: não aglomeradas no ápice da inflorescência; botão floral não visto; brácteas e bractéolas caducas; pétalas alvas; cálice aberto no botão, 5-mero, sépalas até 0,3 mm de comprimento, ápice agudo, interna e externamente com indumento, margem ciliada; hipanto prolongado acima do ovário, externamente piloso.

Fruto: baga madura 3–7 × 3–8 mm, globosa, pilosa, alaranjada.

Distribuição geográfica no Brasil:

Nordeste: Bahia.

Centro-Oeste: Distrito Federal e Goiás.

Sudeste: Minas Gerais e São Paulo.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Esta espécie apresenta sementes esféricas de coloração amarelada ou amarronzada (Figura 17A), os dois fenótipos das sementes apresentaram germinação e plântulas com desenvolvimento semelhantes. As plântulas de *Myrcia fenzliana* são classificadas como FEF (Figura 17B), com hipocótilo medindo 18 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro e coloração amarronzada e epicótilo, medindo 13 mm de comprimento e diâmetro inferior a 2 mm com coloração esverdeada (Figura 17C), os cotilédones são coriáceos ovados com base ovada e ápice agudo (Figura 17B-C). O colo possui a mesma coloração que a raiz e o epicótilo e é marcado por uma pequena região mais fina entre o epicótilo e a raiz (Figura 17B-D). A raiz principal mede 118 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro com coloração amarronzada. As raízes secundárias podem chegar a 9 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro e têm a mesma coloração da raiz principal (Figura 17C-D). Os protófilos têm folhas

simples sésseis, opostas cruzadas, peninérvea com nervura saliente nas duas faces, possui pelos em todo o limbo e com coloração esverdeada, são obovadas com base acunhada e ápice obtuso e têm o limbo inteiro (Figura 17E).

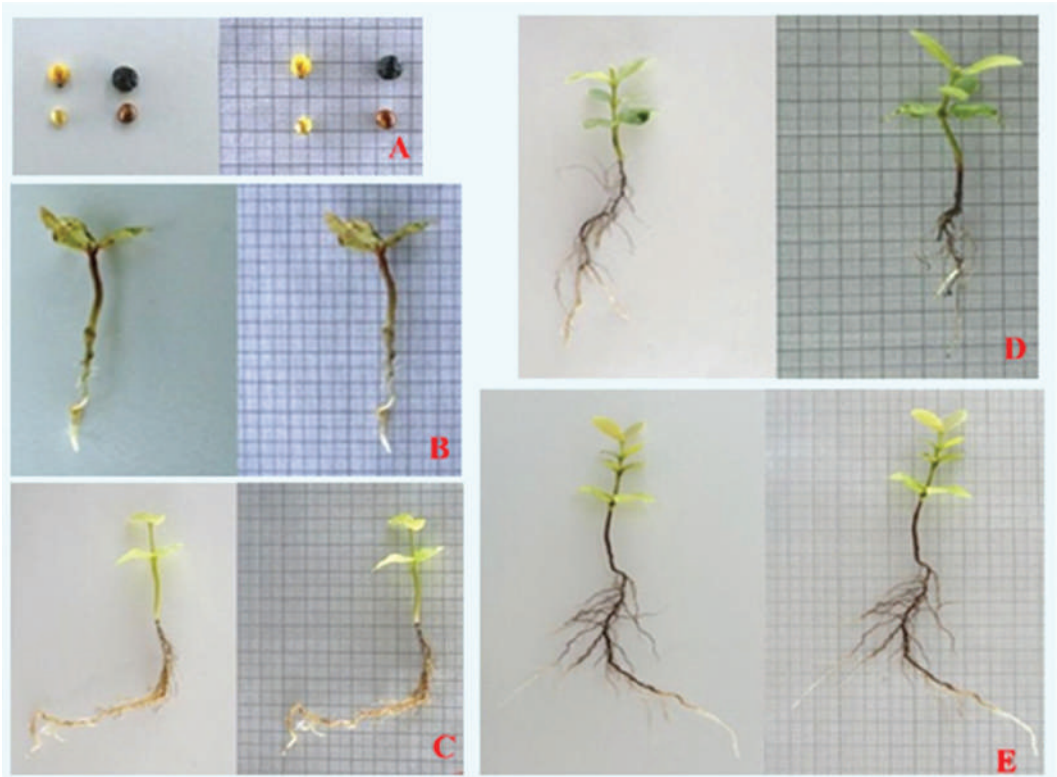


Figura 17

Sementes e desenvolvimento inicial de *Myrcia fenziiana*. A- sementes (no tempo 0, início do experimento); B- cotilédones (após 3 semanas do início do experimento); C- protófilos (após 7 semanas); D- protófilos (após 10 semanas); e E- protófilos (13 semanas).

Escala: 1 × 1 cm.

18) *Qualea grandiflora* Mart. – Vochysiaceae

Características gerais (SILVA-JÚNIOR, 2005):

Árvore: sem exsudação, com copa de ramos terminais esfoliantes. Troncos de até 32 cm de diâmetro; ritidoma cinza-chumbo ou castanho, com fissuras e cristas descontínuas e sinuosas, pode exsudar goma.

Folhas: simples; opostas; oblongas, lanceoladas ou elípticas, ápices agudos ou acuminados e bases cordadas; margens inteiras; nervação broquidódroma, nervuras primárias e secundárias amareladas, salientes na face abaxial, com um par de glândulas na base; pilosas na face inferior; estípulas caducas; folhas coriáceas, discolores.

Flores: até 8 cm de diâmetro, calcaradas ou com esporão; uma só pétala de cor amarela.

Fruto: de até 10 cm de comprimento; deiscente; seco; lenhoso; com três valvas e septo central.

Distribuição geográfica no Brasil:

Norte: Acre, Amazonas e Pará.

Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí.

Centro-Oeste: Goiás, Mato Grosso.

Sudeste: Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

Germinação e desenvolvimento inicial:

Suas sementes são estenospérmicas, aladas, romboides, dorso em contorno curvado (Figura 18A). As plântulas de *Qualea grandiflora* são classificadas como FEF (Figura 18B), com hipocótilo medindo 28 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro e epicótilo medindo 16 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro (Figura 18C). Os cotilédones são coriáceos verdes e com ápice acuminado (Figura 18B-C). A raiz principal mede 283 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro (Figura 18C) e as raízes secundárias medem até 312 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro (Figura 18D). O colo é marcado por uma região mais clara em relação ao hipocótilo (Figura 18D). Protófilos com folhas simples, glabras, sésseis e com distribuição oposta cruzada, as folhas têm coloração avermelhada quando jovens e esverdeada quando maduras, possui nervura penínérvea, são lanceoladas com base acunhada e ápice agudo, o bordo é inteiro e levemente avermelhado (Figura 18E).

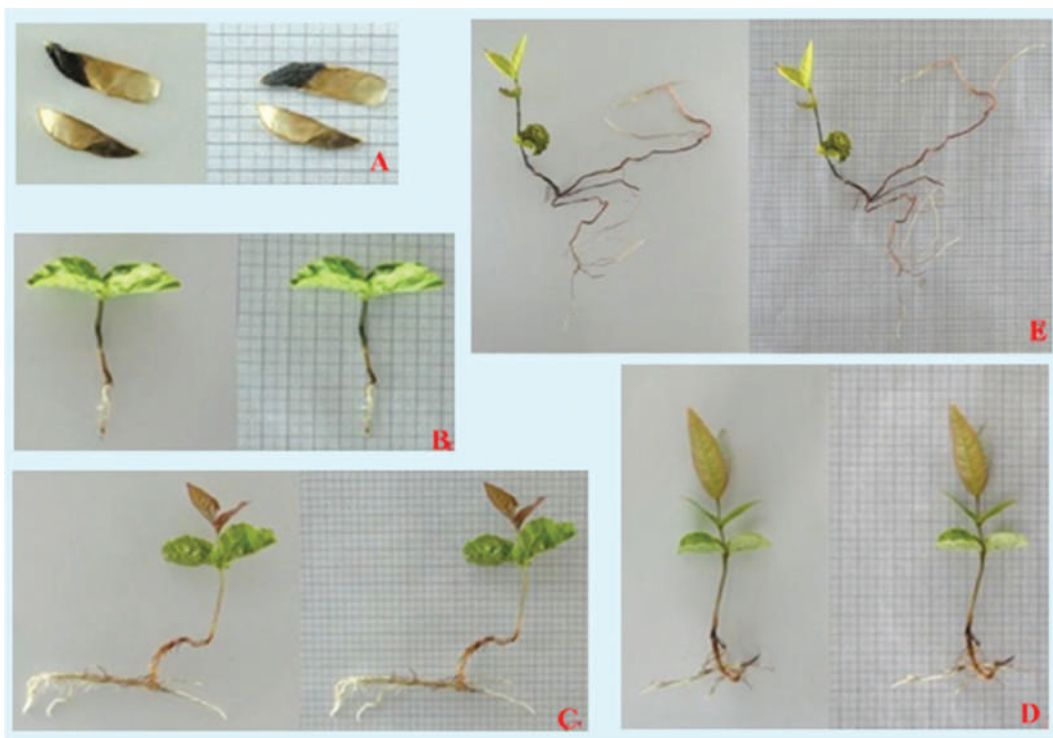


Figura 18

Sementes e desenvolvimento inicial de *Qualea grandiflora*. (A) sementes (no tempo 0, início do experimento); (B) cotilédones (após 9 semanas do início do experimento); (C) protófilos (após 13 semanas); (D) protófilos (após 17 semanas) e (E) protófilos (31 semanas). Escala: 1 × 1 cm.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para algumas espécies não foi possível registrar os metáfilos ou até mesmo que se desenvolvessem os três protófilos ou três pares de protófilos. Esse fato ocorreu especialmente quando as espécies tinham distribuição de folhas opostas e em virtude das reservas energéticas presentes na semente terem sido consumidas pelas plântulas antes de alcançarem esse estágio. Como a areia não fornece nutrientes às plântulas, neste experimento ela foi utilizada apenas com a finalidade de suporte, e não de substrato, conseqüentemente os protófilos não conseguiriam se desenvolver.

Apesar disso, a metodologia proposta mostrou-se eficiente para descrever e ilustrar os aspectos morfológicos do desenvolvimento inicial de plântulas de espécies arbóreas. Assim, essas informações poderão ser muito úteis a diversas áreas de pesquisa, especialmente a relativa à recuperação de áreas degradadas, pois os estudos de caracteres morfológicos podem ser utilizados com a finalidade de teste de germinação em laboratório, produção e reconhecimento das plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento. Esses caracteres fornecem importantes informações no que diz respeito ao conhecimento das estruturas essenciais da plântula ao longo de seu desenvolvimento, caracterizando a espécie, portanto são confiáveis para a identificação de espécies, podendo, ainda, ser empregados com segurança em estudos taxonômicos, ecológicos e de RAD.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEOFILLO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 563-569, out-dez, 2009.
- ALBUQUERQUE, K. S. **Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de sucupira- preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.)**. 2006. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Lavras, Lavras, MG, 2006.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- BATALHA, M. A. **Florística, espectro biológico e padrões fonológicos no cerrado sensu lato no Parque Nacional das Emas (GO) e o componente herbáceo-subarbustivo da flora do cerrado sensu lato**. 2001. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2001.

-
- BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP, 1995. 112 p. Apostila.
- BOBROWIEC, P. E.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Langenheim (Leguminosae-Caesalpinioidea) em Uberlândia - MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 154.
- BONFIM, D. C. **Alterações no desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. e *Dalbergia miscolobium* Benth produzidas por extratos de folhas de *Brachiaria decubens* Stapf. e *Melinis minutiflora* Beauv.** 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- BOTELHO, S. A.; FERREIRA, R. A.; MALAVASI, M. M. et al. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.Ex Hayne) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 144-152, 2000.
- BRAGA, L. L.; TOLENTINO, G. S.; SANTOS, M. R. et al. Germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. (Fabaceae- Mimosoideae) sob influência do tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 258-260, 2007.
- BRANDÃO M.; FERREIRA, P. B. D. Flora apícola do cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 168, p. 4-8, 1991.
- BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas de uso popular dos cerrados mineiros. **Daphne**, v.3, n. 4, p. 11-20, 1993.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas de 1961-1990**. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação/Departamento Nacional de Meteorologia, 1992a. 84 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 3, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidade, e usos da madeira**. Colombo: Embrapa/CNPFF, 2006. 640 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Canafistula - *Peltophorum dubium***. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 15 p. (Circular Técnica 64).
- CARVALHO, P. E. R. **Embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008b. (Circular Técnica 155).
- CARVALHO, P. E. R. **Jatobá-do-Cerrado - *Hymenaea stigonocarpa***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (Circular Técnica 133).
-

CARVALHO, P. E. R. **Pata-de-vaca - *Bauhinia forficata***. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Circular Técnica 74).

CARVALHO, P. E. R. **Pau-cigarra - *Senna multijuga***. Circular Técnica 92, Colombo 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Vinhático - *Plathymenia reticulata***. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. (Circular Técnica 155).

CNCFlora. *Bowdichia virgilioides*. In: **Lista vermelha da flora brasileira**. Versão 2012.2. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bowdichia virgilioides](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bowdichia%20virgilioides)>. Acesso em: 29 set. 2017.

CNCFlora. *Zeyheria montana*. In: **Lista vermelha da flora brasileira**. Versão 2012.2; Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Zeyheria montana](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Zeyheria%20montana)>. Acesso em: 25 set. 2017.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivada**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. v. 4. 765 p.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.c. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.

DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia vegetal**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2005.

DAVIDE, A. C.; MALASAVI, M. M.; CARVALHO, L. R. Determinação do grau de umidade de sementes de óleo-de-copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Fabaceae-Caesalpinoideae), através do forno de microondas. **Informativo Abrates**, v. 7, n. 1/2, p. 218, 1997.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2008.

DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C. et al. **Plantas do Cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. 198 p.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série Registros, 4).

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C. et al. Fitossociologia da vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. (Org.). **Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do espigão mestre do São Francisco**. Brasília, UnB, 2001 35 p.

FERRAZ, I. D. K. Germinação e armazenamento de sementes florestais de interesse econômico na Amazônia: problemas e necessidades de atuação. In: VAL, A. L.;

- FIGLIUOLO, R.; FELBERGE. (Ed.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas**. Manaus: INPA, 1991. v. 1, p. 225-229.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004. 257 p.
- FILARDI, F. L. R.; GARCIA, F. C. P.; OKANO, R. M. C. Espécies lenhosas de papilionoideae (Leguminosae) na estação ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 363-378, 2007.
- GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Frutos, folhas e raízes de plantas do cerrado, suas propriedades medicinais tendo como veículo a cachaça. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 173, p. 40-44, 1992.
- GORDIN, C. R. B. **Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes em diferentes substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.
- GUERRA, M. E. C., MEDEIROS FILHO, S.; GALLAO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.
- JENRICH, H. **Vegetação arbórea e arbustiva nos altiplanos das chapadas do Piauí central: características, ocorrência e empregos**. Teresina: GTZ, 1989. 70 p.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. v.19, n.3, p. 707-713, 2005.
- LACERDA, D. R.; LEMOS-FILHO, J. P.; ACEDO, M. D. P. et al. Molecular differentiation of two vicariant neotropical tree species, *Plathymenia foliolosa* and *P. reticulata* (Mimosoidae), inferred using RAPD markers. **Plant Systematics and Evolution**, v. 235, p. 67-77, 2002.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 311 p.
- LEONHARD, C.; BUENO, O. L.; CALIL, A. C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 63, n. 1, p. 5-14, 2008.
- LIMA, F. G. C. **Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira) Fabaceae: Isolamento, purificação parcial de uma lectina; caracterização e estudo das atividades biológicas de seu óleo**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado Bioprospecção Molecular) – Universidade Regional do Cariri, Crato, 2009.
- LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Guettarda platypoda* DC. (Rubiaceae). **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, 2010.

- LIMA, M. P. M. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à sistemática. **Rodriguésia**, v. 37, n. 62, p. 53-78, 1985.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.
- LORENZI, H. E. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed., v. 1. Nova Odessa: Plantarum, 2009.
- MARTINS, M. V. **Leguminosas arbustivas e arbóreas de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista, Brasil**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- MEIRELLES, M. L.; LUIZ, A. J. B. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, n.2, p. 185-189, 1995.
- MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e 206 plântulas de duas espécies florestais da amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim pedra). II *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T et al. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 287-556.
- MIRANDA, A. R. **Fenologia, aspectos ecofisiológicos da germinação e conservação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. Fabaceae-Mimosoideae**. 1999. 184 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.
- MONTORO, G. R. **Morfologia de plântulas de espécies lenhosas do cerrado**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Espécies de ocorrência exclusiva do domínio do cerrado. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. (Ed.). **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 3, p. 157-208.
- OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑAR-ODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, p.175-214, 1993.
- OLIVEIRA, R. **Secreção de néctar e atividades de morcegos em *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioidea) no Pantanal de Nhecolândia e**

remanescente urbano de Cerrado, Mato Grosso do Sul. 2006. 31 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. **Hoehnea**, v. 42, n. 3, p. 425-443, 2015.

PROENÇA, C. C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do Cerrado.** 2. ed. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2006. 165 p.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S. et al. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.

RIZINNI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** manual de dendrologia brasileira. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1987.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 296 p.

RODRIGUES, R. S. **Sistemática de *Acosmium* s.l. (Leguminosae, Papilionoideae, Sophoreae) e estudos de morfologia de plântulas e números cromossômicos.** 2005. 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ROSA, P. O.; ROMERO, R. O gênero *Myrcia* (Myrtaceae) nos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3. p. 613-633, 2012.

SALLES, H. G. Expressão morfológica de sementes e plântulas I. *Cephalocereus fluminensis* (Miq.) Britton e Rose (Cactaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 1, p. 73-81, 1987.

SAMPAIO, L. S. V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. S. F. P. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.184-190, 2001.

SILVA-JÚNIOR, M. C. **100 árvores do Cerrado:** guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SILVA-JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, B. A. S. + **100 árvores do Cerrado Matas de Galeria:** guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2009. 288 p.

SILVA, J. A.; SILVA, D. J.; JUNQUEIRA, N. T. V. et al. **Frutas nativas dos cerrados.** Brasília: Embrapacpac/SPI, 1994. 166 p.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal:** célula, tecido, órgão e plântula. Ponta Grossa: UEPG, 2003.

SOUZA, L. A. **Sementes e plântulas:** germinação, estrutura e adaptação. Ponta Grossa: Todapalavra, 2009. 121 p.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica organografia**. Viçosa: UFV, 2000. 124 p.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 373 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CAPÍTULO 4

Silvicultura de espécies nativas: subsídio para a restauração florestal

Israel Marinho Pereira

Lais Grazielle Silva

Reynaldo Campos Santana

Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Eliane Cristina Sampaio de Freitas

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os países com a maior área de florestas do mundo; as florestas brasileiras naturais e plantadas ocupam aproximadamente 493,3 e 7,8 milhões de hectares (SNIF, 2016), distribuídas em seis biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal (IBGE, 2004).

A Mata Atlântica, na época do Descobrimento do Brasil, abrangia uma área equivalente a 131,5 milhões de hectares, distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2017). No entanto, devido aos desmatamentos sucessivos provocados pela extração do pau-brasil e outras espécies nativas; à expansão da agricultura, principalmente da cana-de-açúcar e do café; à exploração do ouro; à crescente industrialização; e à expansão urbana desordenada, o bioma foi extensamente explorado. Assim, o País possui, hoje, apenas 8,5% de remanescentes florestais acima de 100 hectares e 12,5% quando somados todos os remanescentes acima de 3 hectares (SOS MATA ATLÂNTICA, 2016; SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2017).

Visando impulsionar a regularização ambiental nas propriedades rurais brasileiras, foi criada a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PROVEG, Decreto nº 8.972, de 23/01/2017), que possui a meta de regularizar 12 milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030. Essa meta é ambiciosa, se considerarmos que toda a floresta plantada do País não alcançou 8 milhões de hectares nos últimos 40 anos, apesar de todo interesse comercial.

Para o processo de recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL), métodos de restauração como condução da regeneração natural, plantio de espécies nativas intercaladas ou não com exóticas e uso de sistemas agroflorestais são indicados. A escolha do método depende, dentre outras características, da disponibilidade de sementes e mudas, do grau de degradação da área e da região na qual ela está inserida. Os métodos de restauração de áreas degradadas têm evoluído muito (RODRIGUES et al., 2009; DARONCO et al., 2012; MONTEIRO, 2014; BOTELHO et al., 2015); no entanto, as técnicas que asseguram a autoperpetuação dos fragmentos ainda necessitam ser aprimoradas. Uma das principais indicações nesses processos é o favorecimento do uso de espécies nativas da região, em detrimento das exóticas (BRANCALION et al., 2009), pois mais importante do que tornar o ambiente coberto por vegetação é recuperar a biodiversidade animal e vegetal.

Devido à importância do uso de espécies nativas nos processos de restauração ecológica, torna-se necessário maior conhecimento sobre a implantação e o manejo dessas espécies, o que ainda é escasso no Brasil, diante da elevada diversidade de espécies. O País é referência na silvicultura de espécies exóticas de rápido crescimento, mas em relação à silvicultura das nativas o conhecimento ainda é incipiente. Para o estabelecimento dessas espécies nas áreas a serem restauradas; é necessário obter mudas de qualidade, conhecer suas características e exigências quanto aos fatores de crescimento, estabelecer tratamentos silviculturais adequados, além de atentar-se para as atividades de monitoramento e manutenção, conforme será abordado neste capítulo.

2. HISTÓRICO DA SILVICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL

O Brasil está entre os países considerados líderes mundiais na área florestal, com 7,84 milhões de hectares de plantios homogêneos com *Pinus* e *Eucalyptus* (IBÁ, 2017). Diante do interesse comercial desses gêneros, o País tornou-se referência no desenvolvimento de tecnologias para implantação, condução, proteção e industrialização dos produtos madeireiros oriundos dessas florestas. Por outro lado, o desenvolvimento da silvicultura para espécies nativas brasileiras é incipiente (KENGEN, 2001), e praticamente inexistente no que tange ao manejo da regeneração natural para condução de novas florestas.

A adequada prática da silvicultura demanda conhecimentos prévios relacionados às áreas de ecologia, genética, fisiologia, entomologia e ciência do solo. A silvicultura deve ser desenvolvida para manter e restaurar florestas pelo emprego das melhores práticas culturais, para atender aos objetivos que se deseja. É comum a interpretação de que o objetivo da silvicultura pauta-se na otimização da produção florestal madeireira e econômica.

A função da silvicultura vai muito além dessa interpretação. As práticas culturais podem, e devem, ser empregadas visando contribuir para o manejo dos recursos hídricos, a preservação, conservação e manutenção ou melhoria das biodiversidades animal e vegetal, o conforto térmico, a captação de gases que promovem o efeito estufa, a recreação, os aspectos estéticos e vários outros usos não madeireiros. Por outro lado, os conhecimentos técnicos e científicos desenvolvidos para a silvicultura de florestas plantadas são de grande importância para serem aplicados ou adequados para outros objetivos.

As tecnologias silviculturais podem ser aplicadas no arranjo espacial das espécies, na densidade populacional, na estrutura, restauração e recuperação de áreas degradadas, no manejo integrado de pragas e doenças, no ciclo de vida das florestas, no impacto da colheita florestal e no manejo da produtividade, com ou sem interesse econômico direto, e, indiretamente, na biodiversidade animal. Ou seja, essas práticas têm ampla relevância para a Ecologia Florestal na abordagem de manejo de ecossistema.

Em virtude do processo histórico de uso e ocupação do solo desde o Descobrimiento do Brasil, muito há de ser feito para a restauração e o uso ecologicamente sustentável dos ecossistemas florestais. A restauração florestal destina-se à construção gradual das florestas naturais, com o objetivo de resgatar sua biodiversidade, função

ecológica e sustentabilidade ao longo do tempo, além de resgatar as funções que cada espécie desempenha, de forma isolada ou em conjunto (RODRIGUES et al., 2007).

Muitas dessas atividades de recuperação surgiram por causa de exigências na legislação para compensação de atividades poluidoras, como mineradoras, etc. Nesses casos, como o objetivo era ser uma medida compensatória para obtenção de uma licença, os projetos de restauração ecológica, muitas vezes, eram realizados sem critérios técnicos.

As atividades de recuperação ou restauração ambiental tiveram uma crescente demanda a partir dos anos de 1980, em decorrência dos altos índices de desmatamento ocorridos, principalmente na Mata Atlântica. As primeiras tentativas de recuperação fundamentaram-se em plantios simples e aleatórios de espécies exóticas e nativas, não previamente combinadas em grupos sucessionais, formados por uma única ou poucas espécies, normalmente de rápido crescimento (RODRIGUES; GANDOLFI, 1996). Como mencionado, pelo fato de muitas dessas atividades de recuperação terem surgido em virtude de exigências na legislação para compensação de atividades poluidoras, como mineradoras, etc., portanto o objetivo era ser uma medida compensatória para obtenção de uma licença, os projetos muitas vezes eram realizados sem critérios técnicos. A floresta restaurada restringia-se apenas ao plantio de árvores, sem critérios ecológicos (BELLOTTO et al., 2009).

A inclusão de espécies exóticas ao ecossistema ou à região que possuíam alta adaptabilidade e plasticidade promoveu sérios problemas de desequilíbrio ecológico nas atividades de restauração das florestas. Nas regiões de Mata Atlântica, não é raro observar a ocorrência de espécies invasoras decorrentes daquela atividade de restauração (VITOUSEK et al., 1987).

Com o intuito de minimizar esses efeitos, tornou-se prioritário o uso de espécies nativas brasileiras nas atividades de restauração de fragmentos naturais, em especial dos remanescentes de Mata Atlântica (BRANCALION et al., 2009). De modo geral, as espécies nativas possuem boa adaptação ao clima e solo da região e passaram a ser utilizadas para favorecer o equilíbrio ecológico. De acordo com Rodrigues et al. (2009), em 30 anos de experiência na restauração da Mata Atlântica, muitos dos métodos utilizados não resultaram em florestas autoperpetuantes. Além do plantio de mudas de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais, nos últimos anos tem-se empregado a técnica denominada chuva de sementes para melhorar a regeneração natural.

A regeneração natural de florestas tropicais degradadas possui restrições devido à competição com gramíneas e às condições edáficas desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas (PARROTTA, 1992). Em áreas onde ocorreu distúrbio de alta intensidade, com expressiva redução da qualidade, diversidade e quantidade de sementes, com perda de sustentabilidade da fertilidade dos solos e da ciclagem de nutrientes, a regeneração natural não ocorrerá ou será extremamente lenta e com restrita diversidade. Portanto, a intervenção pela aplicação das melhores práticas silviculturais é essencial.

Apesar de ainda muito incipiente no Brasil, a silvicultura de espécies nativas tem evoluído muito desde os anos de 1980. Essa evolução está diretamente relacionada com as mudanças ocorridas na legislação ambiental nesse período, além do surgimento de pactos para restauração, acordos internacionais, e até mesmo organizações da sociedade civil, como a Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica (SOBRE), dentre outras. Essas ações incentivaram e pautaram a utilização e o desenvolvimento de tecnologias para espécies nativas.

3. ESCOLHA DAS ESPÉCIES

A escolha das espécies é uma das fases mais importantes para o sucesso da restauração florestal. Mesmo que a legislação vigente permita o uso de espécies exóticas em até 50% para a recomposição de APPs e RL, é importante dar preferência ao uso de espécies nativas e deve-se evitar ao máximo utilizar espécies com potencial de serem invasoras. No atual Código Florestal não existe menção à forma que a espécie exótica deverá ser implantada, e nem se ela deverá ser suprimida, apenas que o seu plantio não pode ultrapassar metade da área a ser recuperada e a possibilidade de exploração econômica.

A recomposição florestal deve considerar a característica ecológica das espécies (pioneiras, secundárias e clímax) ou grupos funcionais (grupo de preenchimento e diversidade). A depender do grau de degradação, o técnico deverá decidir se irá realizar o plantio de acordo com a distribuição espacial das espécies nas florestas nativas ou se será necessário aumentar o número de indivíduos por hectare para assegurar uma cobertura do solo mais rápida e a antecipação dos processos de ciclagem de nutrientes. A ciclagem de nutrientes, associada aos aspectos benéficos da cobertura do solo, é de fundamental importância para melhorar a capacidade de retenção de água e o controle da temperatura. Estes darão suporte à melhoria da biodiversidade microbiana, com consequente melhoria das condições de sustentabilidade das plantas, sem necessidade de intervenções antrópicas frequentes.

O emprego de espécies exóticas, caso seja feito, deve ser visto como uma etapa intermediária, para que, no futuro, o resultado seja uma floresta diversificada, composta apenas por espécies nativas regionais (RONQUIM FILHO, 2009) ecológica-mente adaptadas, atendendo ao objetivo das áreas protegidas por lei, que é a conservação da biodiversidade local. Portanto, é desejável a supressão das espécies exóticas em momento oportuno.

Para a correta seleção das espécies, atenção deve ser dada para as condições de clima, relevo, solo e biodiversidade predominantes do local (GALVÃO; MEDEIROS, 2002), associadas à adaptação ecológica das espécies. Assim, estudos florísticos e fitossociológicos de ecossistemas e ambientes similares àqueles que serão restaurados são fundamentais (PEREIRA et al., 2015; ALMEIDA, 2016). Outro ponto relevante é que as espécies nativas regionais apresentam maior tolerância aos predadores e possuem maior probabilidade de sucesso reprodutivo e de regeneração natural nos projetos de restauração florestal (KAGEYAMA; GANDARA, 2004), além de serem mais atrativas à fauna local, favorecendo a dispersão das espécies. Por outro lado, a grande fragmentação das áreas de vegetação nativa remanescentes e o grau de degradação observado em algumas regiões limitam em muito os estudos florísticos e sociológicos.

Vale destacar ainda que com a vigência do novo Código Florestal e a possibilidade de aproveitamento econômico de áreas de proteção, por meio de sistemas agroflorestais e produtos não madeireiros, por exemplo, alguns projetos já consideram o aspecto de uso econômico na seleção das espécies (associado às características ecológicas), como obtenção de frutos, sementes, etc.

Outro aspecto de extrema relevância é o conceito de vegetação nativa, que, em muitos casos, considera espécies de caráter local, regional e do país. Não se pode deixar de considerar as condições dos biomas brasileiros, assim como as dimensões continentais do Brasil. Em termos práticos, algumas espécies nativas brasileiras terão o mesmo comportamento daquelas exóticas, ou seja, poderão contribuir pouco para a manutenção da biodiversidade. Na literatura, não é rara a ocorrência de espécies que geram monodominância, quer sejam nativas ou exóticas, como é o caso do pinus (ZANCHETTA; DINIZ, 2006) e da aroeira (RAPIDEYE et al., 2013), dificultando ou impedindo a auto-regeneração dos ecossistemas.

O conhecimento dos processos de sucessão ecológica é primordial na seleção das espécies para a restauração florestal, uma vez que se busca a interação biológica no sistema. Entende-se como sucessão ecológica a dinâmica das espécies que

ocupam determinado ambiente ao longo do tempo. Segundo Miranda (2009), a sucessão ecológica consiste no processo ordenado de mudanças no ecossistema, provocadas pela comunidade biológica, originando modificações no ambiente físico, que passa por vários estádios até atingir a maturidade ou o clímax.

De acordo com a origem do processo de sucessão, ela pode ser denominada de sucessão primária ou secundária (GOMES-POMPA, 1972; DAJOZ, 1983). Na primária, a sucessão estabelece em locais onde nunca ocorreu a presença de vegetação. Já a sucessão secundária acontece em locais que sofreram algum grau de perturbação ou degradação. Em ambas as situações, as espécies que participam desse processo possuem características e funções específicas, que as separam em grupos ecológicos: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax (BUDOWSKI, 1965).

4. ESPAÇAMENTO DE PLANTIO NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

A definição da densidade de plantas por hectare para plantio de mudas de espécies nativas com o objetivo de restauração florestal depende, dentre outros fatores, das condições e da qualidade do sítio (relevo, tipo de solo, clima, nível de degradação e infestação de plantas competidoras), das espécies utilizadas e da disponibilidade de recursos financeiros (BOTELHO et al., 2001; LELES et al., 2015). Os espaçamentos utilizados nos plantios destinados à restauração florestal da Mata Atlântica têm variado de 1,0 x 1,0 m até 6,0 x 6,0 m (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997; LELES et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012; NBL, 2013).

A escolha do espaçamento ou da densidade de mudas utilizadas nos plantios visando à restauração ecológica é uma etapa muito importante, tendo em vista que pode afetar diretamente a sobrevivência e o crescimento das plantas (LELES et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012; SILVA et al., 2014), o desenvolvimento de plantas espontâneas (NASCIMENTO, 2007), a composição e biomassa de plantas competidoras, o aporte de serrapilheira (PIÑA-RODRIGUES et al., 2008; ALONSO et al., 2015; VILLA et al., 2016), a ciclagem de nutrientes, a dispersão e o estabelecimento de propágulos na área em restauração (KLIPPEL et al., 2015; SOARES et al., 2016), além de afetar os custos de implantação e manutenção (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997; CAMPELLO et al., 2017).

Em restauração de APPs ciliares no domínio de Mata Atlântica, tem sido utilizado o plantio de 400 a 2.500 mudas por hectare, em espaçamentos aproximados de 25 m² (5,0 x 5,0 m) para áreas de nascente e de 9,0 m² (3,0 x 3,0 m), 6,0 m² (3,0 x

2,0 m), 5,0 m² (2,5 x 2,0 m), 4,5 m² (3,0 x 1,5 m) ou 4,0 m² (2,0 x 2,0 m) para áreas de mata ciliar ao longo de rios e reservatórios (DAVIDE et al., 1996; PEREIRA et al., 1999; DAVIDE et al., 2004; BOTELHO et al., 2015; ALVARENGA et al., 2016).

Na restauração de área de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, o arranjo 3,0 x 2,0 m em plantios mistos (pioneiras e não pioneiras) tem se destacado (LELES et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012; SILVA et al., 2015). A experiência do Grupo de Estudo em restauração ecológica da UFVJM (dados não publicados) tem apontado para a maior sobrevivência das mudas e redução nos custos de manutenção com capinas para eliminar a matocompetição com densidade de plantas variando entre 2.000 e 10.000 plantas.ha⁻¹. Há também vários estudos que evidenciam a importância dos espaçamentos menores na produção de serapilheira, nos plantios de restauração florestal desse bioma (PIÑA-RODRIGUES et al., 2008; PIÑA-RODRIGUES et al., 2015; ALONSO et al., 2015; VILLA et al., 2016).

Como a maioria das áreas de Reserva Legal e APPs que necessitam de adequação encontra-se com pastagens de gramíneas africanas agressivas (*Uruchroa spp.*, *Melinis spp.*, *Andropogon spp.*, etc), o uso de espaçamentos entre 1.667 e 10.000 plantas.ha⁻¹ tem sido apontado como a melhor estratégia de controle e manejo dessas invasoras e redução dos custos de manutenção. Os espaçamentos mais adensados tendem a sombrear a área mais rapidamente, limitando o crescimento das plantas daninhas, uma vez que, na maioria dos casos, são espécies que necessitam de muita luz para pleno desenvolvimento (CAMPELLO et al., 2017).

De acordo com Leles et al. (2015), o custo de implantação de 1 ha na restauração de área de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, no arranjo 2,0 x 2,0 m, foi cerca de 40% maior do que no 3,0 x 2,0 m. No entanto, seriam necessárias em torno de dez roçadas nas áreas com arranjo 3,0 x 2,0 m até o quarto ano, e apenas sete roçadas até o terceiro ano após o plantio no outro arranjo. Segundo os autores isso significa que, havendo dificuldades financeiras ou logísticas para as atividades de manutenção, o plantio mais adensado acaba sendo o mais indicado.

Mediante o exposto, o espaçamento mais adequado dependerá dos objetivos que se pretende obter inicialmente com a restauração, bem como da composição e do ritmo de crescimento das espécies e da capacidade de investimento.

5. LIMPEZA E PREPARO DO SOLO DA ÁREA DE PLANTIO

A limpeza da área deve ser realizada antes do plantio, para diminuir a altura e o volume da vegetação herbácea e subarborescente daninhas, que podem competir com as mudas das espécies arbóreas por luz, água e nutrientes, restringido a sobrevivência e o crescimento das mudas plantadas. Atenção especial deve ser dada, principalmente, quando gramíneas exóticas agressivas ou a samambaia do campo predominarem na área. A definição do tempo antes do plantio para realizar a prática de limpeza irá depender do método de controle adotado. Os procedimentos que envolvem revolvimento do solo, como aração e/ou gradagem, favorecem a perda de umidade superficial, devido à desestruturação do solo. Se o revolvimento do solo for parcial, pelo uso de aração ou gradagem em faixas ou hastes sulcadoras, o efeito sobre a umidade será menor. Quando a limpeza envolve o controle químico, as recomendações do fabricante devem ser observadas, para evitar toxidez às mudas que serão plantadas e, principalmente, às pessoas que farão o plantio. A avaliação do volume da vegetação daninha também interfere na decisão sobre quando a limpeza deve ser realizada. Grandes volumes, quando não incorporados ao solo, podem necessitar de um tempo maior para redução da massa residual. De modo geral, a operação de limpeza é realizada entre 30 e 1 dia antes do plantio.

Essa operação pode ser realizada de várias formas, empregando-se controle mecânico ou químico. A decisão pelo método de controle dependerá de uma análise prévia para identificar o tipo e a densidade de ocupação da área que a vegetação herbácea ou subarborescente daninha possui. Os métodos mecânicos mais apropriados para a restauração são a aração, a gradagem e a roçagem da área. O controle químico para a restauração ecológica de ecossistemas é uma alternativa, com relação ao custo-benefício, atrativa, cuja eficiência dependerá da escolha do produto adequado para as espécies-alvo e das condições climáticas.

Entre as técnicas de roçagem destacam-se, pelo rendimento operacional e pelos custos, a semimecanizada com roçadeira costal (Figura 1) e a mecanizada com trator-equipado com roçadeira. A roçadeira costal é mais apropriada para a limpeza de áreas pequenas, em locais muito acidentados ou que apresentem qualquer restrição à operação mecanizada, ou em áreas onde a intensidade de plantas daninhas torne esse método mais atrativo economicamente. Em todos esses casos, deve-se ter especial cuidado para não danificar a regeneração natural, pois cada indivíduo regenerante preservado representa uma muda a menos a ser plantada.

O material vegetal resultante dessa operação deve ser mantido na área (Figura 1), formando uma manta para proteger o solo contra a ação direta dos raios solares e o impacto da chuva, o que conseqüentemente favorece a manutenção da umidade do solo. Com o passar do tempo esse material será decomposto e servirá como fonte de nutrientes e de matéria orgânica.



Figura 1

Limpeza de área de plantio por meio do uso de uma roçadeira costal (A) e camada de material vegetal depositado na área após a limpeza (B).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

Quando o plantio de restauração florestal for realizado em área de pastagem, as técnicas de aração e gradagem são eficazes e possuem atrativa relação custo-benefício. Entretanto, essas técnicas têm efeito pouco duradouro, tendem a reduzir a matéria orgânica do solo, devido à radiação solar, aumentam a suscetibilidade à erosão e favorecem a lixiviação dos nutrientes. Por essas razões, a análise e a recomendação técnica para o seu emprego devem ser avaliadas, caso a caso. O dimensionamento correto do tipo do trator e os implementos acoplados também irão influenciar os impactos ambientais e econômicos dessa operação. Dependendo do espaçamento e das espécies a serem plantadas, o preparo da área, mecânico ou químico, pode ser realizado em área total ou em faixas. A largura da faixa dependerá do objetivo e do espaçamento.

A aração e a gradagem são recomendadas quando a área possui elevado grau de degradação, e a total ocupação do solo pela nova vegetação ocorrerá antes da capacidade de regeneração das plantas daninhas e tempo de resiliência do solo,

ou seja, uma nova situação de equilíbrio semelhante à que o solo tinha antes do preparo. Quando optar pelo emprego dessas técnicas, a gradagem leve é mais indicada quando a camada de resíduos não for muito espessa. Já nas situações de muita massa vegetal (capim-colonião, mombaça, braquiária e meloso), o emprego de grade pesada pode ser a melhor alternativa para a completa incorporação. Quando não há necessidade do uso de grades, leve ou pesada, ou quando a topografia não permitir o seu emprego, a dessecação, ou outro método mecânico e plantio direto das mudas, é a opção recomendada.

De modo geral, os solos de áreas degradadas possuem características físicas, químicas e biológicas que restringem o desenvolvimento radicular das mudas. Intervenções com aração ou gradagem para a restauração florestal só se justificam quando o plantio for realizado em áreas de pastagens com elevado nível de degradação ou para outras plantas daninhas muito agressivas. Como a maioria dos plantios é realizada em condições subótimas de solo, o plantio das espécies nativas deve ser feito por meio do plantio direto ou cultivo mínimo, em que o preparo do solo se restringe à cova ou à linha de plantio, sem aração ou gradagem, em área total (BRANCALION et al., 2015).

Sempre que possível, deve-se optar por métodos de preparo que causem menos impactos ao solo, sendo o plantio em cova o que provoca o menor distúrbio. O emprego de hastes é a segunda opção que causa menos efeito nas propriedades físicas do solo, pois a área que recebe o distúrbio é relativamente pequena. Entretanto, vários fatores devem ser analisados para o seu emprego, principalmente a condição topográfica, o tipo de solo e o sentido do preparo em relação à declividade. Quando essas características não são corretamente avaliadas, o preparo com haste pode resultar em graves problemas de erosão do solo.

O preparo do solo com haste possui excelente custo-benefício, quando comparado ao do preparo de área total. A profundidade do sulco irá depender da condição do perfil do solo. Quanto mais profundo for o sulco, mais cara a operação pode se tornar, pois necessitará de trator com peso de embarque lastrado maior. O preparo com a haste pode ser consorciado com a adubação em uma única operação, otimizando o emprego de recursos financeiros. Atualmente, existe disponível no mercado uma gama de implementos desenvolvidos para a área florestal, como: subsoladores para diferentes profundidades, com ou sem grades acopladas; subsoladores com ou sem adubadeiras acopladas; adubadeiras para um ou mais fertilizantes para adubação de cobertura com ou sem grade incorporadora, podendo aplicar a adubação de forma contínua ou intermitente; coveadeiras

acopladas em trator para área plana e declivosa; pipas para irrigação com água e/ou hidrogel; afastadores de resíduos; distribuidores de adubos e calcários; roçadeiras; pulverizadores, etc. Esses implementos foram desenvolvidos para o cultivo mínimo do solo, dimensionados para uma ou múltiplas operações simultâneas, portanto indicados para áreas em restauração ou recuperação.

A decisão sobre o tipo de operação (manual, semimecanizada ou mecanizada) a ser empregada em cada situação dependerá de uma análise técnica prévia, em que devem ser considerados pelo menos os seguintes fatores: época do ano; condições climáticas durante as operações; espécie, volume e grau de infestação da vegetação daninha; topografia da área; classificação do solo; grau de degradação do solo; intensidade e condições da regeneração natural; espécie e tipo de propágulo a ser plantado; legislação municipal, estadual e federal; e viabilidade econômica.

6. COVAS DE PLANTIO

A abertura da cova de plantio visa melhorar as condições físicas do solo. Sua desestruturação diminui, principalmente, a densidade e a resistência do solo ao desenvolvimento radicular e à infiltração de água, visando ao estabelecimento inicial e à sobrevivência das mudas. Como, de modo geral, a restauração florestal ocorre em solos degradados, com baixos níveis de nutrientes essenciais e matéria orgânica, aproveita-se a operação de abertura de cova para realizar a adubação de plantio.

A definição do tamanho e da profundidade da cova dependerá das espécies, do tipo de embalagem utilizada para produção e da idade da muda a ser plantada. Em geral, mudas produzidas em tubetes podem ter o sistema radicular com altura de 12 a 20 cm e mudas produzidas em saco plástico, de 10 a 30 cm. No entanto, no mercado há uma ampla gama de embalagens. Mudas provenientes de viveiro de espera, onde se desenvolveram por um ou mais, podem possuir recipientes maiores.

Além do tamanho da embalagem, também deve ser levado em consideração se a adubação será realizada, para se definir o tamanho da cova. Adubação orgânica incorporada ao solo da cova e adubação mineral incorporada ao solo ou depositada no fundo da cova implicarão dimensionamentos de covas diferentes.

Quando o fertilizante ou o corretivo puder ser incorporado ao solo da cova sem promover toxidez à muda, a cova poderá ter menor dimensão. Por outro lado, se o fertilizante possui potencial de promover toxidez, sua aplicação no fundo da

cova deve ser feita a, pelo menos, 10 cm abaixo da muda. Conseqüentemente, sua localização dependerá da profundidade do recipiente onde a muda foi desenvolvida. Uma muda produzida em embalagem de 20 cm de altura irá exigir uma cova de pelo menos 30 cm de profundidade, já outra que foi produzida em embalagem de 30 cm de altura necessitará de uma cova com pelo menos 40 cm de profundidade. A largura da cova irá depender do tipo de ferramenta que for utilizada para sua abertura. A escolha da ferramenta dependerá de uma análise ergonômica e econômica.

A abertura das covas pode ser realizada tanto manualmente, com o uso de enxada, enxada e cavadeira, quanto de forma mecanizada, por meio de broca acoplada à tomada de força de um trator ou com uso de motocoveadora com broca especial para plantio de mudas.

a) Abertura manual de covas

Indicada para áreas inclinadas ou com grande quantidade de indivíduos regenerantes que impedem a mecanização. Pode ser realizada com enxada ou cavadeira (Figura 2), embora o uso de enxada apresente melhor rendimento.



Figura 2

Abertura de cova manual com uso de cavadeira (A) e enxada (B) para a restauração florestal.

Fonte: Gleica Cândido Santos.

A abertura manual de covas implica gastos elevados com o pagamento de mão de obra, principalmente nas áreas com solo compactado, onde o número de covas abertas em um dia/homem é baixo. Portanto, na maioria das vezes é necessário recorrer a um método mecânico para abertura das covas.

b) Broca perfuratriz (perfuradora mecanizada)

O uso de broca mecanizada manual ou acoplada a um trator (Figura 3) visa agilizar o plantio e reduzir os custos dessa operação. Recomenda-se o uso de brocas com diâmetro superior a 30 cm e com perfuração do solo no mínimo de 40 cm. A utilização de motocoveadora não é recomendada em áreas com solos muito pedregosos. Recomenda-se que nas áreas com presença de vegetação ou palhada seja realizada a limpeza ou o coroamento do local da cova antes de utilizar a broca, para evitar o enrolamento das raízes ou palhas no eixo da broca, o que promove perda de rendimento operacional e pode provocar espelhamento. O uso de broca acoplada a trator geralmente causa espelhamento (Figura 3), que consiste na formação de uma camada compactada nas paredes da cova, o que dificultará a penetração das raízes. Para reduzir o espelhamento, recomenda-se a escarificação nas paredes das covas com o uso de ferramenta tipo “vanga” (Figura 3) (NBL, 2013).

c) Abertura de linhas de plantio por subsolagem

O método mais recomendado para abrir linhas de plantio é usar o subsolador. A subsolagem tem como objetivo principal promover a desestruturação e o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, na profundidade mínima de 30 cm em solos arenosos e de 40 cm em solos argilosos. Quando a muda foi produzida em tubete, utiliza-se o chuchu ou chacho para abrir a cova, e quando ela for proveniente de sacos plásticos, utiliza-se o enxadão. Caso as operações de sulcamento e fertilização estejam associadas, as observações sobre localização do adubo, anteriormente descritas, devem ser levadas em consideração.

7. ADUBAÇÃO BASE OU DE PLANTIO

Os estudos sobre nutrição de espécies florestais nativas são ainda escassos. Considerando o grande número de espécies existentes, a variação entre indivíduos da mesma espécie e as interações entre genótipo e ambiente, torna-se difícil elaborar recomendações muito específicas de adubação. Sendo assim, após a



Figura 3

Abertura de cova manual com uso de broca mecanizada (A), com uso de broca acoplada a um trator (B), cova aberta com uso de trator (C) e cova aberta com broca manual e escarificação das paredes da cova para evitar possível espelhamento com uso da vanga (D).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

análise química do solo, a fertilização deve ser feita para corrigir as deficiências mais severas dos principais nutrientes, para o estabelecimento inicial das mudas. Caso seja recomendada a fertilização para manutenção do crescimento, deve-se considerar que a demanda por nutrientes varia de acordo com a espécie, a condição fenológica, a idade e o estágio de desenvolvimento. Sempre que possível, deve-se optar pelo emprego de fontes solúveis e pouco solúveis, o que vai depender da taxa de crescimento, dos teores de nutrientes disponíveis do solo e da demanda da

planta. Plantas ecologicamente adaptadas às condições tropicais não necessitam da calagem para desenvolverem com os teores normais de alumínio do solo. Portanto, a aplicação da calagem com o intuito de elevar o pH do solo não é recomendada na maioria das situações. Utiliza-se o calcário para fornecimento de cálcio e magnésio quando estes não são supridos por outros produtos aplicados. Como não há necessidade de aplicá-lo para alterar o pH, o calcário pode ser aplicado junto com o plantio ou mesmo meses após, o que vai depender da quantidade disponível no solo, da demanda da planta ou do suprimento de cálcio e magnésio em outros fertilizantes.

O fertilizante deverá ser misturado previamente ao solo, pouco antes do plantio, podendo ser incorporado manualmente ou em conjunto com o sulcamento. Dependendo da velocidade de crescimento do sistema radicular, a fertilização de plantio pode ser aplicada em covetas laterais quando as raízes já estiverem ocupando o solo. Espécies pioneiras e secundárias iniciais costumam absorver os nutrientes aplicados com maior eficiência do que espécies climácicas (clímax) e secundárias tardias (POGGIANI; SCHUMACHER, 2004). Esse fato se deve à velocidade de crescimento diferenciada entre grupos sucessionais. Neste sentido, a escolha de fertilizante muito solúvel, pouco solúvel e os de liberação controlada deve ser analisada previamente. De modo geral, os muito solúveis serão recomendados para o estabelecimento inicial de espécies pioneiras e os demais, para não pioneiras e para manutenção do crescimento para todos os grupos sucessionais.

Em virtude da elevada diversidade de espécies encontradas na Mata Atlântica e como não há fertilizantes específicos para espécies florestais nativas, têm sido utilizadas diferentes formulações genéricas no plantio de mudas na restauração florestal. Pela escassez de estudos, atualmente as recomendações são realizadas dentro de certo empirismo, adaptando os conhecimentos desenvolvidos para espécies perenes exóticas, como o eucalipto e o pinus, e o amplo conhecimento de manejo do solo e de áreas degradadas. Maiores informações sobre a fertilização das espécies arbóreas nativas e a amostragem do solo podem ser obtidas no capítulo 6.

8. PLANTIO DE MUDAS

O sucesso do estabelecimento inicial das mudas pós-plantio depende das suas qualidades morfológica, fisiológica e sanitária, como também da execução adequada dos tratamentos silviculturais. Diante disso, é de suma importância atentar-se para a origem das mudas, se são produzidas em viveiros que controlam sua qualidade

em todas as fases de produção e se os procedimentos operacionais pré e pós-plantio estão corretamente definidos e a equipe de campo treinada para executá-los.

O plantio das mudas pode ser feito de maneira manual (Figura 4) ou semi-mecanizada, sendo este último recomendado em áreas planas que permitam a mecanização e quando as mudas são produzidas em tubetes. O plantio manual pode ser realizado diretamente no solo, pelo funcionário, ou por meio do uso de uma plantadeira manual. A plantadeira tem como vantagens o maior rendimento operacional e uma postura melhor para o funcionário, pois ele trabalha em pé, sem a necessidade de ficar agachando para o plantio da muda (NBL, 2013).

O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, sendo o período de outubro a dezembro o mais recomendado para várias regiões do estado de Minas Gerais. Caso contrário, faz-se necessário irrigar as mudas, para que não haja uma elevada taxa de mortalidade. A aplicação de irrigação é um processo que requer planejamento prévio, disponibilidade de água, equipamentos para transporte e aplicação e demanda mão de obra, conseqüentemente o investimento nessa atividade irá impactar os custos da operação de plantio. Sendo assim, o ideal é se planejar para realizar o plantio no início das chuvas.

Vários estudos têm demonstrado a influência positiva do uso do gel no plantio de espécies florestais nativas e exóticas (BARBOSA et al., 2013; MONTEIRO, 2014; NAVROSKI et al., 2015; FELIPPE et al., 2016). Trata-se de um gel condicionador de umidade que deve ser hidratado antes de ser colocado no solo com a muda. O hidrogel tem a função de reter a água da chuva ou irrigação e liberá-la de maneira gradativa para a planta, favorecendo a eficácia da irrigação e reduzindo o número de falhas (BUZETTO; BIZON, 2002). No entanto, as pesquisas com uso do gel nos plantios de restauração ainda são incipientes e não há resultados que comprovem sua eficácia. Dessa forma, recomenda-se realizar o plantio no início do período chuvoso, para evitar perda causada pelo déficit hídrico em períodos de veranico.



Figura 4

Detalhes do plantio de mudas de forma manual (A) e por meio do uso de plantadeira (B), (C) e (D) na restauração ecológica.

Fonte: Gleica Cândido Santos.

9. BIOLOGIA E CONTROLE DE FORMIGAS-CORTADEIRAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

9.1 Importância e comportamento daninho

As formigas-cortadeiras pertencem à ordem Hymenoptera, família Formicidae. São insetos mastigadores e se desenvolvem por holometabolismo (ovo-larva-pupa) (ZANETTI, 2014). Caracterizam-se por cortar materiais vegetais como folhas,

flores, galhos finos e sementes, picotá-los em partículas pequenas e inoculá-los em uma colônia de fungos que cultivam no interior de seus ninhos, para alimentação (VILELA et al., 2008).

Esse comportamento daninho, aliado ao difícil controle, contribuiu para que elas se tornassem pragas importantes nas Américas. Elas ocorrem na região Neotropical, desde o sul dos Estados Unidos e em toda a América Central e do Sul, exceto a oeste da Cordilheira dos Andes e ao sul da Argentina (DELABIE et al., 2011). No Brasil é uma das principais pragas, capaz de impedir a formação da maioria dos cultivos ou o plantio de mudas de espécies arbóreas.

A injúria provocada pelas formigas-cortadeiras consiste em um corte em meia-lua na borda da folha. Em alguns casos, pode provocar a desfolha completa da planta, inviabilizando qualquer projeto de restauração florestal ou recuperação de áreas degradadas (BOTELHO et al., 2015). Seu controle consome mais tempo e maiores gastos que na maioria dos projetos que envolvem o manejo integrado de pragas (MIP) (ANJOS et al., 1998). Por causarem prejuízos em quase todas as plantas cultivadas, de todas as idades e em todas as épocas do ano, e por apresentarem elevado número de colônias por área e de indivíduos por colônia, além de elevada capacidade de proliferação, sem regressão natural de controle, elas devem ser eliminadas no início de qualquer empreendimento que envolve o uso de vegetais.

9.2 Principais grupos

As formigas-cortadeiras pertencem à tribo Attini e estão distribuídas em 12 gêneros, sendo os mais importantes *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), com 12 e 27 espécies, respectivamente. A principal diferença morfológica entre elas é a ocorrência de três pares de espinhos no dorso nas saúvas e quatro ou cinco nas quenquéns (BRANDÃO et al., 2011) (Figura 5).

As espécies de *Atta* são maiores e têm maior importância, uma vez que seus ninhos têm um contingente muito mais expressivo de indivíduos, podendo variar de 3 a 6 milhões, enquanto em *Acromyrmex* é de cerca de 175.000. Com isso, os ninhos de saúva são maiores (Figura 6), mais profundos e visíveis, com sede aparente (monte de terra solta), o que não ocorre com quenquenzeiros, onde, às vezes, a visualização do ninho se resume a pequenos orifícios no solo (ZANETTI, 2014).

A preferência alimentar também é distinta entre os gêneros. Enquanto as quenquéns preferem folhas jovens, mudas e brotações, as saúvas não têm qualquer distinção com relação à idade da planta.

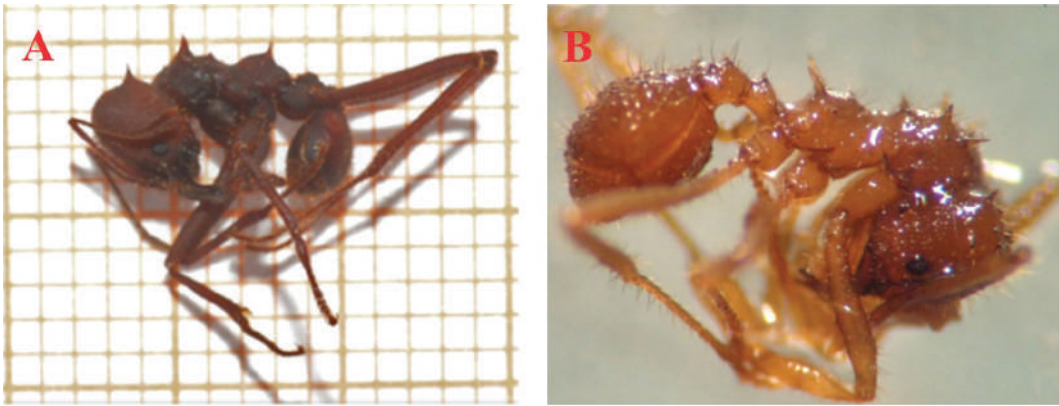


Figura 5

Detalhes das formigas-cortadeiras *Atta* (saúvas) (A) e *Acromyrmex* (quenquéns) (B).

Fonte: Paula Alves Oliveira.



Figura 6

Detalhes dos ninhos das formigas-cortadeiras *Atta* (saúvas) (A) e *Acromyrmex* (quenquéns) (B).

Fonte: Paula Alves Oliveira.

9.3 Características biológicas

As formigas-cortadeiras são eusociais, ou seja, apresentam superposição de gerações, cuidados com a prole e diferentes formas (polimorfismo), que desempenham funções distintas (polietismo). Suas castas são divididas conforme o tamanho dos indivíduos, a presença ou não de asas e as atividades que desempenham. Assim, as castas temporárias são formadas pelos indivíduos alados fêmeas (tanajuras ou içás) e machos (bitus). As primeiras, depois de perderem as asas e terem sucesso na fundação de uma nova colônia, passam a ser consideradas permanentes. Juntam-se a elas as operárias, que procuram as plantas adequadas, cortam e transportam os materiais vegetais para dentro do ninho; os soldados, que têm função de defesa; e as jardineiras, que cultivam os jardins de fungos e cuidam da prole e da limpeza da colônia (DANIVAL, et al., 2011). Os machos morrem após a cópula ou são predados por inimigos naturais, especialmente os pássaros.

Um formigueiro é considerado adulto no terceiro ano após a sua fundação. Ou seja, é nessa ocasião que ocorre a primeira revoada, o que, a partir daí, acontece todos os anos, até a morte da rainha, normalmente em dias ensolarados, após períodos chuvosos. Para evitar o encontro de indivíduos oriundos do mesmo ninho, os bitus saem primeiro. Cerca de meia hora depois saem as tanajuras, numa proporção de uma fêmea para cinco machos, ou seja, na ocasião de uma revoada, de um saueiro saem cerca de 2.900 tanajuras e 14.250 bitus (MARINHO et al., 2011).

Antes da saída para o voo nupcial, as fêmeas coletam e armazenam um pedaço do fungo em sua cavidade infrabucal. A cópula se dá em pleno voo, com cerca de oito machos, em um período de até uma hora. Após estar abastecida de espermatozoides, a tanajura desce ao solo, livra-se das asas e inicia a escavação. Dentro de 6 a 8 horas, forma a panela inicial, e logo em seguida regurgita o pedaço de fungo e começa a oviposição, que servirá para gerar as suas proles e para a sua própria nutrição (óvulos). Após 100 dias as formigas abrem o seu primeiro olheiro, e ao final de três anos, ocasião da primeira revoada, pode haver mais de 1.000 deles (ARAÚJO et al., 2011b).

9.4 Características dos ninhos

Um saueiro é composto por uma sede aparente, facilmente reconhecível por um monte de terra solta, formado pela escavação na fundação do ninho, podendo ter até 300 m² de terra solta, enquanto um quenquenzeiros raramente passa de 1 m² (ZANETTI, 2014). Um saueiro apresenta milhares de olheiros (orifícios no

solo), sendo um deles usado para a entrada do material forrageado, o olheiro de alimentação. Contém, ainda, dezenas ou centenas de painéis ou câmaras ativas que podem alojar a rainha, os jardins de fungo ou os berçários. Além disso, apresenta câmaras para o armazenamento de substratos exauridos do fungo, formigas infectadas ou mortas (painéis de lixo), bem como painéis vazios a serem ocupadas. As câmaras são ligadas entre si por canais ou túneis que se comunicam com o exterior. Partindo do olheiro de alimentação, são perceptíveis, na parte externa dos saúveiros, as trilhas ou os carreiros que levam até os vegetais escolhidos para o forrageamento (ANJOS et al. 1998).

9.5 Forrageamento

Ao forragearem, as operárias cortam e transportam o material vegetal para dentro do ninho. Nessa fase, destaca-se a capacidade de comunicação química entre as formigas- cortadeiras, em que algumas operárias (escoteiras), após encontrarem o vegetal adequado, voltam ao ninho, marcando uma trilha química para mostrar o caminho a ser seguido pelas demais. Esses compostos são conhecidos como feromônio marcador de trilhas (VIANA-BAILEZ et al., 2011).

Após a inspeção das jardineiras, o material vegetal pode ser recusado e devolvido ao exterior, ou alocado nas painéis de lixo. Se aceito, é transportado para as câmaras de fungo, repicado e inoculado, para servir de substrato para o seu crescimento. Suas hifas servem alimento para larvas e adultos de toda a colônia.

Normalmente a distância de forrageamento é de até 300 metros. A escolha do vegetal depende da presença de compostos secundários tóxicos ou que reduzam as propriedades nutritivas para o fungo. Ela também é afetada pelo teor de umidade, pela textura e esclerotização das folhas e pelos mecanismos físicos de defesa da planta, como ceras, pelos, látex, resinas e espinhos, além da idade da folha. A sazonalidade (estações climáticas), a hora do dia e a época da revoada, bem como o tamanho, o nível de atividade e o vigor da colônia, também podem afetar o forrageamento (RIBEIRO; MARINHO, 2011).

9.6 Táticas de controle

O controle de formigas-cortadeiras é fundamental para o sucesso de projetos de restauração ambiental ou recuperação de áreas degradadas. Elas são fator limitante para o estabelecimento da maioria dos vegetais utilizados, seja via sementes seja via mudas, causando perdas diretas pela morte ou redução no crescimento em razão das desfolhas.

Na ocasião da implantação de qualquer cultura ou projetos de restauração de ecossistemas ou recuperação de áreas degradadas, as formigas-cortadeiras são consideradas pragas severas, ou seja, seu nível de equilíbrio está acima do limiar de dano econômico (ZANETTI, 2014). Isso significa que elas devem ser eliminadas do local de implantação e arredores.

Para um controle efetivo, é preciso eliminar a rainha, afetar as jardineiras ou contaminar o fungo. Para tanto, é necessário ter conhecimento da longevidade de cada uma das castas. As rainhas vivem em média 15 anos, os soldados 1 ano, as operárias 4 meses e as jardineiras de 1 a 2 meses. Assim, a eliminação da rainha provoca desordem no formigueiro, não havendo mais atividades de forrageamento. A eliminação das jardineiras ou a contaminação do fungo também afeta a nutrição, pois em pouco não haverá mais alimento disponível na colônia e, aos poucos, todas as castas, inclusive as formas imaturas, vão morrendo (DANIVAL et al., 2011).

Para as saúvas, normalmente o combate é localizado, pelo fato dos ninhos serem muito visíveis, pela presença de terra solta. De qualquer forma, deve-se desenvolver práticas de manejo que visem preservar e incrementar os fatores de mortalidade natural, integrando o máximo de táticas possíveis de forma harmoniosa, dentro de preceitos econômicos, sociais e ambientais.

9.6.1 Controle físico

Consiste no uso de práticas simples, como o uso do fogo, entre outras mais sofisticadas manipuladas pelo homem. O fogo já foi utilizado para a eliminação de formigueiros superficiais, como os de algumas espécies de quenquéns, e para a limpeza da área, visando facilitar a visualização dos formigueiros para o combate localizado. No entanto, devido os efeitos deletérios do fogo no ambiente, essa técnica deve ser evitada (OLIVEIRA et al., 2011).

9.6.2 Controle mecânico

Consiste na escavação da colônia e na destruição da rainha. Como a maioria dos exemplos desse tipo de controle, esse também é empírico. Ele só é viável até quatro meses da fundação do formigueiro, quando este ainda não ultrapassou 40 cm de profundidade, ou quando a área é pequena, ou seja, em pequena escala. Além disso, nunca deve ser feito logo após a revoada, pois poucas rainhas terão sucesso na formação de um futuro formigueiro adulto (CARRANO-MOREIRA, 2014).

A colocação de barreiras para o isolamento também é um método mecânico, mas só é viável se houver poucas plantas a serem protegidas. Podem ser usados pneus velhos partidos ao meio, protetores plásticos na base das mudas ou adesivos aplicados no caule das plantas (ZANETTI, 2014).

9.6.3 Controle cultural

O preparo do solo pode eliminar formigueiros pequenos, esmagando a rainha, ou expondo-a a predadores.

Plantas como gergelim, capim-braquiarião, mamona ou batata-doce podem ser usadas como culturas armadilhas. Alocadas nas bordaduras, essas servem como alimento alternativo e é capaz de exercer efeito tóxico ou repelente para as formigas-cortadeiras (ZANETTI, 2014).

Uma adubação adequada pode aumentar a capacidade da planta de resistir ou se recuperar de danos provocados pelas formigas-cortadeiras. Mas, sem dúvida, a forma mais efetiva é a manutenção do solo coberto com vegetação. É notória a preferência por áreas desnudas na ocasião do pouso das tanajuras, a fim de iniciar suas colônias. A manutenção da heterogeneidade estrutural com maior diversidade vegetativa contribui, ainda, para a nidificação de pássaros, os principais inimigos naturais das formigas-cortadeiras, especialmente na ocasião da revoada.

9.6.4 Controle por resistência

Consiste em utilizar espécies que possuam mecanismos genéticos capazes de diminuir os estragos causados pelos insetos, quando comparados com os de outras plantas, sob as mesmas condições ambientais. É notória a capacidade das formigas em selecionar os vegetais que vão cortar e transportar para o interior de suas colônias.

Existem três mecanismos de resistência. A tolerância, que é a capacidade de regenerar ou suportar o ataque dos insetos; a antixenose, caracterizada pela não preferência para alimentação, oviposição ou abrigo; e a antibiose, quando provoca algum efeito adverso sobre o ciclo de vida do inseto (CARRANO-MOREIRA, 2014).

No setor florestal, a resistência de plantas foi mencionada pela primeira vez por silvicultores do estado de São Paulo, que perceberam que *Corymbia citriodora* era menos atacada por formigas-cortadeiras que outras espécies (ANJOS et al.,

1998), provavelmente pela presença de pilosidade no limbo das folhas. Esse pode ser um exemplo de antixenose. Um exemplo de resistência por tolerância ocorre após o desenvolvimento das plantas em relação às formigas quenquêns. Já a antibiose está associada a produtos do metabolismo secundário, que podem atuar como substâncias tóxicas, inibindo o desenvolvimento ou a reprodução das formigas ou, ainda, afetando o balanço nutricional para o fungo.

As defesas podem ser constitutivas, quando estão sempre presentes na planta, independentemente da ocorrência de injúrias, ou induzidas, quando produzidas em resposta ao corte das folhas (excitadores de resistência) (CARRANO-MOREIRA, 2014), por exemplo, produção de jasmonados e salicilatos. Algumas espécies florestais como o jatobá, a embaúba e a aroeira são imunes ao ataque de formigas-cortadeiras.

9.6.5 Controle biológico

As técnicas de controle biológico para formigas-cortadeiras são incipientes, exceto na ocasião da revoada. As aves não acabam com as colônias de formigas-cortadeiras, mas contribuem para a formação de outras novas (ANJOS et al., 1998). Apenas 0,0005% das tanajuras tem sucesso e consegue fundar novas colônias. Isso representa, em média, 1,5 fêmea por formigueiro, ou seja, três em cada 6.000. A maioria é predada no voo, por pássaros, ou, ao caírem no solo, por sapos e lagartos, ou ainda morrem devido a doenças, especialmente provocadas por fungos.

O uso de fungos entomopatogênicos pode não ser eficiente para formigueiros grandes, pois as jardineiras isolam as formigas contaminadas nas panelas de lixo (LACERDA et al., 2011), e se não atingirem a rainha provocam a paralização temporária do formigueiro (amuamento).

Vale ressaltar, ainda, a ação de predadores da rainha, como tatus, tamanduás e besouros do gênero *Canthon* (Coleoptera Scarabaeidae) (ARAÚJO et al., 2011a) e de moscas parasitoides da família Phoridae (BRAGANÇA, 2011). Essas ovipositam na cabeça de operárias e soldados quando estão nas trilhas. Elas não são eficientes para o controle de formigas, mas a sua presença em abundância pode atenuar a voracidade no forrageamento.

9.6.6. Controle químico

Consiste no uso de substâncias químicas, os formicidas, para o controle das formigas-cortadeiras. Existem diversas formulações e métodos de controle. Na maioria deles é necessário encontrar o formigueiro para proceder o combate. Esse método de controle tem sido o mais utilizado nos projetos de restauração, devido a fatores diversos, como eficiência e facilidade de aplicação, associadas à disponibilidade no mercado de produtos específicos para este fim.

a) Controle com pós secos

São formulações em que o princípio ativo (1 a 10%) vem misturado em um pó inerte, geralmente talco ou argila (CARRANO-MOREIRA, 2014). Apresentam baixa concentração, são baratas e de fácil aplicação, mas têm eficiência limitada para formigueiros grandes, que podem ficar amuados por um tempo e voltar à atividade. A aplicação é feita insuflando-se o pó para dentro do formigueiro, por meio de polvilhadeiras, na dosagem de 10 g/m² de terra solta de saueiro e a mesma dose para quenquenzeiros. O pó age por contato e tem maior eficiência quando aplicado em solo seco, pois, caso contrário, pode aderir às paredes do formigueiro e ter sua mobilidade dificultada (BOTELHO et al., 2015). Os pós secos exigem maior mão de obra que os demais, muitas vezes onerando o custo do controle.

b) Controle com iscas formicidas

São formulações em que o ingrediente ativo vem misturado a atrativos, geralmente rejeitos peletizados de indústrias cítricas, como a polpa desidratada de laranjas. Esta exerce grande atratividade, especialmente nas formigas que se alimentam de dicotiledôneas.

O uso de isca formicidas consiste no método mais prático e econômico, pois tem o melhor rendimento operacional. É compatível com outros métodos, podendo ser usado em qualquer fase dos empreendimentos que envolvem vegetais. Tem ação direta sobre as jardineiras e o fungo. A morte das jardineiras impede o cultivo do fungo, e a contaminação deste afeta toda a população que depende de sua alimentação.

As iscas apresentam baixos riscos aos aplicadores e ao meio ambiente. Isso se deve à pequena quantidade de princípio ativo utilizado por área tratada e ao pouco tempo de exposição à fauna, pois, se aplicadas de maneira correta, são rapidamente

carregadas pelas formigas para o interior dos formigueiros. Normalmente, suas formulações contêm 0,3 a 0,45% de princípio ativo, principalmente a sulfluramida ou o fipronil. A isca carregada para o interior da colônia vai liberando o inseticida à medida que as operárias maceram e insalivam o produto (CARRANO-MOREIRA, 2014).

Para o controle eficiente, há necessidade de cálculo da área de terra solta, que pode ser obtida pela multiplicação do maior comprimento pela maior largura. Então, conforme recomendação do fabricante, aplicam-se de 6 a 10 g/m² de terra solta. Após o cálculo da quantidade, a isca deve ser alocada ao lado do olheiro de alimentação em terra firme, ou ao lado da trilha, se estiverem forrageando.

Entre três e dez dias após o carregamento da isca para o interior do ninho, inicia-se a contaminação do formigueiro, com a paralisação do corte, desorganização interna do formigueiro e elevada mortalidade de jardineiras, operárias e soldados. Com um mês observa-se pouca movimentação de formigas circulando pelos olheiros, e com 60 dias já não há mais atividade no formigueiro, estando totalmente controlado entre 90 e 150 dias. Para quenquenzeiros, a recomendação pode variar de 10 a 30 g, de acordo com o fabricante.

Para o combate de quenquéns já existe no mercado a super-micro-isca, com granulometria menor e mais adequada para o tamanho dessas formigas-cortadeiras.

O uso de porta-iscas é uma prática antiga e apresenta diversas vantagens técnicas, ecológicas e econômicas. Sua principal função é prolongar a vida útil das iscas, especialmente em relação à absorção de umidade. Martins (2013) sugeriu um modelo simples e efetivo para a disposição das iscas. Por outro lado, pequenas embalagens como os micro-porta-iscas (MIPIS), apresentadas com capacidade para 5 ou 10 g, podem proporcionar maior rendimento da operação, uma vez que não há necessidade de encontrar o formigueiro. Assim, pode ser indicada para o combate sistemático em locais onde a presença da cobertura vegetal dificulta a visualização dos ninhos, especialmente para as quenquéns ou em épocas com maior frequência de chuvas. As embalagens, atualmente biodegradáveis, conservam a isca da ação da umidade e, dependendo da precipitação, podem durar até 30 dias.

c) Controle com termonebulizadores

Consiste no uso de termonebulizadores, que podem funcionar com um motor de dois tempos a gasolina, por uma turbina ou a gás (CARRANO-MOREIRA et al., 2014). O formicida, solução termonebulígena à base, principalmente, de fosforados

ou piretroides, é apresentado na forma líquida, e ao ser conduzido a uma câmara de aquecimento, o queimador, transforma-se em fumaça. Esta é direcionada por um cano inserido nos olheiros e, por ser mais densa que o ar, penetra através dos canais e atinge todas as painéis do formigueiro (ANJOS et al., 1998). À medida que a aplicação é feita, a fumaça é facilmente perceptível saindo por outros olheiros, que devem ser imediatamente vedados. Assim, para uma operação bem feita, há necessidade de pelo menos um auxiliar. Proceda-se dessa forma até que a fumaça retorne pelo olheiro em que está sendo aplicado o formicida. Nesse momento, o cano de aplicação é retirado e esse olheiro é também vedado. Se houver mais olheiros na proximidade, nos quais porventura não tenha sido observada a saída de fumaça, o procedimento deve ser repetido da mesma forma, até que todos os olheiros sejam tratados.

A termonebulização é uma técnica altamente eficiente, pois age por contato e ingestão. Assim, mesmo que algumas formigas não tenham sido atingidas, elas certamente morrerão ao se alimentar do fungo contaminado. Esse método proporciona a paralisação imediata das atividades do formigueiro (ZANETTI, 2014).

Outra vantagem da termonebulização é a possibilidade de uso em qualquer época do ano e em qualquer tipo de terreno. Além disso, não há necessidade de medição do formigueiro, pois a dosagem consiste na saturação do formigueiro e é dependente do seu tamanho (ZANETTI, 2014). Desta forma, não há desperdício do formicida. É especialmente indicada para formigueiros de grandes dimensões ou quando se deseja fazer o controle das formigas em dias chuvosos ou em terrenos encharcados.

Como principais limitações da termonebulização, podem ser citados o baixo rendimento, o alto custo de aquisição do equipamento, a dificuldade de transporte, a manutenção das peças e os riscos de acidentes, principalmente pela inalação da fumaça ou pela exposição aos ruídos provocados pelo funcionamento do motor. Por isso, o uso de equipamentos de proteção individual é recomendado.

9.7 Etapas do controle

9.7.1 Controle inicial (pré-plantio)

O controle inicial deve ser feito cerca de 45 a 60 dias do plantio (ZANETTI, 2014). Devido à facilidade de visualização, o controle de formigueiros grandes deve ser feito antes de qualquer intervenção, por exemplo, o preparo de solo. Recomenda-

se o uso de iscas ou termonebulizadores. Esse controle visa deixar a área livre das formigas, ou com mínimos índices de infestação na ocasião do plantio. É feito localizado para saúvas e sistemático para quenquéns.

9.7.2 Controle no plantio

A herbivoria na fase do plantio pode inviabilizar os projetos de restauração ou recuperação de áreas degradadas (BOTELHO et al., 2015). Assim, todos os sauveiros e quenquenzeiros devem ser eliminados da área e dos arredores. Recomenda-se o uso de iscas formicidas. Qualquer formigueiro que por ventura não foi tratado na fase anterior deve ser, imediatamente, eliminado.

9.7.3 Repasse (pós-plantio)

Alguns formigueiros podem ter escapado dos combates feitos nas etapas anteriores. Neste caso, provavelmente, são pequenos e podem ser tratados com pós secos, pois as iscas não paralisam os formigueiros rapidamente (ZANETTI, 2014). Devem ser feitos dois repasses, um aos cinco dias e outro aos 45 dias após o plantio. Pelo fato de as mudas ou indivíduos regenerantes estarem jovens, a presença de formigas-cortadeiras pode causar danos significativos e irreversíveis nas plantas, inviabilizando o projeto.

9.7.4 Manutenção e monitoramento

Nesta fase a herbivoria pode ser tolerada. A eliminação completa dos formigueiros nas etapas iniciais é fundamental para que isso possa ocorrer. A presença de formigueiros pequenos e médios pode exercer funções ecológicas importantes, como incorporação de matéria orgânica no solo (SOUTO; STERNBERG, 2011), servir de alimento para a fauna insetívora (ARAÚJO et al., 2011a) ou, ainda, contribuir para a dispersão de sementes (LEAL et al., 2011; BRANCALION et al., 2015).

Os combates, especialmente com iscas, devem ser concentrados nas épocas mais secas do ano, pois nessas ocasiões as formigas apresentam maior atividade forrageira. Em todas as fases, recomenda-se intervenção nas áreas vizinhas.

A partir do terceiro ano o combate é determinado pelo monitoramento, após caminhamento em toda a área. São eliminados apenas os sauveiros grandes e se forem constatados danos às mudas ou aos indivíduos regenerantes. Podem ser

utilizadas iscas ou termonebulizadores. O combate é feito de acordo com os níveis de infestação e executado somente se for realmente necessário.

10. CONTROLE DA MATOCOMPETIÇÃO

As plantas consideradas competidoras podem competir com as mudas plantadas ou com a regeneração natural por fatores como água, nutrientes, luz e espaço, influenciando negativamente o desenvolvimento das espécies de interesse. Além disso, essas espécies podem conter substâncias alelopáticas que inibem o crescimento das espécies nativas e podem promover um sombreamento excessivo, impedindo a germinação de semente e/ou o desenvolvimento de espécies menos tolerantes a sombras (SILVA et al., 2009; NBL, 2013). Essa competição será estabelecida quando um dos recursos não for suficiente para atender às necessidades das plantas que habitam o ambiente, limitando o desenvolvimento das plantas envolvidas no processo (MARCIEL et al., 2011).

A maioria das áreas a serem restauradas é composta por pastagens de gramíneas africanas desativadas, em razão de conflitos com a legislação ambiental vigente. Após o abandono da atividade pecuária, as gramíneas apresentam rapidamente uma elevada cobertura e biomassa, passando a competir com as espécies nativas naturais ou plantadas, o que reduz o crescimento e eleva a taxa de mortalidade (SILVA et al., 2009; NBL, 2013; RESENDE; LELIS, 2017). Além disso, atuam como impedimento físico, inibindo ou reduzindo a dispersão e germinação de sementes, ou seja, funcionam como filtro ou barreira ecológica que restringe a regeneração natural das espécies nativas, mesmo em áreas onde há chegada de sementes (BRANCALION et al., 2015) ou que exista um banco de sementes. Sendo assim, o controle das plantas competidoras, principalmente as gramíneas exóticas com potencial invasor, deve ser realizado já no início das atividades da restauração florestal, para eliminar ou reduzir a competição com as sementes do solo, com a regeneração natural e com as mudas utilizadas no plantio (BRANCALION et al., 2015).

Portanto, o adequado controle das plantas competidoras desde o início das atividades de restauração é de fundamental importância para o sucesso do estabelecimento e desenvolvimento das plantas nessas áreas. Esse controle pode ser realizado por meio de diferentes métodos, conforme detalhado a seguir.

a) Controle mecânico

O controle mecânico engloba as práticas de arranquio, capina e roçada, que podem ser realizadas de maneira manual ou mecanizada (SILVA et al., 2009; SANTOS, 2016). Na capina com enxada, geralmente o resultado é mais duradouro que na roçada, porém seu rendimento operacional é muito baixo, o que onera de forma significativa o projeto de restauração, já que os valores da mão de obra são bem elevados, por isso seu uso não é recomendado em área total, e sim nas linhas de plantios na forma de faixas ou coroamento (Figura 7). Por outro lado, a roçada tem rendimento operacional superior, porém há necessidade de mais intervenções. No controle mecânico com uso de roçadeira é fundamental que o operador da roçadeira seja bem treinado, para evitar perdas de mudas durante a roçada, nas áreas onde a competidora atinge grande cobertura (Figura 7).

Nos plantios de restauração florestal em áreas de pastagens desativadas na região norte de Minas Gerais, em áreas do bioma Mata Atlântica, normalmente são realizadas quatro roçadas por ano. Segundo Fontes e Gonçalves (2009), para melhor eficiência do controle mecânico das plantas competidoras, ele deve ser realizado desde a fase que antecede o plantio das mudas até a sua fase produtiva, ou seu pleno estabelecimento das plantas no local.

Em geral, por causa dos elevados custos com mão de obra, tem-se optado, nos plantios destinados à restauração florestal no bioma Mata Atlântica, pelo uso de capina ou roçada na forma de coroamento ao redor das mudas, com raio variando de 40 a 100 cm (FRANÇA JUNIOR, 2013; BOTELHO et al., 2015; RESENDE; LELIS, 2017). No entanto Santos (2016), avaliando cinco diferentes estratégias para controle de populações de braquiária em área de restauração florestal no município de Bom Jardim, RJ, verificou que no tratamento de controle dessas plantas pela capina e roçada as mudas de espécies florestais utilizadas apresentaram menor crescimento, quando comparadas com as obtidas por meio de outros métodos de controle, como o químico e o cultural. Já Maciel et al. (2011) constataram que o controle de plantas daninhas praticado pela capina em forma de coroamento com 200 cm de diâmetro foi o tratamento que proporcionou melhor desenvolvimento das mudas das espécies florestais nativas aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e ingá (*Inga fagifolia* Willd), em Paraguaçu Paulista, SP.

César et al. (2013), avaliando a eficiência do uso de crotalaria e abóbora nas entrelinhas do plantio de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica no controle da braquiária em área em restauração no estado de São Paulo, associado ao uso



Figura 7

Detalhes da matocompetição ao redor da planta (A), capina em forma de coroa com uso de enxada (B), roçadeira (C) e perda de mudas (D) durante atividades de controle da matocompetição na restauração ecológica.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

de herbicida e roçada antes da sementeira das espécies de cobertura, constataram que os tratamentos associados ao uso de herbicida foram mais eficazes na redução da cobertura de braquiária. Os autores ressaltaram ainda que as avaliações do segundo até a o quarto mês de monitoramento mostraram que os tratamentos com a realização de roçada antes da sementeira apresentaram valores médios de cobertura de braquiária de 75%, enquanto os tratamentos com uso de herbicida seguido de sementeira resultaram em valores de cobertura da gramínea de apenas 21,25%.

A ineficiência no controle da braquiária pela roçada ou corte pode ser justificada pelo fato de os indivíduos dessa gramínea invasora não morrerem após o corte da parte aérea, causando-lhes apenas injúrias, e pouco tempo após esse processo toda sua biomassa se restabelece, passando a competir novamente com as mudas utilizadas no plantio ou com a regeneração natural do local. As gramíneas tropicais desenvolveram estratégias adaptativas para resistir à herbivoria e ao pastoreio ao longo de sua trajetória evolutiva (COUGHENOUR, 1985). Consequentemente, a roçada de braquiária pode apenas podar, em vez de matar indivíduos. Desta forma, se a roçada for usada como estratégia para o controle de gramíneas em plantios de restauração, a frequência de intervenção deve ser aumentada para evitar que indivíduos de braquiária obtenham biomassa suficiente para competir com mudas das espécies arbóreas (CÉSAR et al., 2013).

Neste sentido, tem sido recomendado, para as áreas com alta infestação de braquiária ou capim-colonião, realizar de cinco a oito roçadas até os três anos após o plantio, a depender da qualidade do sítio e do espaçamento adotado (RESENDE; LELIS, 2017). Outro ponto relevante a se destacar é o alto custo para a execução dessas técnicas, o que consequentemente onera de forma significativa os projetos de restauração na Mata Atlântica. Segundo Leles et al. (2015), a manutenção do controle de plantas competidoras em reflorestamento para fins de restauração da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro por um período de dois anos após o plantio das mudas tem um custo médio que pode variar de R\$ 4.000,00 a R\$ 8.000,00, a depender da espécie de gramínea existente na matriz da vegetação, do espaçamento de plantio e do clima local. Já de acordo com Rodrigues et al. (2011), os custos de restauração no Brasil são geralmente superiores a 5.000 US\$ ha⁻¹.

Portanto, convém destacar que os custos com controle da matocompetição representam parcela significativa dos valores gastos nos projetos de restauração.

10.1 Controle cultural

O controle de plantas competidoras pelo método cultural consiste em adotar práticas silviculturais capazes de favorecer a espécie de interesse na competição. Dentre essas práticas destacam-se a seleção de espécies adequadas à área que será restaurada, o emprego de coberturas verdes, a adoção do espaçamento de plantio mais adensado e o uso da fertilização dirigida (FONTES; GONÇALVES, 2009; RESENDE; LELES, 2017), além do ritmo de crescimento, grupo funcional e arquitetura de copa das espécies utilizadas no plantio. Daí a importância de

selecionar as espécies em grupos funcionais de diversidade e preenchimento. De acordo com esses autores, o plantio de espécies nativas que possuem rápido crescimento é uma estratégia que pode ser mais eficaz e menos onerosa no controle das plantas infestantes nos plantios de restauração florestal (RESENDE; LELES, 2017). Como a maioria das áreas a serem restauradas é de pastagens desativadas de gramíneas africanas, plantas C4, exigentes em luz, o plantio de espécies herbáceas ou arbustivas de rápido crescimento, principalmente daquelas que crescem de forma rasteira, formando uma cobertura no solo, tem se mostrado uma prática de controle cultural bastante eficiente (Figura 8).



Figura 8

Detalhes do uso de plantio de espécies de adubo verde no controle da braquiária (A) e (B) e a grande produção de serapilheira das leguminosas, formando uma camada espessa que contribui para o estabelecimento inicial das espécies arbóreas (C) e (D) na restauração ecológica em áreas de pastagens abandonadas na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

As espécies de cobertura, ao forrar o solo, impedem a germinação das sementes das plantas indesejadas e retardam o crescimento das espécies que se propagam vegetativamente, pois se comportam como uma barreira física, além de inibir a incidência de luz, dificultando, assim, o desenvolvimento das espécies infestantes. Nesse sentido, vale salientar as vantagens de se utilizar espécies leguminosas, como feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), crotalárias (*Crotalaria spp.*), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.), *estilosantes* (*Stylosanthes spp.*) e feijão-de-corda (*Vigna spp.*), que podem atuar tanto como cobertura quanto como adubos verdes, pelo fato de essas espécies serem capazes de se associar com as bactérias fixadoras de nitrogênio (LELES et al., 2017). Além de reduzir a competição pelas plantas daninhas, o uso de adubos verdes promove a melhoria das condições físico-químicas do solo em médio e longo prazo e pode favorecer o crescimento e o desenvolvimento das espécies plantadas na área (FERREIRA et al., 2016; SANTOS, 2016).

Chauvet (2017), avaliando o uso de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em plantio puro e associado a dois arranjos de sistema agroflorestal com culturas anuais ou semiperenes, o feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Hunth) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), na implantação de Reserva Legal em área de pastagem degradada em Couto Magalhães, MG, constatou que o arranjo da aroeira, do feijão-guandu e da mandioca permitiu um excelente controle de herbáceas invasoras. Porém, na fase inicial limitou o desenvolvimento da regeneração arbustiva-arbórea. Já o arranjo com aroeira e feijão-guandu controlou a invasão de *Urochloa decumbens* e permitiu o surgimento da regeneração natural desde o início.

O uso de adubos verdes em áreas de restauração florestal tem sido amplamente demonstrado (MOREIRA, 2004; ALVES; SOUZA, 2008; BELTRAME; RODRIGUES, 2008; LONGO et al., 2011; NOGUEIRA et al., 2012) como forma eficaz de promover a cobertura do solo e reduzir a densidade da planta competidora pela cobertura do solo formada pela espécie de adubação verde e de promover a redução da cobertura e biomassa das espécies competidoras nas áreas em restauração, favorecendo, assim, a chegada e o estabelecimento das espécies desejáveis nas áreas em restauração.

10.2 Controle químico

O controle químico consiste na aplicação de herbicidas, e sua principal vantagem é a alta eficácia aliada ao baixo custo, em razão do alto rendimento operacional (FONTES; GONÇALVES, 2009; MACHADO et al., 2012; BRANCALION et al., 2015). Vale salientar que se trata de uma técnica que necessita de vários cuidados, pois, como são substâncias químicas tóxicas, é de extrema relevância que todas as indicações dos fabricantes sejam seguidas e que todas as precauções sejam tomadas, para evitar danos ao meio ambiente e ao ser humano.

O uso de herbicidas no controle de plantas competidoras é uma alternativa que tem se mostrado eficiente nos plantios destinados à restauração florestal (TIMOSSI et al., 2006; MARTINS, 2011; MACHADO et al., 2012), além de reduzir de forma significativa os custos de manutenção dos plantios. Dentre os herbicidas utilizados em áreas de reflorestamento, destaca-se o glifosato, que é um herbicida pós-emergente, o que facilita a operação em áreas de cultivo mínimo (TOLEDO et al., 2000).

A aplicação do glifosato pode ser feita por meio de um pulverizador costal, com um trator e uma barra de pulverização ou mangueiras de pulverização. Santos (2016), avaliando vários métodos de controle de plantas daninhas sobre o crescimento de dez espécies arbóreas nativas em uma área de restauração florestal, verificou que o tratamento com glifosato foi o mais eficaz em relação ao tempo de formação do povoamento, com um ganho de 58% no crescimento das espécies florestais, além de ser o que apresentou o menor custo de manutenção.

Herbicida sistêmico e não seletivo, o glicosato é o mais utilizado no controle de plantas daninhas nos projetos de restauração, por causa da sua eficácia sobre diversas plantas daninhas e por não apresentar poder residual no solo, pois é fortemente adsorvido pelas partículas coloidais (TOLEDO et al., 2000; AMARANTE JÚNIOR et al., 2002). No entanto, nos plantios de restauração florestal realizados pelo grupo de estudo em Restauração de Ecossistema da UFVJM, têm sido testados outros herbicidas gramínicidas pré-emergentes, como o trifluralim.

Vale destacar que como não conhecemos a tolerância da maioria das espécies florestais nativas aos herbicidas encontrados no mercado, por causa da grande diversidade de espécies existentes nos biomas brasileiros, os possíveis danos por toxicidade dos herbicidas devem ser levados em conta. Sendo assim, especial atenção deve ser dada à sua aplicação, de modo a evitar a deriva e prejudicar as plantas de interesse.

10.3 Método físico

O método físico consiste no uso de um agente físico, visando à erradicação ou redução da comunidade de plantas competidoras em uma área de plantio. Dentre os métodos de controle físico utilizado na restauração florestal, destaca-se o uso de coberturas físicas (SILVA et al., 2009), compostas por diversos materiais (*mulch*, plástico, maravalhas, serragem, sombrite, papelão, etc.) (Figura 8), capazes de impedir que a radiação luminosa chegue à superfície do solo e, portanto, que as sementes das plantas competidoras germinem.



Figura 9

Detalhes do coroamento de mudas de espécies nativas com uso de lona plástica (A), papelão (B), serragem (C) e resto de capina no abafamento de bráquiária na restauração florestal em área de pastagem desativada (D).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

Em estudos recentes tem sido proposto o uso de papelão para o coroamento de mudas em plantios de mudas, visando à restauração florestal (MARTINS et al., 2004; PALHARES, 2011; SILVA, 2015; GONÇALVES, 2016; GONÇALVES et al., 2017). De acordo com esses estudos, o papelão possui como vantagens o fato de ser um material biodegradável, possuir menor custo de manejo em relação ao coroamento manual, prevenir danos a raízes superficiais das plantas e apresentar durabilidade no campo superior a um ano.

Gonçalves (2016), avaliando a eficiência do coroamento com papelão na supressão de quatro espécies de gramíneas forrageiras comumente encontradas em áreas de reflorestamento no bioma Mata Atlântica, em sítios com dominância das espécies *Andropogon bicornis*, *Urochloa decumbens*, *Urochloa umidicola* e *Panicum maximum*, em Seropédica, RJ, constatou que o papelão se mostrou eficiente na supressão das quatro espécies de gramíneas avaliadas, pois após o período de avaliação (100 a 170 dias) praticamente não havia material vegetal vivo na área das coroas, proporcionando maior taxa de sobrevivência nos tratamentos de coroamento com papelão (80,7%), comparada com a obtida com os tratamentos de coroamento com enxada (73,1%). O autor salienta, ainda, que o coroamento com papelão diminuiu a velocidade de ressecamento do solo, mantendo maior teor de água na área da coroa, em comparação com os demais tratamentos.

Martins et al. (2004) constataram que o uso do papelão tratado com sulfato de cobre (para aumentar durabilidade) e as lonas de plástico comercial (*Spin out*) dispostas ao redor das plantas de *Bactris gasipaes* Kunth. (pupunha) condicionam maior crescimento dessas plantas, quando comparadas com aquelas que receberam coroamento de forma mecânica. De acordo com Gonçalves et al. (2017), as principais vantagens atribuídas ao uso do coroamento das mudas com papelão nos plantios destinados à restauração florestal são:

- a) facilidade e abundância desse tipo de material;
- b) eficiência do controle das competidoras;
- c) redução da temperatura do solo no entorno das mudas em dias mais quentes;
- d) conservação da umidade do solo no entorno das mudas;
- e) redução nos custos com coroamento das mudas; e
- f) facilidade na visualização das mudas no campo, reduzindo as perdas das mudas por corte durante a roçada.

O emprego de discos de papelão é capaz de reduzir em até 15°C a temperatura na camada superficial do solo (0-10 cm), quando comparado com o coroamento convencional em dias mais quentes (temperatura média superior a 35°C) (SILVA, 2015). Já Gonçalves (2016) ressalta que, além de reduzir a incidência de competidoras, o uso de papelão proporcionou uma redução significativa nos custos operacionais após o plantio, tanto pela redução da mão de obra empregada em operações de coroamento, quanto pela menor necessidade de replantio de mudas. De acordo com o autor, o custo de material e mão de obra obtido com o coroamento com papelão foi até 50% inferior ao do coroamento com enxada.

Almeida (2016) destacou a importância do uso de matéria orgânica (*mulch*) morta ao redor das mudas, que consiste na aplicação de diferentes tipos de material, seja de origem vegetal seja sintético, para a cobertura do solo, com o objetivo de dificultar a germinação e o crescimento de espécies daninhas para a cultura-alvo (GONÇALVES, 2016).

A cobertura do solo com palha ou *mulch* é considerada uma prática cultural mitigadora dos processos naturais que aumentam a eficiência do uso da água e a proteção do solo contra a ação direta dos raios solares e gotas de chuva. Dessa forma, o uso de resíduos vegetais como cobertura morta do solo promove uma barreira ao fluxo de água do solo para a atmosfera (ALLEN et al., 1998), conservando por mais tempo a umidade do solo. Outro efeito benéfico dessa prática está na oferta de nutrientes, em particular o nitrogênio (ALMEIDA et al., 2008), os quais são disponibilizados durante o processo de decomposição dos resíduos (CARVALHO et al., 2011), além de um relevante potencial de controle da vegetação espontânea reinfestante (RESENDE et al., 2005; SANTOS et al., 2008). Severino e Christoffoleti (2001) constataram que o uso da fitomassa de *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro), *Crotalaria juncea* (crotolária), *Cajanus cajan* (andú) e *Pennisetum glaucum* (milheto), quando incorporada ou na superfície do solo no controle de *Uruchroa decumbens* e *Panicum maximum*, reduziu significativamente as populações dessas plantas daninhas. Os autores ressaltaram que, dentre as espécies de cobertura avaliadas, *Pennisetum glaucum*, seguida de *Crotalaria juncea*, destacou-se como a mais eficaz na supressão de espécies daninhas, portanto essa é uma prática alternativa na composição do manejo integrado de plantas daninhas.

A cobertura morta cria também um abrigo seguro para alguns inimigos naturais, como roedores, insetos e outros pequenos animais, que são predadores de sementes e plântulas das espécies de plantas daninhas (MONQUEIRO et al., 2009).

11. MODELOS SILVICULTURAIS PARA A RECOMPOSIÇÃO DE APPs E RL

Para recompor as Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal inseridas no bioma Mata Atlântica do estado de Minas Gerais, o proprietário ou possuidor rural pode adotar alguns modelos de plantio, a fim de facilitar e favorecer o processo de restauração. Os métodos adotados devem adequar-se ao máximo aos processos naturais de sucessão. Outro ponto relevante é considerar as interferências externas do ecossistema, que fazem com que as sequências sucessionais percorram caminhos distintos (ALMEIDA, 2016).

Os métodos de recomposição das APPs permitidos pelo novo Código Florestal são a condução da regeneração natural; o plantio de espécies nativas, conjugado ou não com a condução da regeneração natural; e o plantio de espécies lenhosas perenes ou de ciclo longo, utilizando nativas de ocorrência regional intercaladas com exóticas, podendo essas ocuparem até 50% do total da área a ser recomposta, no caso de pequena propriedade ou posse familiar. A Lei nº 20.922, sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no estado de Minas Gerais, acrescentou a possibilidade de implantação de sistemas agroflorestais em até 50% da área a ser recomposta, como forma de regularização ambiental dessas áreas.

Já as áreas de RL poderão ser recompostas, de forma isolada ou consorciada, pelos métodos de regeneração natural da vegetação e plantio de espécies nativas da região, intercaladas ou não com exóticas (até 50%), para a produção de madeira e/ou frutíferas em sistemas agroflorestais (BRASIL, 2012a; MINAS GERAIS, 2013). No caso da recomposição da RL, o proprietário terá direito à exploração sustentável dos recursos da floresta.

A seleção do melhor método de recomposição tanto das APPs quanto das RLs vai depender da região em que elas estão inseridas, do grau de desmatamento, do histórico da área, do tipo de solo, do clima, da disponibilidade de mudas e sementes, das máquinas e dos implementos e dos recursos financeiros disponíveis (FERRETTI, 2002). No caso da Mata Atlântica, o conhecimento sobre a biodiversidade é fundamental para o desenvolvimento de modelos de manejo e recuperação, principalmente quando o objetivo é recompor a biodiversidade da região, uma vez que estamos tratando de um ecossistema complexo, que possui muitas interações entre elementos bióticos e abióticos (ALMEIDA, 2016).

Após a escolha do método e antes de qualquer intervenção na área, é essencial identificar os fatores de degradação. Caso eles persistam na área, torna-se necessário o seu isolamento. Dentre os fatores causadores de degradação, podem ser destacados o trânsito de animais, veículos, máquinas e implementos, a ocorrência de fogo, a extração de madeira, a caça, o desmatamento e a deriva de herbicidas (NBL, 2013). O isolamento da área pode ser feito por meio da construção de cercas e aceiros. Em regiões com alto índice de ocorrência de incêndios, a implantação de aceiros é essencial. Os métodos de restauração florestal e a forma dos plantios das mudas são discutidos no capítulo 9.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Mata Atlântica é um dos biomas que sofreu os maiores níveis de desmatamento nos últimos tempos. Assim, é de extrema necessidade a adoção de práticas que objetivam sua restauração florestal.

A escolha do espaçamento de plantio também é importante para o estabelecimento das mudas no campo, uma vez que ele influencia o desenvolvimento e a produtividade das espécies nativas e o controle de plantas daninhas.

O plantio das mudas na restauração florestal deve, sempre que possível, ser realizado sem revolvimento do solo (plantio direto), visando reduzir perdas de solo e evitar problemas de erosão.

O controle da matocompetição é uma atividade de fundamental importância, responsável pelo sucesso ou insucesso da restauração florestal da Mata Atlântica. As atividades de manutenção da área em restauração visam ao estabelecimento e ao desenvolvimento das mudas no campo. Para isso, a manutenção deve ser realizada até 36 meses após o plantio, ou até o recobrimento do solo e o sombreamento total das espécies, capaz de reduzir a competição pelas espécies daninhas.

A prática adotada na fase de manutenção é o controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO - Irrigation and drainage, 1998. 301 p.
- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental Mata Atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus: Editus, 2016. 200 p.
- ALMEIDA, M. M. T. B.; LIXA, A. T.; SILVA, E. et al. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 675-682, 2008.
- ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; FERREIRA, L. N. et al. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 1-11, 2015.
- ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A.; PINHEIRO, A. C. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas na restauração de nascentes no Sul de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23. p. 1239-1250, 2016.
- ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2505-2515, 2008.
- AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M. et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.
- ANJOS, N.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. **Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos**. Ponte Nova: Graff Cor, 1998. 97 p.
- ARAÚJO, M. S.; PEREIRA, J. M. M.; GANDRA, L. C. et al. Predadores e outros organismos associados aos ninhos de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV. 2011a. 421 p.
- BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013.
- BELLOTTO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração fundamentada no plantio de árvores, sem critérios ecológicos, para a escolha e combinação de espécies. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 15-17.

- BOTELHO, S. A.; FARIA, J. M. R.; FURTINI NETO, A. E. et al. **Implantação de florestas de proteção**. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional – Material didático para curso de especialização).
- BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M.; BOAS, R. A. V. et al. Restauração de matas ciliares. In: DAVIDE, A. C. BOTELHO, S. A. (Org.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais? 25 anos de experiência em Matas Ciliares**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2015. v. 1, p. 433-475.
- BRAGANÇA, M. A. L. Parasitoides de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentadas na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 18-27.
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 432 p.
- BRANDÃO, C. R. F.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; SANHUDO, C. E. D. Taxonomia e filogenia de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the Light of Successional Processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrílica no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. **Circular Técnica IPEF**, n. 195, 2002.
- CAMPELLO, E. F. C. ; FRANCA JUNIOR, H. M.; LELES, P. S. S. et al. **Escolha de espécies e de espaçamentos como ferramentas de controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Controle de plantas daninhas em restauração florestal. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. v. 1, p. 29-44.
- CARRANO MOREIRA, A. F. **Manejo integrado de pragas florestais: fundamentos ecológicos e táticas de controle**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014. 349 p.
- CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; RIBEIRO, R.L. D. et al. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 269-277, 2011.
- CHAUVET, X. D.M. **Uso de sistema agroflorestal na implantação de reserva legal**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.

COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, exaptations, and interacting processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 72. p. 852-863, 1985.

DANIVAL, J. S.; SANTOS, J. F. L.; DELLA LUCIA, T. M. C. Organização social das formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1983. 472 p.

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.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A.; FARIA, J. M. R. et al. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção do reservatório da Usina Camargos/Itutinga. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 20-34, 1996.

DAVIDE, A. C.; PINTO, L. V. A.; MONNERAT, P. F. et al. **Nascente, o verdadeiro tesouro da propriedade rural** – o que fazer para conservar as nascentes nas propriedades rurais. 2. ed. 2004. (Boletim Técnico).

DELABIE, J. H. C.; ALVES, H. S. R.; REUSS-STRENGEL, G. M. et al. Distribuição das formigas cortadeiras dos gêneros *Acromyrmex* e *Atta* no novo mundo. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A. et al. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.

FERREIRA, E. M.; ANDRAUS, M. P.; CARDOSO, A. A. et al. Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 15, n. 1, p. 228-246, 2016.

FERRETTI, A. R. Modelos de plantio para a restauração. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. (Org.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 35-43.

FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P. Manejo integrado de plantas daninhas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PRAGAS: MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS EM GRÃOS E FRUTÍFERAS, 1., 2009. Belém. **Anais...** Belém: Embrapa, 2009. p. 220-236.

FRANCA 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. 2013.

-
- GALVÃO, A. P.; MEDEIROS, A. C. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002.
- GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C.; GIJEVARA, S. The tropical rain forest: a non-renewable resource. **Science**, v. 177, p. 762-765 1972.
- GONÇALVES, F. L. A. **Efeito do coroamento com papelão na supressão de gramíneas e no crescimento de espécies arbóreas**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.
- GONÇALVES, F. L. A.; SILVA, F. F.; CHAER, G. M. et al. **Uso de papelão de caixa de pizza no coroamento de mudas para restauração florestal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2017. (Comunicado técnico).
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVAREZ, C. A. A silvicultura de precisão e as exigências ambientais. **Visão Agrícola**, v. 2, n. 4, p. 80-82, 2005.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2017**. Brasília: IBÁ, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Comunicação Social**, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo, FAPESP: Universidade de São Paulo, 2004. p. 249-269.
- KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F. et al. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, v. 39, p. 69-79, 2015.
- LACERDA, F. G.; DELLA LÚCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Biologia comportamental das operárias do lixo das colônias de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. Dispersão de sementes por formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- 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: Rural, 2015. p. 101-153.
- LELES, P. S. S.; ABAURRE, G. W.; ALONSO, J. M. et al. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, v. 39, p. 231-239, 2011.
- LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. Í.; MELO, W. J. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 139-146, 2011.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M. et al. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 139-147, 2012.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; ALVES, I. M. et al. Coroamento no controle de plantas daninhas e desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 119-128, 2011.

MARINHO, C. G. S.; OLIVERIA, M. A.; ARAÚJO, M. S. et al. Voo nupcial ou revoada de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F. et al. **Papelão tratado: alternativa para controle de plantas daninhas em plantios de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**. 2004. **Comunicado Técnico**. Colombo: Embrapa, 2004.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 264 p.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas Florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 17 de outubro de 2013.

MIRANDA, J. C. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas. **Revista Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, p. 31-37, 2009.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MONTEIRO, M. M. **Efeito do hidrogel em plantios de mudas nativas do cerrado para recuperação de área degradada pela mineração no Distrito Federal**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita”, Rio Claro, 2004.

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

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S. et al. Influencia do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). **Manual de restauração florestal**: um instrumento de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais do Pará. Belém: The Nature Conservancy, 2013. 128 p.

NETO, A. E. F.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. et al. Fertilization in native species reforestation. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org). **Forest nutrition and fertilization**. São Paulo: IPFEF, 2004. p. 342-388.

NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. M.; MARTINS, C. A. S. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v.8 , n. 14, p. 21-21, 2012.

OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, M. S.; MARINHO, C. G. S. et al. Manejo de formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras**: da bioecologia ao manejo. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.

PALHARES, A. O. **Contribuição para recuperação de matas ciliares: o uso de papelão em substituição a capina de coroamento, no plantio e condução de mudas florestais**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

PARROTTA, J. A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 41, n. 2, p. 115-133, 1992.

PEREIRA, J. A. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Desempenho de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares. **Cerne**, v. 5, n.1, p.36-51, 1999.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Restauração de ecossistemas: Bases ecológicas e silvicultural. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Org.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais? 25 anos de experiência em Matas Ciliares**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2015, v. 1, p. 369-432.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L. R.; MARQUES, S. Sistema de plantio adensado para revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de estudo: benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente**, v. 4, p. 30-41, 1997.

- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, p. 143-151, 2008.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; ROCHA, A. C.; SCORIZA, R. N. et al. Efeito de revegetação florestal no aporte de serapilheira, Seropédica, RJ. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, p. 59-67, 2015.
- POGGIANI, F.; SHUMACHER, M. V. Nutrient cycling in native forest. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Forest nutrition and fertilization**. 1. ed. Piracicaba: IPEF, 2004. v.1, p. 285-305.
- RAPIDEYE, F. P. O.; FERNANDES FILHO; E. I.; SOARES, V. P. et al. Mapeamento de fragmentos florestais com monodominância de aroeira a partir da classificação supervisionada de imagens. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 151-161, 2013.
- RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S (Ed.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 13-27.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção de cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.
- RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S. Seleção e forrageamento em formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de horticultura Ornamental**, v. 2, n. 7, p.4-75, 1996.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. et al. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 7-21, 2007.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. et al. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 261. p. 1605-1613, 2011.
- RONQUIM, C. C.; FILHO, A. R. Limitação ao uso agrícola da propriedade rural pela instituição de reserva legal florestal. **Revista Uniara**, v. 12, n. 2, p. 133-144, 2009.

- SANTOS, C. A. B.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M. et al. **Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 4 p. (Comunicado Técnico, 112).
- SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa* spp.** 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio, Seropédica, 2016.
- SEVERINO, F. J.; CRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.
- SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. et al. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2009. p. 63-81.
- SILVA, F. F. **Uso de coroamento com papelão como alternativa ao coroamento de mudas florestais**. 2015. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2015.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). **Serviço florestal brasileiro**. 1. ed., v. 1, 2006.
- SOARES, A. A. V.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. et al. Influence of ecological group composition, plantation spacing and arrangement in the restoration of riparian forest on reservoir shores. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1107, 2016.
- SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. São Paulo, 2017. 69 p. (Relatório Técnico).
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2016**. São Paulo, 2016. 103 p.
- SOUTO, L. S.; STERNBERG, L. Ciclagem de nutrientes por formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.
- TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; PITELLI, R. A. et al. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p. 395-404, 2000.
- VIANA-BAILEZ, A. N.; BAILEZ, O.; MALAQUIAS, K. S. Comunicação química em formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. 421 p.
- VILELA, E. F.; SANTOS, I. A.; SCHOEREDER, J. H. et al. **Insetos sociais**. Da biologia à aplicação. 1. ed. Viçosa: UFV, 2008. 442 p.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M. et al. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **FLORAM - Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 90-99, 2016.

VITOUSEK, P. M.; WALKER, L.; WHITEAKER, L. et al. Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii. **Science**, v. 238, p. 802-804, 1987.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. V. Estudo da contaminação biológica por *Pinus spp.* em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). Study on *Pinus spp.* biological contamination in three different areas within the Itirapina Ecological Station (São Paulo, Brazil). *Revista do Instituto Florestal*, v. 18, p. 1-14, 2006.

ZANETTI, R. Manejo integrado de formigas cortadeiras em florestas cultivadas. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. (Org.). **Entomologia florestal aplicada**. 1. ed. Santa Maria: UFSM, 2014. 256 p.

CAPÍTULO 5

Aspectos ecológicos e silviculturais de Fabaceae da Mata Atlântica com potencial de uso na restauração florestal

Michele Aparecida Pereira Silva

Israel Marinho Pereira

Lilian Almeida Brito

Vitor Antunes Martins da Costa

1. INTRODUÇÃO

“Área degradada” sempre foi um tema abrangente e questionado em nível local, regional e mundial, justamente pelo uso de práticas inadequadas no manuseio do solo em busca de áreas produtivas, a fim de garantir a segurança alimentar (GHAZOUL et al., 2015). Uma evidência que comprova esse fato foi a iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) de declarar 2015 como o “Ano Internacional dos Solos”, a fim de promover a conscientização das pessoas sobre a importância dos solos e sua conservação (MONTANARELLA, 2015).

O documento *Status of the World & Soils Resources* revela que 33% dos solos do mundo estão degradados (FAO, 2017). No Brasil, a maioria das áreas degradadas é representada por pastagens manejadas inadequadamente, que num futuro próximo poderão ser mais bem identificadas com a efetivação do programa Pronassolos (PRONASSOLOS, 2016).

Nessa busca por áreas produtivas, habitats são degradados, resultando em perdas significativas de áreas florestais e causando desequilíbrios nas funções e na biodiversidade dos ecossistemas em todos os níveis taxonômicos, abaixo e acima do solo (GIBBS; SALMON, 2015).

A Mata Atlântica, bioma marcado por um forte histórico de degradação, apresentou no período de 2015 a 2016 um desmatamento total de 29,075 mil hectares, o que corresponde ao aumento de 57,7% em relação ao período anterior (RIBEIRO et al., 2009; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). A atividade de recuperação dessas áreas degradadas com espécies florestais nativas ainda é prática recente, que vem crescendo nas últimas décadas, porém é necessário o aprimoramento de conhecimentos silviculturais, ecológicos e genéticos, visando favorecer a sucessão florestal, assim como toda a interação do ecossistema (FRANÇA-JÚNIOR, 2013).

Do ponto de vista ecológico, o conceito de restaurar ecossistemas vai além de plantar árvores, mesmo sendo uma estratégia eficiente para estabelecer a estrutura e devolver todas as funções do ambiente que foi degradado e perdeu a maioria de suas características físicas, químicas e biológicas. Apostar no uso de leguminosas em áreas onde o solo não oferece as condições de fertilidade necessárias pode facilitar todo o processo, visto que a maioria delas estabelece associações com bactérias fixadoras de nitrogênio (CHAER, 2011).

A utilização de espécies da família botânica Fabaceae é uma prática eficiente, de baixo custo e com bons resultados no rápido recobrimento da área, auxiliando na proteção, conservação e manutenção da fertilidade do solo por meio da adubação verde (FRANCO; FARIA, 1997; FARIA; CAMPELLO, 2000; PERIN et al., 2002; ESPINDOLA et al., 2006; ARAUJO FILHO, 2007).

O sucesso da recuperação está condicionado à escolha da espécie correta e, pela proximidade da fonte de propágulos, à presença de polinizadores e dispersores de sementes que acelerarão todo o processo de recuperação, uma vez que não existem fórmulas prontas. Testar diferentes leguminosas nativas e não nativas em condições extremas de degradação pode ser o caminho inicial para o estabelecimento das plantas em áreas de restauração (CHAER et al., 2011).

2. IMPORTÂNCIA DA FAMÍLIA FABACEAE NO CONTEXTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

A família Leguminosae possui aproximadamente 727 gêneros e 19.325 espécies, sendo reconhecida pela maioria dos especialistas como uma única família (LEWIS et al., 2005). De acordo com uma recente classificação taxonômica, ela está subdividida em seis subfamílias: Caesalpinoideae, Duparquetioidea, Papilionoideae, Detarioideae, Cercidoideae e Dialioideae (AZANI et al., 2017). É a segunda maior

família em importância econômica, pelo fato de seus frutos e suas sementes serem utilizados na alimentação humana. No Brasil, ocorrem 222 gêneros, 2.848 espécies, 59 subespécies e 709 variedades, sendo 16 gêneros, 1.538 espécies, 18 subespécies e 397 variedades endêmicos (FABACEAE, 2018).

As leguminosas se adaptam facilmente a ambientes com diferentes níveis de degradação e facilitam o processo de restauração nesses locais, principalmente porque a maioria das espécies dessa família é capaz de fixar o nitrogênio (N_2) atmosférico em simbiose com bactérias diazotróficas (AZANI et al., 2017), adotando um papel de grande importância no ecossistema. Ao incorporarem quantidades consideráveis de nitrogênio no sistema, elas facilitam o desenvolvimento da planta, com baixos custos no processo da recuperação. Além disso, as leguminosas ocorrem em todas as regiões brasileiras, favorecendo a oferta de sementes para a produção das mudas (RESENDE et al., 2006; AZEVEDO et al., 2007; FARIA et al., 2011).

A fixação biológica de nitrogênio é essencial para a vida na Terra. O nitrogênio faz parte de componentes essenciais à nutrição animal, como as proteínas, os aminoácidos e as vitaminas. Esses são sintetizados pelas plantas a partir de carboidratos produzidos pela fotossíntese e de íons como NH_4^+ e NO_3^- absorvidos do solo. As principais fontes desses íons no solo são a fixação biológica de nitrogênio (175×10^6 t N ano⁻¹), a fixação industrial (49×10^6 t N ano⁻¹) e a fixação atmosférica (10×10^6 t N ano⁻¹). Apenas algumas espécies de bactérias possuem a enzima nitrogenase capaz de transformar N_2 em NH_3 , podendo viver livremente no solo ou em simbiose e associações com algumas espécies vegetais e até animais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Apesar da pesquisa intensiva por novos gêneros e espécies nodulíferas, especialmente no Brasil (MOREIRA et al., 1992), existe ainda a possibilidade de que novas simbioses possam ser descobertas em ecossistemas naturais (florestas tropicais), inclusive na Mata Atlântica (FARIA et al., 1984; FARIA et al., 1989; FARIA et al., 1999).

A simbiose rizóbio-leguminosa permite maior tolerância das plantas a estresses ambientais (FRANCO; BALIEIRO, 2000), e quando se estabelecem no solo elas o enriquecem com matéria orgânica e nutriente. Nesse sentido, o uso de leguminosas de rápido crescimento, inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, vem tornando as plantas total ou parcialmente independentes da adubação mineral, tecnologia que tem se mostrado exitosa em diversas áreas severamente impactadas pela ação antrópica, e garantido o sucesso da restauração de áreas degradadas

(HERRERA et al., 1993; FRANCO; FARIA, 1997; CHADA et al., 2004; REIS, 2006).

Essa tecnologia de inoculação de leguminosas para recuperação de áreas degradadas no Brasil é usada e aprimorada há mais de 20 anos pela Embrapa Agrobiologia (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), desde a seleção até a recomendação de estirpes eficientes (FARIA et al., 2010). O Centro de Recursos Biológicos Johanna Döbereiner (CRB-JD, Embrapa Agrobiologia, Seropédica- Rio de Janeiro, Brasil) reúne as estirpes eficientes de rizóbios para a inoculação em leguminosas destinadas à recuperação de áreas degradadas, assim como também as coleções de fungos micorrízicos arbusculares.

A escolha correta da estirpe de rizóbio é de suma importância, uma vez que na fase de produção das mudas de espécies arbóreas em viveiro estas já respondem positivamente à inoculação, e podem constituir meio eficiente no auxílio à recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA, 2006),

Diversos resultados de estudos em áreas degradadas pelo processo de mineração indicam que as leguminosas nodulantes respondem e cumprem seu papel no que diz respeito ao avanço da sucessão ecológica e aumento da resiliência do ambiente, apresentando maiores taxas de sobrevivência e crescimento em relação às espécies não nodulantes (FRANCO; CAMPELLO, 2005; FRANCO et al., 2006; CHAER et al., 2011; RESENDE et al., 2013; LIMA et al., 2015).

A elevada produção de biomassa produzida por leguminosas no ecossistema promove melhorias na fertilidade do solo, com o aporte de material vegetal e consequente aumento nos teores de nitrogênio e carbono no sistema (FRANCO et al., 1992, CAMPELLO, 1999; RESENDE; KONDO, 2001).

Outro importante grupo de simbioses é constituído pelos fungos micorrízicos, que estabelecem simbiose com 80% de todas as espécies de plantas terrestres. Os grupos mais abundantes e importantes de fungos micorrízicos são os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), os fungos ectomicorrízicos (EMs) e os fungos micorrízicos ericoides (FMEs). São fungos abundantes em pastagens, savanas e florestas tropicais, e se associam com muitas herbáceas, árvores tropicais e arbustos (SMITH; READ, 1997).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) podem ser encontrados colonizando nódulos de raízes de várias leguminosas, indicando interações sinérgicas e formando simbiose tripartite com as leguminosas-FMA-rizóbios (SCHEUBLIN et al., 2007; TOMA et al., 2017; BOURNAUD et al., 2017a). Esses FMA são capazes

de colonizar nódulos em leguminosas, mas não fixam nitrogênio e se apresentam como não funcionais, provavelmente caracterizando-se como nódulos senescentes (SCHEUBLIN et al., 2007).

As plantas são frequentemente menos dependentes de fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio quando a disponibilidade de nutrientes é alta (SPRENT, 2001). Isto indica que os microrganismos e a diversidade microbiana apresentam melhor desempenho em ecossistemas degradados, que são pobres em nutrientes. Partindo desse princípio, a ausência desses microrganismos simbiotes pode comprometer toda a dinâmica do ecossistema, acarretando aumento na perda de espécies vegetais (van der HEIDJE et al., 2008).

Aplicações em grande escala para restauração de ecossistemas naturais ainda são escassas, mesmo com o reconhecimento da importância que a simbiose proporciona (THRALL et al., 2005). Entretanto, alguns estudos citados neste capítulo relatam experiências positivas com a inoculação de leguminosas para a recuperação de áreas degradadas, com baixo custo.

3. ESPÉCIES DA FAMÍLIA FABACEAE COM POTENCIAL DE USO NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

3.1 Angico

Nome científico: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan

Sinonímia botânica: o gênero *Anadenanthera*, juntamente com os gêneros *Newtonia*, *Parapiptadenia* e *Piptadeniastrum*, foi segregado do gênero *Piptadenia*. Devido a esse fato, *Anadenanthera* pode ser encontrada com a sinonímia *Piptadenia* (ALLEN; ALLEN, 1981). Além dessa, também são encontradas como sinonímias *Acacia colubrina* Martius e *Mimosa colubrina* Vellozo (MORIM, 2018).

Outros nomes: angico, angico-branco, angico-branco-liso, angico-bravo, angico-cambuí, angico-coco, angico-de-casca, angico-de-curtume, angico-do-campo, angico-escuro, angico-liso, angico-preto, angico-rajado, angico-rosa, aberta-ruão, angico-vermelho, cambuí, cambuí-branco, cambuí-angico, cambuí-vermelho, cauvi, curupaí, curupaíba, jurema-preta e monjoleiro (LORENZI, 2000; CARVALHO, 2002).

Habitat: a espécie ocorre de forma natural na Floresta Estacional Semidecidual (montana e submontana), na Floresta Estacional Decidual Submontana, na Floresta

Ombrófila Mista (especialmente na mata ciliar), no Campo Rupestre, no Pantanal Mato-grossense, no Cerrado e na Caatinga. Essa espécie também é encontrada no Peru e na Bolívia (CARVALHO, 2003).

Distribuição geográfica: Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio Grande do Norte, Sergipe, São Paulo, Tocantins (CARVALHO, 1994) e Paraná. Ocorre também na Bolívia e no Peru (CARVALHO, 2002).

Descrição da espécie: *Anadenanthera colubrina* é descrita por Brandão et al. (2002) como árvore que pode atingir de 12 a 15 m de altura e 30 a 50 cm de diâmetro de tronco. Todavia, para Carvalho (2003), a espécie pode chegar a 20 m de altura e 60 cm de diâmetro. Apresenta casca externa lisa de cor branco-acizentada a cinza-escura, áspera, provida de fendas finas longitudinais, a casca interna é avermelhada. Folhas compostas, bipinadas, de 15 a 20 jugas, folíolos opostos com 4-6 mm de comprimento, lineares, dispostos em 20 a 50 julgas. Flores brancas, pequenas, dispostas em glomérulos, que, por sua vez, se agrupam em panículas apicais e terminais. O fruto é legume deiscente (vagem) achatado, com 8 a 10 sementes redondas, achatadas, pretas e brilhantes, quando maduras.

Aspectos ecológicos: o angico é decíduo, heliófito. Oliveira Filho et al. (1995) consideram essa espécie como típica de ambiente méxico de encostas e topo de morros. É característica da mata secundária de regiões entre 100 e 1.100 m de altitude, muito frequente em regiões mais altas da Mata Atlântica (CARVALHO, 2003). Em alguns casos, na vegetação secundária chega a formar povoamentos puros. O angico produz grande quantidade de sementes viáveis.

Grupo ecológico: pioneira ou secundária inicial (SANTOS et al., 2004; PEREIRA et al., 2010).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: a dispersão é autocórica, sobretudo por barocoria - gravidade (CARVALHO, 2003).

Vetor de polinização: as principais polinizadoras são as abelhas, no entanto há outros insetos pequenos que dispersam essa espécie (CARVALHO, 2003).

Sistema sexual: planta hermafrodita (CARVALHO, 2003).

Associações simbióticas: a espécie *Anadenanthera colubrina* estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* (MENDONÇA; SCHIAVINATO, 1995), produzindo nódulos eficientes, coraloides (FARIA et al.,

1984). Trabalhos demonstraram que essa espécie tem preferência pelo simbiote fixador de nitrogênio do gênero *Burkholderia* (BOURNAUD et al., 2013).

Registro de seletividade a herbicida: Ferreira (2017) constatou sensibilidade de plântulas de angico a 2,4-D + picloran, mesmo em subdoses.

Onde plantar: o angico ocorre tanto em solos secos quanto úmidos e tolera solos compactados (CARVALHO, 2003). O autor menciona ainda que nos plantios experimentais a espécie apresenta melhor resultado quando em solo fértil, profundo, bem drenado e com textura argilosa. Para Resende e Kondo (2001), além de se desenvolver melhor em solos bem drenados, a espécie não suporta encharcamento. Dessa forma, seu plantio é recomendado em todos os sítios, com exceção de locais sujeitos a encharcamento.

Plantio: o angico é uma espécie que não tolera sombreamento, sendo recomendado pra o plantio a pleno sol. No entanto, recomenda-se o plantio misto (CARVALHO, 2003), associado a espécies clímax, quando se pretende a restauração ambiental com espécie de preenchimento ou sombreadora.

Tratos silviculturais: por se tratar de uma espécie pioneira ou secundária inicial, o angico é muito sensível à concorrência com gramíneas, principalmente de caráter agressivo, como capim-gordura (*Melinis minutiflora*), braquiária (*Urochloa* spp.) e colônia (*Panicum* spp.). A competição com essas gramíneas dificulta a sobrevivência e o crescimento das mudas em campo, demandando mais tempo para o estabelecimento da floresta, portanto, neste caso, é recomendada a realização de capinas periódicas (DAVIDE et al., 2000).

Crescimento: Carvalho (2003) relatou que *Anadenanthera colubrina* pode atingir produtividade de até 31 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Em plantio para restauração florestal de área de Mata Atlântica na RPPN Fartura, em Capelinha, MG, a espécie atingiu altura de 2,0 m, aos 2 anos de idade.

Adubação: Balbino (1999) usou 200 g de superfosfato simples por cova em plantio misto para recomposição de mata ciliar, e após 60 dias utilizou uma adubação de cobertura com 15 g de cloreto de potássio e 60 g de sulfato de amônia sob a projeção das copas.

Fenologia: o angico floresce de agosto a janeiro, com frutos maduros de março até novembro. Lima (1982) constatou que em Petrolina, PE, 67% das árvores apresentaram flores e frutos a partir dos 3 anos de idade.

Frutos e sementes: os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore, quando iniciarem a deiscência. Após coletados, os frutos devem ser colocados ao sol, para completarem a abertura e liberação das sementes. As sementes devem ser armazenadas em câmara fria e seca ($T = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\text{UR} = 60\%$), embaladas em saco plástico. Um quilograma de sementes possui 10.360 unidades (CARVALHO, 2003; DAVIDE et al., 1995).

Tipo de sementes: ortodoxa (CARVALHO, 2003).

Tratamento de superação de dormência: Não é necessário (CARVALHO, 2003).

Taxa de germinação: média de 70%, mas pode chegar a 100% (CARVALHO, 2003).

Produção de mudas: o método de propagação mais usado para a espécie é por meio de semente. Carvalho (1994) recomenda uma semente por recipiente. A produção de mudas de angico pode ser realizada utilizando tubetes ou saco plástico como recipiente. A emergência das plântulas ocorre entre dois e 33 dias após a semeadura (CARVALHO, 2003).

Essa espécie tem apresentado taxa de germinação próximo de 100%, quando utilizada na semeadura direta em campo na restauração florestal, em cova ou chuva de sementes (dados pessoais não publicados).

Pragas e doenças: Carvalho (2003) relatou que as sementes do angico são infestadas por insetos. Ainda segundo o autor, o principal problema na fase de viveiro é a ocorrência de tombamento (*damping-off*). Também há registros de problemas com gomose.

Utilidade: a casca amarga apresenta de 15 a 20% de tanino e é empregada tanto em curtumes quanto na medicina popular. Ela tem propriedade adstringente, depurativa, além de ser utilizada no tratamento de doenças sexuais e no estancamento de sangramentos (LOPES, 1986; RODRIGUES, 1996). A espécie possui flores melíferas e apresenta potencial para reflorestamento heterogêneo, com a finalidade de recuperação de áreas degradadas.

Carvalho (2003) destacou diversas utilizações da madeira dessa espécie (serrada e roliça), como construção civil, embalagens, taco, marcenaria, desdobro, ripas, entre outros. O autor ainda ressaltou seu potencial para produção de goma, paisagismo, reflorestamento, apicultura, alimentação animal (desde que secas ou fanadas, para não causar intoxicação nos animais), celulose, papel e energia.

De acordo com Samôr (1999), o angico apresenta grande potencial para utilização na recuperação de áreas degradadas pela extração de argila. Conforme Durigan e Nogueira (1990), a espécie é indicada para uso também na restauração de matas ciliares.

3.2 Fedegoso

Nome científico: *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barnaby

Sinonímia botânica: *Cassia macranthera* DC. ex Collad., *Cassia speciosa* Schrad (SENNÁ, 2018).

Outros nomes: aleluia, cabo-verde, cássia, fedegoso, manduirana, mamangá e pau-fava.

Habitat: a *Senna macranthera* ocorre na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica, na Mata Ciliar e na Mata de Galeria (SENNÁ, 2018).

Distribuição geográfica: é encontrada nos estados do Ceará, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraná e no Distrito Federal (SENNÁ, 2018).

Descrição da espécie: conforme descrição de Brandão et al. (2002), o fedegoso tem altura entre 4 e 8 m, tronco pardacento com diâmetro de 20-30 cm. Ramos terminais cilíndricos, estrigosos. Folhas com dois pares de folíolos, estípulas lineares, caducas, folíolos, opostos, falcados, de ápice acuminado e base cuneada, face superior glabra e inferior com pilosidade dourada, inflorescência com 3-8 cm de comprimento. Flores com sépalas e pétalas amareladas ou alaranjadas e com sete estames férteis. Fruto cilindro, com pêndulo de valvas coriáceas, glabras, com reentrâncias, de coloração escura quando maduras. Sementes numerosas e escuras.

Aspectos ecológicos: é semicaducifólia ou caducifólia no inverno. De acordo com Oliveira Filho et al. (1995), trata-se de uma espécie típica de ambiente méxico. É rara no interior da floresta primária densa, sendo muito frequente em formações secundárias.

Grupo ecológico: pioneira (PEREIRA et al., 2015).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: A dispersão é preferencialmente zoocórica (PEREIRA et al., 2015).

Vetor de polinização: abelhas, segundo estudo de Pinheiro e Sazima (2007); a espécie de polinizador mais comum é *Xylocopa frontalis*.

Sistema sexual: planta hermafrodita, monoica, porém autoincompatível (BORGES, 2010).

Associações simbióticas: a espécie *Senna macranthera* é altamente dependente de fungos micorrízicos arbusculares (ZANGARO et al., 2002).

Registro de seletividade a herbicida: atrazine (Atrazina[®] = 5,0 L de produto comercial ha⁻¹) Acetochlor (Fist[®] 3,0 L de produto comercial ha⁻¹) (FERREIRA et al., 2005). Ferreira (2017) observou que, ao submeter a espécie a subdoses de 2,4-D+picloran (formulação comercial Tordon[®], a maior dose utilizada correspondeu a 0,66 g ha⁻¹), houve redução significativa na massa seca de raízes e na área foliar, o que demonstra a sensibilidade das plântulas dessa espécie a esse herbicida. Brito (2017) constatou que a germinação da espécie não foi afetada por 2,5 L ha⁻¹ de Atrazine (Primóleo[®]), 0,375 L ha⁻¹ de hexazinone (Hexazinona Nortox[®]) e 2,5 2,5 L ha⁻¹ de ametryn (Metrimex 500SC[®]), mas as plântulas apresentaram mortalidade significativa quando expostas às mesmas doses desses herbicidas. Já as mudas de fedegoso se mostraram mais sensíveis a ametryn. A autora ainda observou os efeitos de 2,4-D na germinação e em plântulas de fedegoso *in vitro* e verificou que o herbicida não afetou a germinação e, apesar de provocar alterações morfológicas, as plântulas sobreviveram, inclusive à maior dose de DMA 806BR[®], 14,92 mg L⁻¹ de meio de cultura (dose superior à comercialmente indicada para esse herbicida).

Onde plantar: de acordo com Siqueira et al. (1994) e Gonçalves et al. (2000), a espécie é indiferente às características físicas do solo, podendo ser utilizada nos plantios em diferentes condições de solos ou substratos. No entanto, sítios sujeitos a encharcamento devem ser evitados.

Plantio: o plantio da espécie deve ser realizado a pleno sol, uma vez que ela não tolera sombreamento. Pode ser usada tanto para a formação de maciços puros na rápida ocupação do solo em áreas degradadas, como em plantios mistos para fins de restauração florestal, como espécie de preenchimento, associada a espécies clímax, fornecendo-lhes sombreamento.

Tratos silviculturais: verifica-se nos plantios realizados para fins de restauração florestal que a espécie é muito sensível à matocompetição, principalmente nos dois primeiros anos após o plantio. Dessa forma, recomenda-se a realização de capinas periódicas e o coroamento das plantas, principalmente na fase de mudas, sempre que necessário.

Crescimento: de acordo com Faria (1996), a espécie não apresentou bom desenvolvimento quando plantada em povoamentos mistos em solos com baixa fertilidade no reservatório de Camargos, em Itutinga, MG, atingindo 2,82 m aos 36 meses de idade. Botelho et al. (1995), também em Itutinga, MG, registraram um crescimento em altura para essa espécie de 3,51 m aos 18 meses de idade.

Adubação: não foi encontrada na literatura uma recomendação de adubação específica para *Senna macranthera*. No entanto, Botelho et al. (1995) recomendam, em áreas de baixa fertilidade e quando não se dispõe de informações sobre a exigência nutricional da espécie, usar adubação padronizada para todas as áreas de plantio, com 250 g de superfosfato simples e 300 g de calcário dolomítico por cova. Em sítios de melhor qualidade, pode-se adotar a dosagem de 150 g de NPK (4-14-8) por cova.

A adubação de cobertura deve ser realizada após o primeiro ano de plantio, nas áreas que apresentem algum sintoma de deficiência nutricional, com a incorporação de 15 g/planta de cloreto de potássio (BOTELHO et al., 1995).

Fenologia: floresce de janeiro a abril. A frutificação ocorre de fevereiro a dezembro, com pico em abril (OBERLAENDER, 2006).

Frutos e sementes: colher os frutos diretamente da árvore, quando iniciarem a queda espontânea (FERREIRA et al., 2004), ou recolhê-los no chão após a queda. Em seguida, deixá-los ao sol para secar e facilitar a abertura e liberação manual das sementes (LIMA NETO, 2011).

Um quilograma de frutos contém aproximadamente 21.500 sementes (FERREIRA et al., 2007a), que podem ser armazenadas sem dificuldade, permanecendo viáveis por vários anos.

Tipo de sementes: ortodoxa (CARVALHO, 2006).

Tratamento de superação de dormência: Imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos (SANTARÉM; AQUILA, 1995).

Taxa de germinação: acima de 90% (SANTARÉM; AQUILA, 1995).

Produção de mudas: as sementes devem ser semeadas em canteiros semissombreados, contendo substrato organo-arenoso, cobrindo-as com uma leve camada do substrato peneirado. A emergência ocorre em 10-30 dias, e a taxa de germinação é apenas moderada. Transplantar as mudas para embalagens individuais. O período para produção da muda em viveiro é de quatro meses (DAVIDE et al.,

1995), ou quando as mudas atingirem 20 a 30 cm podem ser plantadas no local definitivo.

Utilidade: *Senna macranthera* é uma espécie que pode ser indicada para uso em paisagismo, devido às características ornamentais.

Senna macranthera é espécie bastante utilizada na restauração de áreas degradadas e mata ciliar, devido ao seu crescimento rápido.

3.3 Pau-jacaré

Nome científico: *Piptadenia gonoacantha* (Martius) Macbride

Sinonímia botânica: *Acacia gonoacantha* Martius; *Piptadenia communis* Bentham; *Piptadenia vulgaris* Bentham (*PIPTADENIA*, 2018).

Outros nomes: angico, angico-branco, caniveteiro, casco-de-jacaré, camboiteiro, camoeteiro, icarapé, jacarezeiro, jacaré, jacaré-icarapé, mojoleiro, monjolo e serreiro (CARVALHO, 1994; LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003).

Família: Fabaceae

Habitat: é comum na vegetação secundária (capoeira alta) e em áreas abandonadas de Floresta Atlântica de planície e de encosta (SPVS, 1996). A espécie é encontrada nas bordas ou clareiras das florestas primárias ou conservadas.

Distribuição geográfica: ocorre de forma natural no Brasil, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, do Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul, Piauí, Acre, Pará, Ceará, Rio Grande do Norte e no Distrito Federal (CARVALHO, 2003).

Descrição da espécie: a espécie *Piptadenia gonoacantha* é descrita por Carvalho (2003) e Brandão et al. (2002) como árvore levemente espinhenta com 8-30 m de altura, tronco tortuoso suberoso e diâmetro de 20-90 cm. Casca externa com até 5 mm, cristas lineares longitudinais, interligadas por outras menores transversais, semelhante ao couro de jacaré, apresenta também acúleos de até 2 cm de comprimento. Na fase jovem a casca externa é áspera, tornando-se rugosa ou fissurada com o envelhecimento. Já a casca interna apresenta coloração amarelada. Folhas compostas, bipinadas, de sete a dez julgas de folíolos, pinas com 20 a 40 pares de folíolos estreito-lanceolados e pecíolo caniculado com presença de glândula verruciforme. Flores variando de amarelo-claro a branco, agrupadas em glomérulos,

que se reúnem em panículas axilares e terminais. O fruto é um legume deiscente, pardo, com 4 a 10 sementes de cor pardo-amarelada.

Aspectos ecológicos: planta semidecídua, heliófita, seletiva higrófila, de acordo com Pereira (2003). Oliveira Filho et al. (1995) consideram a espécie típica de ambiente méxico, como encostas e topos dos morros. É característica e exclusiva da zona da mata pluvial da encosta atlântica e apresenta crescimento relativamente rápido quando situada em solos úmidos e férteis. Ferreira et al. (2001) relataram que plântulas de *P. gonoacantha* tiveram o crescimento reduzido sob inundação, apesar de terem sobrevivido.

Grupo ecológico: pioneira (PEREIRA et al., 2015) ou secundária inicial (CARVALHO, 2003).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: anemocoria (KINOSHITA et al., 2006), autocoria (PEREIRA et al., 2015).

Vetor de polinização: abelhas, principalmente, *Apis mellifera*, *Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia droryana*, *Plebeia remota*, *Plebeia saiqui*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Scaptotrigona depilis*, *Scaptotrigona postica*, *Tetragonisca angustula* (CAVALHEIRO; AMEIXEIRO, 1992, PIRANI; CORTOPASSI-LAURINO, 1993), borboletas e mariposas (MORELLATO, 1991).

Sistema sexual: planta hermafrodita (CARVALHO, 2004).

Associações simbióticas: registros de simbiose com bactérias fixadoras do gênero *Rhizobium* foram encontrados para a espécie *Piptadenia gonoacantha*, apresentando nódulos coraloides e com atividade da nitrogenase (FARIA et al., 1984). Porém, filogeneticamente ficou evidenciado que essa espécie tem preferência pelo simbiote fixador de nitrogênio do gênero *Burkholderia* (BOURNAUD et al., 2013).

Algumas espécies de leguminosas arbóreas, como as dos gêneros *Parapiptadenia* e *Piptadenia*, apresentam problemas de desenvolvimento, dificultando o trabalho de seleção das estirpes eficientes (FARIA, 1995).

No campo, as plantas dessas espécies apresentam-se colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (FMA), e esta pode ser uma razão para o desenvolvimento satisfatório e para a boa nodulação dessas espécies nessas condições (JESUS et al., 2005).

Recentemente foi verificado que a nodulação de *P. gonoacantha* não depende da presença de fungos micorrízicos arbusculares, todavia o desenvolvimento

satisfatório da espécie depende de combinações específicas de cepas de rizóbio e fungos micorrízicos arbusculares (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017; BOURNAUD et al., 2017a).

Duas novas espécies simbióticas, *Paraburkholderia piptadeniae* sp. nov. e *Paraburkholderia ribeironis* sp. nov, foram propostas nodulando raízes de *Piptadenia gonoacantha* no Brasil (BOURNAUD et al., 2017b).

Registro de seletividade a herbicida: Ferreira (2017) relatou que a espécie apresentou intoxicação leve de plântulas quando submetidas a subdoses de 2,4-D+picloran (formulação comercial Tordon[®]), tendo a maior dose utilizada correspondido a 0,66 g ha⁻¹ de Tordon[®], e destacou que a espécie demonstrou maior tolerância ao composto, quando comparada a outras espécies florestais.

Onde plantar: ocorre naturalmente em solos muito variados, desde os de baixa fertilidade, pedregosos, aos considerados de boa fertilidade. De acordo com Kalil Filho et al. (2002), a espécie pode ser plantada nos mais variados tipos de solos, inclusive nos pedregosos e com severa deficiência química.

Plantio: como espécie pioneira, recomenda-se o plantio a pleno sol, podendo ser utilizada em plantio misto como espécie sombreadora, exercendo a função de preenchimento, associada com espécies clímax.

Tratos silviculturais: o pau-jacaré é muito sensível à matocompetição, apresentando elevada mortalidade, principalmente no primeiro ano após o plantio. Recomenda-se a realização de capinas periódicas e o coroamento das plantas principalmente na fase de mudas, sempre que a competição se tornar um empecilho ao crescimento das mudas.

Crescimento: o pau-jacaré pode atingir 5 m de altura aos 2 anos de idade. Em plantio de mata ciliar às margens do reservatório de Camargos, em Itutinga, MG, foi observado crescimento em altura para essa espécie de 1,99 m aos 18 meses de idade (BOTELHO et al., 1995).

Adubação: a espécie responde bem à adubação (SIQUEIRA et al., 1994; GONÇALVES et al., 2000).

A adubação de cobertura deve ser realizada após o primeiro ano de plantio, nas áreas que apresentem algum sintoma de deficiência nutricional, com a incorporação de 15 g/planta de cloreto de potássio (BOTELHO et al., 1995).

Fenologia: o pau-jacaré floresce de agosto a março, e os frutos ficam maduros

de maio a dezembro (CARVALHO, 2003). O autor salienta ainda que, quando plantada, a espécie inicia a frutificação a partir do terceiro ano de idade.

Frutos e sementes: colher os frutos diretamente da árvore, quando iniciarem a mudança de coloração, devendo ser abertos em ambiente ventilado, onde as sementes deverão ser extraídas (CARVALHO, 2003). Um quilograma de semente possui de 12.000 a 20.000 unidades (SOUZA CRUZ, 1992).

Tipo de sementes: as sementes dessa espécie apresentam comportamento recalcitrante quanto ao armazenamento, mantendo viabilidade curta (por até seis meses) em ambiente não controlado (CARVALHO, 2004).

Tratamento de superação de dormência: não necessitam. As sementes do pau-jacaré não apresentam dormência, mas Davide et al. (1995) recomendam a imersão em água por 48 horas, para embebição.

Taxa de germinação: média de 80% (CARVALHO, 2004).

Produção de mudas: a semeadura deve ser feita de preferência em sementeiras, com posterior repicagem das mudas em sacos de polietileno ou em tubetes de polipropileno de tamanho médio. Recomenda-se repicagem de duas a três semanas após a germinação (CARVALHO, 2003). As mudas atingem porte adequado para plantio cerca de cinco meses após a semeadura (DAVIDE et al., 1995).

Pragas e doenças: o pau-jacaré pode ser atacado por besouros da família Scolytidae (MACEDO, 1985), causando danos às sementes. Quanto a doenças, constatou-se a exsudação de goma, favorecendo o desenvolvimento do fungo orelha-de-pau.

Utilidade: Gonçalves e Lelis (2000) consideram o pau-jacaré produtora de tanino, com potencial de uso em curtumes. Além disso, a espécie também pode ser usada para produção, alimentação animal, produção de mel (apícola), paisagismo e reflorestamento com fins de recuperação ambiental (RIBEIRO; FERREIRA, 2000).

3.4 Tamboril

Nome científico: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

Sinonímia botânica: *Enterolobium timboüva* Martius; *Mimosa contortisiliqua* Vellozo

Outros nomes: orelha-de-negro, orelha-de-macaco, tambor, tamboril-do-campo, tamburil, timbaúva, Timbaúba e timbaúva-branca (MORIM, 2018)

Habitat: o tamboril apresenta grande plasticidade ecológica, sendo encontrado na Floresta Estacional Semidecidual, na Floresta Ombrófila Densa, na Floresta Estacional Decidual, na Floresta Ombrófila Mista, na Caatinga/Mata Seca, no Chaco Sul-mato-grossense e na Bolívia (CARVALHO, 2003).

Distribuição geográfica: *Enterolobium contortisiliquum* ocorre de forma natural no Brasil, em Alagoas, Amapá, Bahia, Ceará Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e no Distrito Federal.

Descrição da espécie: o tamboril é uma árvore caducifólia que alcança 10 a 40 m de altura, com tronco variando de retilíneo a moderadamente tortuoso, que pode atingir de 40 a 300 cm de diâmetro (CARVALHO, 2003). Casca externa com lenticelas abundantes, dispostas transversalmente nas árvores jovens ou persistentes e escassamente fissurada na árvore velha, cinza-clara e pardo-acinzentada, com presença de protuberâncias peridérmicas (CARVALHO, 2003). Casca interna fibrosa e rosada. Folhas compostas, paripenadas de 6 a 10 pinas, e 10 a 30 folíolos lanceolado-oblongos, assimétricos na base, mucronados ou agudos nos ápices, glândulas escuras, presentes entre os folíolos e nos pecíolos. Flores brancas ou esverdeadas, pequenas, dispostas em inflorescências curtas. Fruto legume indescente, preto quando maduro, recurvado, carnoso, semilenhoso, possuindo forma característica em formato de uma orelha, achatado, com as lojas seminais arredondadas e salientes externamente, reentrante na base, com o interior recoberto por polpa amarela, cada fruto contém duas a 12 sementes. A semente é pardo-avermelhada, de testa dura e lisa (BRANDÃO et al., 2002).

Aspectos ecológicos: segundo Carvalho (2003), o tamboril é decíduo comum em matas secundárias como clareiras, áreas degradadas e capoeirões, podendo, inclusive, chegar a formações quase puras da espécie. Em formações de estágio avançado é pouco comum, mas podem ser encontrados exemplares adultos no dossel. De acordo com Oliveira Filho et al. (1995), *Enterolobium contortisiliquum* é uma espécie que ocorre em ambiente méxico, como as encostas e os topos de morros.

Grupo ecológico: *Enterolobium contortisiliquum* é classificada como pioneira por Correa (1984) e clímax exigente de luz por Oliveira Filho et al. (1995).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: Autocórica (SARAVY et al., 2003).

Vetor de polinização: Abelhas (SANTOS-FILHO et al., 2016).

Sistema sexual: árvore hermafrodita (CARVALHO, 2003).

Associações simbióticas: responde positivamente à inoculação com estirpes previamente selecionadas, e entre essas estirpes destacam-se as bactérias do gênero *Rhizobium*, apresentando nódulos grandes, coraloides, com distribuição superficial e atividade da nitrogenase (ALLEN; ALLEN, 1981; FARIA et al., 1984, GAIAD; CARPANEZZI, 1984), e as bactérias do gênero *Bradrhizobium spp.* (RIBEIRO JUNIOR et al., 1986). A espécie também se associa com micorrizas arbusculares (VASCONCELOS, 1982).

Registro de seletividade a herbicida: doses comerciais de setoxidim (184 g ha⁻¹), isoxaflutol (37,5 g ha⁻¹), bentazon (720 g ha⁻¹) (BRANCALION et al., 2009).

Onde plantar: Resende e Kondo (2001) relatam que o *Enterolobium contortisiliquum* ocorre naturalmente em solos ácidos e argilosos, não tolerando solos rasos e excessivamente úmidos. Em plantios, cresce melhor em solos férteis, com boa disponibilidade hídrica durante o período de crescimento e com textura franco-argilosa a argilosa. Segundo Carvalho (2003), a espécie é tolerante a baixas temperaturas (até -5°C).

Plantio: recomenda-se a utilização do tamboril em plantio misto, consorciado com espécies pioneiras e clímax, onde esta espécie exerce a função de sombreadora. Pode ser considerada como uma espécie de preenchimento.

Tratos silviculturais: o *Enterolobium contortisiliquum* é uma espécie que não apresenta desrama natural, necessitando de poda de condução e dos galhos.

Crescimento: o tamboril, em plantios mistos em matas ciliares anteriormente usadas com cana-de-açúcar, em Igarapava, SP, obteve um crescimento em altura para a espécie de 4,84 m aos 34 meses de idade (MOREIRA, 2002). Já Botelho et al. (1995), em plantio ciliar às margens do reservatório de Camargos, em Itutinga, MG, registraram uma altura de 1,68 m aos 18 meses de idade; vale salientar que nestes casos o solo apresentava deficiência nutricional.

Abubação: 150 g de superfosfato simples por cova no momento do plantio e adubação de cobertura, com a incorporação de 30 g de NPK (4-0-8) por cova.

Fenologia: floresce em diferentes épocas, nas distintas regiões do País. A floração pode ocorrer entre junho e março (CARVALHO, 2003).

Frutos e semente: colher os frutos quando apresentarem mudança da coloração verde para a coloração preta. A extração das sementes pode ser feita pela trilha

manual dos frutos ou mecânica, por meio de uma debulhadora de milho adaptada (RAGAGNIN; AMARAL, 1984). Um quilograma de sementes contém 4.600 unidades (DAVIDE et al., 1995).

Tipo de sementes: ortodoxas (WIELEWICKI et al., 2006).

Tratamento de superação de dormência: a escarificação mecânica é recomendada por Malavasi e Malavasi (2004), contudo Rêgo e Siqueira (1997) sugerem desponte ou escarificação manual. Reis e Salomão (1998), por sua vez, indicam escarificação mecânica com papel de lixa fina, enquanto Davide et al. (1995) recomendam escarificação química com ácido sulfúrico concentrado durante 5 minutos, seguida de lavagem em água corrente por 1 hora e imersão em água por 48 horas.

Taxa de germinação: acima de 80% (MALAVASI; MALAVASI, 2004).

Produção de mudas: após tratamento para superar a dormência das sementes, recomenda-se semeá-las em recipientes individuais (sacos de polietileno ou em tubetes de polipropileno), que devem ser mantidos em ambiente semissombreado, com duas regas diárias. Segundo Carvalho (1994), a germinação tem início entre quatro e 60 dias após a sementeira. As mudas atingem porte adequado para plantio em campo cerca de cinco meses após a sementeira (DAVIDE et al., 1995).

Pragas e doenças: entre as principais pragas que atacam o tamboril, destacam-se o caruncho *Merobruchus bicoloripes*, que causa danos a sementes e frutos (LINK; COSTA, 1982, 1988), o fungo apodrecedor da madeira, a antracnose e os fungos dos gêneros *Fusarium* e *Phomopsis*, que causam danos nas sementes (MASCHIO et al., 1990).

Utilidade: o tamboril pode ser usado na arborização urbana, como planta medicinal, na indústria farmacêutica (a saponina da casca pode ser utilizada para fabricação de sabão), para produção melífera, em reflorestamento para recuperação ambiental, na alimentação animal, como celulose e papel, na construção naval e civil e para obtenção de taninos (CARVALHO, 2003). Por apresentar crescimento rápido e formar uma copa ampla, o tamboril tem sido muito utilizado na restauração florestal em áreas da Mata Atlântica.

3.5 Bico-de-pato

Nome científico: *Machaerium nyctitans* (Vell.) Benth.

Sinonímia botânica: *Nissolia nictitans* Vell., *Machaerium gardeneri* Benth., *Machaerium sericiflorum* (FILARDI, 2015).

Outros nomes: jacarandá, jacarandá-bico-de-pato, jacarandá-ferro, guaximbé, guaxumbé, jacarandá-com-espinho, canjiquinha, tira-filho, bico-pato, cabiúna, maminha-de-porca, cauvi, guaximbé e cobi (CARVALHO, 2008).

Habitat: pode ser encontrado nas formações Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, ambiente fluvial ou ripário, Floresta Estacional Semidecidual – Cerrado (CARVALHO, 2008).

Distribuição geográfica: pode ser encontrado nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul; a espécie também pode ser encontrada na Argentina (CARVALHO, 2008).

Descrição da espécie: o bico-de-pato pode atingir 26 m de altura e 50 cm de DAP. Apresenta tronco reto a moderadamente inclinado e estriado, com longos acúleos angulosos, principalmente nos ramos maiores. Caule com casca estriada, acizentada. Folhas pinadas de 10 a 25 cm de comprimento com 11 a 35 folíolos alternados, linear-oblongados, peciólulo curto e limbo na base obtuso ou levemente mucronado, por cima com pelos esparsos e tênues, no verso mais ferrugíneo-pubescente, especialmente sobre as nervuras, estípulas caducas ou transformadas em acúleos longos e retos sobre base cônica. Inflorescência terminal, ramos axilares, paniculados, de 10 a 20 cm de comprimento. Fruto do tipo sâmara, cultriforme, 6 a 10 cm de comprimento, ala apical, castanho-vinosa, ferrugíneo-tomentosa a glabrescente. Semente 1 (2) reniforme, plano-comprimida (CARVALHO, 2008).

Aspectos ecológicos: pode ser de perenifolia a semicaducifolia, heliófita que suporta temperaturas baixas, além de ser indiferente às condições físicas de solo. Em matas primárias é encontrada isoladamente, no entanto em áreas secundárias, em campos abandonados e às margens de estradas, a espécie ocorre de forma agregada (CARVALHO, 2008). De acordo Lima et al. (1994), a espécie ocorre no estado do Rio de Janeiro, nas matas baixas e secas, sobre solo raso com afloramentos rochosos, sendo bastante abundante em capoeirões e margens de estradas.

Grupo ecológico: pioneira (SILVA et al., 2003) ou clímax exigente de luz (PEREIRA et al., 2015).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: anemocoria (CARVALHO et al., 2016).

Vetor de polinização: abelhas (YAMAMOTO et al., 2007).

Sistema sexual: planta hermafrodita (DEUS et al, 2014).

Associações simbióticas: a espécie *Machaerium nyctitans* estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, formando nódulos do tipo aeschynomenoide (FARIA et al., 1984; FERREIRA JÚNIOR et al., 2007). A espécie também apresenta elevada compatibilidade com o fungo micorrízico arbuscular *Acaulospora scrobiculata* (POUYU-ROJAS et al., 2006).

Registro de seletividade à herbicida: Ferreira (2017) observou que subdoses de 2,4-D+picloran proporcionaram aumento em variáveis morfológicas, como área foliar e massa seca para a espécie em questão, demonstrando que subdoses de herbicidas auxínicos podem favorecer o crescimento de determinadas espécies florestais.

Onde plantar: recomenda-se plantar o bico-de-pato em solos bem drenados, não sujeitos ao encharcamento (RESENDE; KONDO, 2001). Segundo Carvalho (2008), a espécie suporta baixas temperaturas, portanto pode ser implantada em áreas sujeitas a essas condições por determinados períodos.

Plantio: o plantio deve ser realizado em consórcio com outras espécies pertencentes a diferentes grupos ecológicos, proporcionando sombra para as espécies que necessitam de sombreamento, uma vez que, segundo Carvalho (2008), a espécie é heliófila.

Tratos silviculturais: em plantio realizado para recomposição da vegetação no entorno de nascentes em Lavras, MG, verificou-se que a concorrência com o capim-braquiária (*Urochloa spp.*) dificulta a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo, demandando mais tempo para o estabelecimento da floresta, sendo necessária a realização de roçadas periódicas.

Crescimento: de acordo com dados apresentados por Lorenzi (2000), o bico-de-pato atinge 2,5 m aos 2 anos de idade. Em plantios em áreas ciliares no entorno de nascentes em Lavras, MG, também foi constatado crescimento moderado para a espécie.

Adubação: em plantios realizados com fins de recomposição de matas ciliares no entorno de nascentes em Lavras, MG, adotou-se como adubação-padrão a aplicação de 150 g de superfosfato simples por cova no momento do plantio e adubação de cobertura, com a incorporação de 30 g de NPK (4-0-8) por cova aos 30 e 90 dias após o plantio (dados pessoais não publicados).

Fenologia: de acordo com Carvalho (2008), o bico-de-pato floresce de janeiro a maio, variando de acordo com o estado de ocorrência, e os frutos encontram-se

maduros de março a dezembro, também variando de acordo com o estado em que se encontra, segundo o mesmo autor.

Frutos e sementes: recomenda-se coletar os frutos diretamente da árvore, quando iniciarem a queda espontânea. Os frutos podem ser semeados diretamente, como se fossem sementes, e não há necessidade de tratamento pré-germinativo. Um quilograma de sementes contém 10.700 unidades (DAVIDE et al., 1995). Segundo os autores, as sementes permanecem viáveis por um período de um a dois anos.

Tipo de semente: ortodoxa.

Tratamento de superação de dormência: choque térmico e embebição em água por 12 horas (SOUZA et al., 2015).

Taxa de germinação: acima de 60% (SOUZA et al., 2015). Todavia, segundo Davide et al. (1995), a taxa de germinação média varia de 30 a 70%.

Produção de mudas: os frutos devem ser colocados para germinar logo que colhidos. Recomenda-se transplantar as mudas 30 dias após o início da germinação. A emergência ocorre em 10 a 20 dias (CARVALHO, 2008). As mudas ficam prontas para o plantio em local definitivo aos oito meses após a semeadura (DAVIDE et al., 1995).

Pragas e doenças: em plantios realizados para recomposição da vegetação ciliar no entorno de nascentes em Lavras-MG, as formigas-cortadeiras causaram danos severos às mudas, acarretando um desfolhamento total ou parcial e prejudicando o desenvolvimento e a sobrevivência das mudas na fase inicial de plantio (observação pessoal, dados não publicados).

Utilidade: o bico-de-pato é uma espécie ornamental e melífera (LIMA et al., 1994). A espécie pode ser usada para fabricação de andaimes e cabo de ferramentas, além de também ser usada na arborização urbana e rural e na recuperação de áreas degradadas (CARVALHO, 2008).

3.6 Copaíba

Nome científico: *Copaifera langsdorffii* Desf.

Sinonímia botânica: *Copaifera grandiflora* (Benth.) Malme, *Copaifera nitida* Hayne, *Copaifera sellowii* hayne (COSTA, 2018).

Outros nomes: copaíba, bálsamo, caobi, capaíba, capaúba, coopaíba, copaí, copaíba preta, copaíba-da-várzea, copaíba-vermelha, copaibeira, copaibeira-de-minas,

copaúba, copaúva, capiúva, oleiro, óleo, óleo-amarelo, óleo-capaíba, óleo-pardo, óleo-vermelho, óleo-de-copaúba, pau-óleo, pau-de-óleo, pau-de-copaíba, pau-óleo-do-sertão, podoi, copaíbo, cupay, kupay, copaíba-da-várzea, cupaúva, cupiúva, óleo-de-copaíba, pau-d'óia, pau-óleo-de-copaíba de copaíba (CARVALHO, 2003).

Habitat: apresenta grande plasticidade ecológica (FREITA; OLIVEIRA, 2002), sendo encontrada em várias regiões fitoecológicas do Brasil: Cerrado; Caatinga/ Mata-Seca (LEITA; SALOMÃO, 1992); Capinarana (Rondônia); Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) Floresta Semidecídua (PEDRONI et al., 2002) e Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária).

Distribuição geográfica: segundo Oliveira Filho e Ratter (1995), *Copaifera langsdorffii* ocorre nos espaços extra-amazônicos brasileiros, especialmente nas florestas semidecíduas do Sudeste, na floresta de galeria e nos cerrados do Centro-Oeste, e nas matas de brejo do Nordeste brasileiro, com exceção dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Descrição da espécie: a copaíba atinge de 20-25m de altura e 90 a 100 cm de DAP, na idade adulta. Quando jovem a árvore apresenta casca vermelha-escura, e quando mais velha, além dos sulcos e das pequenas subdivisões duras e grossas na casca, apresenta uma coloração marrom a cinza-escura (BRANDÃO et al., 2002). Já a casca interna é rosa suave, dura, exalando resina com cheiro característico e com sabor muito amargo (CARVALHO, 2003). As folhas são compostas de três a cinco pares de folíolos, que são ovado-oblongos, coriáceos, glabros, opostos, providos de pontos translúcidos. As flores estão inseridas em inflorescências paniculadas, terminais, com aproximadamente 125 flores, que apresentam uma coloração branco-esverdeada, opacas e pequenas e sem pétalas (FREITA; OLIVEIRA, 2002). O fruto é legume de tamanho pequeno, elíptico, coriáceo, monospermo. A semente é recoberta por um arilo alaranjado, de consistência carnosa e mucilagem, muito apreciado por algumas aves (PEDRONI et al., 2002).

Aspectos ecológicos: a *Copaifera langsdorffii* é decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva e xerófita (LORENZI, 2000).

Segundo Rodrigues e Nave (2004), a copaíba apresenta ampla distribuição em formações florestais ciliares, com registro de ocorrência em aproximadamente 54% dos 43 levantamentos extra-amazônicos.

Grupo ecológico: classificada como secundária tardia a clímax, tolerante à sombra (CARVALHO, 2003).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: zoocoria, principalmente ornitocoria (PEDRONI et al., 2002).

Vetor de polinização: abelhas: *Apis mellifera* e *Trigona* sp. (VEIGA JUNIRO; PINTO, 2002).

Sistema sexual: planta hermafrodita (PEDRONI et al., 2002).

Associações simbióticas: Segundo Camargo et al. (1988), as raízes de copaíba associam-se com *Rhizobium*. A espécie é dependente de micorrização com *Glomus clarum*, pelo menos em condições de baixa fertilidade química do solo.

Registro de seletividade a herbicida: sem registro.

Onde plantar: a copaíba apresenta plasticidade em relação às condições edáficas, podendo ocorrer tanto em áreas de solo fértil e bem drenado, quanto em áreas de solo muito pobre, ácido e álico dos campos cerrados (DUBOC, 2005). A espécie ainda pode ocorrer em terrenos úmidos, comuns em matas ciliares. Ocorre esporadicamente em Gleissolo (Glei pouco húmico). Quando é utilizada em plantios, tem preferência por solos com drenagem de regular a boa e com textura variando de franco-argilosa a argilosa (CARVALHO, 1994).

Plantio: a copaíba apresenta certa plasticidade em relação aos níveis de sombreamento (DUTRA et al., 2015), no entanto, por ser uma espécie de estágio sucessional tardio (CARVALHO, 2003), recomenda-se o plantio em locais que disponham de pelo menos 50% de luz (DUTRA et al., 2012). Por se tratar de uma espécie que necessita de sombra, é recomendado o plantio misto com espécies pioneiras (CARVALHO, 2003).

Tratos silviculturais: recomenda-se a realização de capinas periódicas e coroamento das plantas, principalmente na fase de mudas, sempre que necessário. A desrama natural é deficiente, necessitando de poda de condução e dos galhos (CARVALHO, 2003).

Crescimento: a espécie apresenta crescimento lento, com registro de produtividade média de 6,60 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, aos 14 anos (CARVALHO, 2003).

Adubação: de acordo com Duboc et al. (1996), a copaíba apresenta crescimento limitado em solos onde N, P, Ca e S estão com baixa disponibilidade, sendo necessária a adição desses nutrientes por meio de adubações. Não foi encontrada na literatura recomendação de adubação específica para a copaíba. No entanto, adicionar P e

N pode ser fundamental para o crescimento inicial da muda de copaíba (DUBOC, 2005).

Fenologia: a copaíba apresenta floração de novembro a fevereiro, sendo o auge em janeiro, em alguns casos estendendo-se até junho (ALMEIDA et al., 1998). Com variações regionais, a frutificação no Brasil ocorre de junho a setembro (CARVALHO, 2003). Dias (1995) observou a floração e a frutificação de *Copaifera langsdorffii* durante um trabalho realizado por três anos e constatou que essa espécie apresenta um padrão trienal de reprodução.

Frutos e sementes: a coleta dos frutos deve ser feita quando eles estiverem com coloração verde-avermelhada, momento em que se registra menor concentração de cumarina nas sementes, para posterior amadurecimento na armazenagem (BARBOSA et al., 1992).

A maturação das sementes ocorre quando elas estão com coloração marrom, o fruto está seco e expõe a semente (POLO; FELIPPE, 1995). Barbosa e Aguiar (2000), por meio de observações em 12 indivíduos da espécie no estado de São Paulo, constataram que a maturidade fisiológica das sementes ocorreu entre 196 e 203 dias após a floração, quando as sementes apresentavam coloração marrom-escura (BARBOSA; AGUIAR, 2000).

As sementes podem ser retiradas de forma manual, extraindo o arilo, que é responsável pela substância inibidora da germinação, e depois colocando-as para secar (CAVALHO, 2003).

Tipo de sementes: segundo Eira et al. (1992), as sementes de copaíba são do tipo ortodoxas, podendo ser armazenadas por longo período de tempo. Suas sementes podem ser armazenadas por mais de oito meses, em sacos plásticos de polietileno com 7,8% de umidade, em câmara fria a 3°C ou seca a 21°C (FIGLIOLIA, 1988).

Tratamento de superação de dormência: para Fowler e Martins (2001), os tratamentos pré-germinativos indicados são imersão, estratificação em areia por 15 dias, ou imersão em água durante um período de 96 horas, tendo-se o cuidado de trocar a água duas vezes a cada 24 horas.

Taxa de germinação: Santos Júnior et al. (2004) obtiveram germinação acima de 75%, sem aplicação de tratamentos pré-germinativos para a quebra da dormência.

Produção de mudas: de acordo com Dutra et al. (2015), para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, os seguintes procedimentos podem ser realizados: para preparação do substrato, adicionar 7,0 g.dm⁻³ de fertilizante de liberação lenta (cinco

a seis meses), contendo NPK (15-09-12) mais micronutrientes. Como recipiente, utilizar o tubete cônico de plástico rígido com volume de 180 cm³ (52 x 130 x 12 mm) e/ou de volume de 280 cm³ (52 x 190 x 12 mm). Após a quebra da dormência, semear cerca de três sementes por tubete, dispostos em bandejas de polipropileno tipo caixa (620 x 420 x 165 mm), com 54 células em casa de vegetação coberta com filme plástico (150 microns de espessura), com tela de sombreamento de 50% em suas laterais, sob irrigação regular.

Pragas e doenças: em locais de cultivo, tanto no viveiro quanto no campo, a *Copaifera langsdorffii* não sofre com ataque de formigas, rebrotando logo em seguida (SALGADO et al., 2001), mas pode sofrer com ataque de cupins (ROSSI, 2008).

Em alguns casos, como constatado em áreas em processo de regeneração, observaram-se plântulas atacadas por fungos; mesmo não limitando seu crescimento em campo, o fungo foi visto em todos os indivíduos (CARVALHO, 2003).

Utilidade: da copaíba ainda pode-se extrair o óleo-resina, que pode ser utilizado para tratamento de úlceras, sinusites e inflamações de pele, rins e garganta, com possível aplicação ainda no controle de doenças sexualmente transmissíveis. O óleo-resina é também um excelente fixador, com aplicação no setor de cosmético (ALMEIDA et al., 1998; VEIGA JÚNIOR; PINTO, 2002). A resina viscosa de alta durabilidade ainda pode ser utilizada em indústrias de vernizes, pinturas e lacas, e mediante a cocção extrai-se da casca um corante amarelo, utilizado em tinturaria caseira, para colorir os fios de algodão trabalhados pelos tecelões regionais (ALMEIDA et al., 1998).

A copaíba tem sido utilizada nos plantios com fins de restauração de matas ciliares em variadas regiões do Brasil. A espécie pode ser plantada em áreas ciliares com inundação periódica de média a longa duração (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990).

3.7 Ingá-mirim

Nome científico: *Inga marginata* Willd.

Sinonímia botânica: *Inga sapida* Kunth, *I. semialata* Vell., *I. semialata* (Vell.) Mart., *I. guayaquilensis* G. Don, *I. odorata* G. Don, *I. excelsa* Poepp. & Endl., *I. puberula* Benth., *I. Pycnostachya* Benth (INGA, 2018).

Outros nomes: Ingá-feijão, ingá-dedo e ingá.

Habitat: o ingá-mirim possui alta adaptabilidade ecológica e altitudinal, sendo encontrado em Área Antrópica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (GARCIA et al., 2013).

Distribuição geográfica: a espécie *Inga marginata* pode ser encontrada nos estados do Norte: Acre, Amazona, Amapá, Pará e Rondônia; nos estados do Nordeste: Bahia, Ceará e Paraíba; e em todos os estados do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do País (INGA, 2018).

Descrição da espécie: o ingá-mirim atinge de 5 a 15 m de altura, com tronco geralmente reto e curto. A casca é áspera e de coloração marrom-escuro (WIKIAVES, 2011). As folhas são compostas, alternas, parapinadas e glabras, medindo de 10 a 30 cm de comprimento; a raque é alada, com uma glândula entre cada par de folíolos. Os folíolos (um a três pares) são sésseis, elípticos ou lanceolados, caudados no ápice, membranáceos e pontiagudos, medindo de 3 a 12 cm de comprimento por 1 a 4 cm de largura, com limbo verde-escuro e lustroso, e a nervura lateral irregular, curvada e rala (BARROSO et al., 1999; BARROSO et al., 2002). As inflorescências são em espigas axilares de 4-11 cm de comprimento, solitárias ou em grupos. As flores são tubulares e brancas, com estames vistosos em forma de pincel, bastante perfumadas (WIKIAVES, 2011). A espécie apresenta fruto tipo legumo-indeiscente, túrgido, sésstil, cilíndrico-compresso, glabro, com margens espessas, medindo de 5 a 15 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de largura, com sarcotesta branca envolvendo as dez sementes de cor castanho-esverdeada, com 0,9 a 1,2 cm de comprimento por 0,6 a 0,8 cm de largura (BARROSO et al., 1999; BARROSO et al., 2002).

Aspectos ecológicos: o ingá-mirim é semidecíduo, heliófito seletivo higrófito e pioneiro, característico da mata pluvial atlântica e amazônica, podendo ocorrer em florestas latifoliadas semidecíduas da Bacia do Paraná; ocorre preferencialmente na vegetação secundária, situada em solos úmidos. É igualmente abundante na orla de matas, na beira de rios e ao longo de estradas (CARVALHO, 2006).

Grupo ecológico: *Inga marginata* é considerada uma espécie secundária inicial por Silva et al. (2004).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: zoocórica (TALORA; MORELATTO, 2000).

Vetor de polinização: pequenas abelhas, moscas e vespas (DEUS et al., 2014).

Sistema sexual: monoica (VIANNA, 2010).

Associações simbióticas: a espécie *Inga marginata* estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, formando nódulos globosos e com atividade da nitrogenase (FARIA et al., 1984; GONÇALVES et al., 1999; FRANCO et al., 2002).

Registro de seletividade a herbicida: clomazone (4 L ha⁻¹ – correspondente a duas vezes a dose comercial) (CABRAL, 2012), Atrazine (Primóleo[®] = 2,5 L ha⁻¹), 2,4-D (DMA 806 BR[®] = 0,5 l ha⁻¹) (FIORE et al., 2016).

Onde plantar: o ingá-mirim pode ser plantado em solos úmidos e em áreas sujeitas a inundações, por suportar essas condições (SALVADOR, 1986); ideal para plantio em áreas de nascente difusa, na área que permanece brejosa.

Plantio: por se tratar de uma espécie facilitadora, julga-se que ela pode compor plantios mistos, com número reduzido de espécies que induzem a sucessão (LYONS et al., 2005).

Tratos silviculturais: a espécie apresenta elevada mortalidade em competição com plantas invasoras, principalmente as gramíneas africanas, que prejudicam a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo (FRUTAS DO MATO, 2018).

Crescimento: o *Inga marginata*, de modo geral, apresenta crescimento rápido e alta produção de biomassa e sobrevivência (CORRÊA, 2007).

Adubação: em área de baixa fertilidade, e quando as informações sobre as exigências nutricionais das espécies são escassas, recomenda-se utilizar uma adubação padronizada para todas as plantas: 250 g de superfosfato simples e 300 g de calcário dolomítico por cova. Já em área de qualidade nutricional melhor, recomenda-se a adoção de uma dosagem de 150 g de NPK (4-14-8) por cova (BOTELHO et al., 1995).

Fenologia: de acordo com Lorenzi (2002), a floração do ingá-mirim ocorre entre os meses de outubro e fevereiro, e os frutos amadurecem entre os meses de março e maio.

Frutos e sementes: é recomendado que os frutos sejam colhidos diretamente da árvore, quando estiverem na fase de queda espontânea (PROCHNOW, 2007) Após a coleta, os frutos devem ser abertos manualmente e deve-se retirar a semente que estiver envolvida pelo arilo (MMC/SC, 2018).

Tipo de semente: recalcitrante (VIANNA, 2010).

Tratamento de superação de dormência: recomenda-se retirar a polpa que envolve a semente (VIANNA, 2010).

Taxa de germinação: cerca de 90% (VIANNA, 2010).

Produção de mudas: podem ser utilizados tubetes de 288 cm³ ou sacos plásticos com volume de 330 cm³ e substrato contendo, na proporção volumétrica de 6:2:2, composto orgânico, moinho de carvão e solo argiloso, respectivamente (KELLER et al., 2009).

Pragas e doenças: foram registrados parasitas fel-da-terra *Lophophytum mirabidele* Schott e Endel em suas raízes (REITZ, 1950).

Utilidade: a espécie é indicada para uso em plantios de recomposição de áreas ciliares degradadas, principalmente na faixa próximo aos cursos-d'água, com capacidade de sobreviver em áreas que sofrem encharcamento e inundação (DURIGAN, 1990). Tem boa sobrevivência em plantios de recuperação em áreas de mineração, sendo utilizada como espécie facilitadora, por ter a capacidade de atrair inúmeros animais e microrganismos (CORRÊA, 2007), sendo os frutos procurados por várias espécies de animais, amplamente consumidos por algumas espécies de peixes.

3.8 Jatobá

Nome científico: *Hymenaea courbaril* L.

Sinonímia botânica: *Hymenaea confertifolia* Hayne; *Hymenaea stilbocarpa* Hayne (PINTO, 2018).

Outros nomes: jatobá, jataí, jataí-açu, jataí-bravo, jataí-grande, jataí, jataí-açu, jataí-grande, jataí-peba, jataí-uba, jataí-uva, jataíba, jataúba, jatioba, jatiúba, jupati, copal, dentre outros (MELO; MENDES, 2005; CARRERO, 2014).

Habitat: *Hymenaea courbaril* pode ser encontrado naturalmente na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na Floresta Estacional Semidecidual, na Floresta Estacional Decidual (SEVILLHA; SCARIOT, 2000), no Cerradão, principalmente na mata ciliar DURIGAN et al., 1997); no Cerrado e nos encraves vegetacionais na Região Nordeste (Serras) (FERNANDES, 1992).

Distribuição geográfica: ocorre no Brasil, em Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, São Paulo e no Distrito Federal (ALMEIDA et al., 1998; BRANDÃO et al., 2002).

Descrição da espécie: árvore que alcança até 20 m de altura e 100 cm de diâmetro, (BOBROWIEC et al., 2000), possui fuste reto, copa arredondada com folhagem densa.

A casca é lisa de coloração cinza a castanho-acinzentada, possui espessura de até 3 cm e coloração interna marrom-avermelhada. As folhas são compostas, bifolioladas com disposição alterna, com folíolos de margem inteira, glabra e coriácea, com nervura central proeminente e secundárias planas na face abaxial. Suas flores são actinomorfas, hermafroditas, unicarpelares e uniloculares, dispostas em panículas terminais; as quatro sépalas são verde-creme, as cinco pétalas são brancas a creme-alaranjadas (MELO; MENDES, 2005). O fruto é uma vagem lenhosa, indeiscente, meio cilíndrica, dura, pouco comprida, de coloração marrom-brilhante, internamente revestido por polpa carnosa, farinácea, com odor adocicado característico, e comestível, com 2 a 8 sementes de cor vinho, ovalada (CARVALHO, 2003; BRANDÃO et al., 2002).

Aspectos ecológicos: o jatobá é classificado como semi-heliófito, clímax ou de final de sucessão, semicaducifólia (CARVALHO, 2003).

Hymenaea courbaril foi encontrada em 30% dos 43 levantamentos realizados em formações florestais ciliares extra-amazônicas (RODRIGUES; NAVE, 2004).

Grupo ecológico: clímax exigente de luz ou secundária tardia (COSTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: barocoria e zoocoria: *Dasyprocta leporina* (GALETTI; SAZIMA, 2006). Vários animais silvestres consomem os frutos dessa espécie, como paca, cutia e macacos, entre outros, que comem a polpa doce dos frutos e dispersam as sementes pela floresta. Além disso, podem ser dispersos pelas águas de rios, córregos e mares (COSTA, 2004).

Vetor de polinização: morcegos (LEE; LANGENHEIM, 1975).

Sistema sexual: hermafrodita (RESSEL et al., 2004).

Associações simbióticas: para a espécie *Hymenaea courbaril* não foram encontrados registros de nodulação (CAMPELLO, 1976; FARIA et al., 1984; OLIVEIRA, 1999). Em trabalhos com inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, também não foi observada responsividade na fase de formação da muda (LARCEDA et al., 2011).

Registro de seletividade a herbicida: sulfetrazone (500,0 gramas de ingrediente ativo ha⁻¹) (SOUZA et al., 2014), glyphosate (Roundup Original[®] = 0,70 L ha⁻¹) e sulfetrazone (Solara 500[®] = 0,70 L ha⁻¹) (GANDINI, 2011).

Onde plantar: o jatobá pode ser utilizado tanto em plantio puro a pleno sol, quanto em plantio misto; no último caso, a espécie tem uma resposta silvicultural melhor (SILVA, TORRE, 1993). Quando é utilizada em reflorestamentos heterogêneos e em reposição de mata ciliar, é recomendado o plantio em solos bem drenados ou com inundações periódicas de rápida duração e com encharcamento leve (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990).

Plantio: o jatobá pode ser utilizado em monocultura a pleno sol e espaçamento adensado; no entanto, a melhor resposta do comportamento silvicultural dessa espécie é em plantio misto (SILVA; TORRES, 1993), a pleno sol, associado com espécies pioneiras (AOKI; SOUZA, 1990).

Tratos culturais: após o crescimento das plântulas, sempre que necessário, é recomendável realizar o coroamento das mudas. Além disso, recomenda-se o controle de formigas-cortadeiras, caso estas estejam causando dano às plantas (SANTANA et al, 2012).

Crescimento: Botelho et al. (1995) relataram crescimento de 0,70 cm aos 18 meses de idade.

Fenologia: Almeida et al. (1998) constataram que a floração do jatobá vai de outubro a abril, com o pico da floração ocorrendo de dezembro a março. Já a frutificação inicia-se em abril e vai até junho.

Frutos e sementes: a coleta dos frutos pode ser realizada diretamente das árvores ou, de preferência, diretamente do chão, visto que os frutos caídos já alcançaram a maturação fisiológica (CRUZ; PEREIRA, 2015). A extração das sementes deve ser feita de forma manual, utilizando um martelo para romper o fruto. Após a extração, as sementes são lavadas em água, para a separação da polpa farinhosa, e depois selecionadas, para eliminar aquelas que apresentam perfurações causadas pelo ataque de pragas (CARVALHO, 1994).

Tipo de sementes: ortodoxas (CARVALHO et al., 2006).

Tratamento de superação de dormência: escarificação mecânica (ANDRADE et al., 2010) para superação da dormência tegumentar. Recomenda-se também, como tratamento para superação da dormência, a escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 35 minutos, seguida de lavagem em água corrente e imersão em

água, por 12 horas (FOWLER; MARTINS 2001). A dormência também pode ser quebrada por meio da escarificação em superfícies abrasivas (lixa ou esmeril), ou retirando pequenas partes do tegumento.

A escarificação com ácido sulfúrico é uma das alternativas indicadas para a quebra da dormência: quando as sementes são deixadas no ácido por 35 minutos, pode-se obter germinação de 98% das sementes (CARPANEZZI; MARQUES, 1981); por 10, 15 e 20 minutos, a germinação pode variar de 78 a 83% (BUSATTO et al., 2013; RALPH et al., 2013). Após a escarificação, as sementes devem ser lavadas em água corrente por 10 minutos, para remover o ácido que permanece no seu tegumento (CRUZ; PEREIRA, 2015).

Taxa de germinação: em condições naturais, quando a semente não passa por nenhum processo de quebra de dormência, a germinação inicia aos 29 dias após a semeadura, porém, para atingir 89,5%, são necessários 679 dias (CRUZ; PEREIRA, 2015). Em média, a germinação é de 20% (CARVALHO et al., 2006).

Produção de mudas: recomenda-se colocar uma semente por saco de polietileno com dimensões mínimas de 20 cm de altura e 7 cm de diâmetro, preenchido com substrato composto por esterco bovino 20% e terra de cultura a 80% (SANTANA et al., 2012).

Para produção de mudas, pode-se utilizar um substrato contendo solo, esterco e areia, na proporção 1:2:1, em saco de polietileno a pleno sol (CARVALHO FILHO, 2003).

Também pode-se fazer a semeadura direta no campo (CARVALHO, 2003). Nesse caso, deve-se escolher o início do período chuvoso, e a cova deve ter as dimensões de 40×40×40 e ser preenchida com a mistura de 1 kg de esterco bovino mais a terra que foi retirada da cova. Neste substrato, por opção, recomenda-se colocar três sementes por cova, para, aos 120 dias de plantio, selecionar a melhor plântula (SANTANA et al., 2012).

Pragas e doenças: quando o fruto ainda está em fase de maturação, preso à planta, coleópteros causam danos que dificultam sua disseminação. Quando o fruto cai no chão, fica sujeito ao ataque de cupins (HERINGER; FERREIRA, 1975).

Utilidade: do jatobá pode-se extrair diversos produtos: resina, tanino e frutos, que podem ser utilizados na culinária, de diversas formas (RIZZIN, 1979). Além disto, a madeira pode ser empregada na construção em geral, na marcenaria, em peças torneadas, em instrumentos musicais, em laminados, em cabos de ferramenta,

em postes, em esteios, em vigas, em tonéis e como implemento para caminhão e engenhos de açúcar (PARROTA et al., 1995). Seus produtos ainda oferecem aplicação na indústria farmacêutica e de cosméticos (SHANLEY, 2005). O jatobá também pode ser usado no paisagismo e no reflorestamento, para recuperação ambiental (BOBROWIEC et al., 2000; BRANDÃO et al., 2002), além de ser fonte alternativa de alimento para a fauna silvestre (ALMEIDA et al., 2011).

3.9 Angico-amarelo

Nome científico: *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Sinonímia botânica: *Caesalpinia dubia* Sprenger; *Cassia disperma* Vellozo; *Peltophorum vogelianum* Bentham (SILVA, 2018).

Outros nomes: acácia-amarela, amendoim, amendoim-falso, angico-bravo, camurça, curucaia, ibirá, monjoleiro, amendoim-bravo, angico, angicoamarelo, angico-cangalha, angico-vermelho, pororoca, barbatimão, cabeça-de-negro, cabelo-de-negro, cambuí, canafiste, canafrista-branca, canafrístula, cancença, favinha, canela-de-veado, canhafistula, canafístula, caobi, cássia-amarela, farinha-seca, faveira, faveiro, guarucaia, guazu, ibira-puitá, jacarandá-de-flor-amarela, madeira-nova, pau-vermelho, quebra-serra, sobrasil, tamboril, tamboril-branco, tamboril-bravo e tamburi (CARVALHO, 2002).

Habitat: *Peltophorum dubium* tem grande presença em todo o domínio da Floresta Estacional Semidecidual, nas formações Submontana e Montana (RODERJAN, 1990). É encontrado também na Floresta Estacional Decidual, no Cerradão (BERTONI et al., 1987), no Chaco Sul-Mato-Grossense (CONCEIÇÃO, 1991), nos encraves vegetacionais na Região Nordeste (FERNANDES, 1992), na Caatinga (LIMA; LIMA, 1998) e no Pantanal Mato-Grossense, ocorrendo nas transições entre áreas úmidas e secas. São encontrados espécimes na flora de áreas erodidas de calcário bambuí, no sudoeste da Bahia (LIMA, 1977). Segundo Carvalho (2003), é comum encontrar indivíduos dessa espécie em outros países da América do Sul.

Distribuição geográfica: pode ser encontrado de forma natural em Minas Gerais (BRINA, 1998), Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul (ROMAGNOLO; SOUZA, 2000), Rio de Janeiro, São Paulo, Alagoas (HERINGER; FERREIRA, 1973), Bahia (LIMA; LIMA, 1998), Paraíba, Pernambuco (DUCKE, 1953), Paraná (SOUZA et al., 1997), Rio Grande do Sul (THUM, 1992) e Santa Catarina.

Descrição da espécie: atinge de 10 a 20 m de altura e 35 a 90 cm de diâmetro (CARVALHO, 2003). A copa é dicotomicamente ramificada, ampla, largamente achatada-arredondada (CARVALHO, 2002). Quando jovem, a casca externa é marrom-escura, rugosa, com pequenas fissuras longitudinais, que se desprendem em lâminas pequenas, e, quando velha, a casca apresenta placas retangulares (CARVALHO, 2003). Em fase jovem, apresenta grande quantidade de lenticela de distribuição difusa ou colunar multisseriada; solitárias ou anastomosadas, de disposição e abertura horizontal (GARTLAND; SALAZAR, 1992). Casca interna dura, rósea, pouco fibrosa. As folhas são compostas, bipinadas, alternas, de até 50 cm de comprimento por 25 cm de largura, com 16 a 21 pares de pinas, de cor verde-escura; cada pina com 24 a 30 pares de folíolos elíptico-oblongos (CARVALHO, 2003). As flores amarelas estão reunidas em grandes e densas panículas terminais, de eixos e ramificações menores, também pubescentes (BRANDÃO et al., 2002). Os frutos são sâmaras com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura, contendo de 1 a 4 sementes (CARVALHO, 2003).

Aspectos ecológicos: planta decídua, heliófila (INOUE; GALVÃO, 1986), frequentemente encontrada em todo o domínio da floresta estacional semidecidual (DONADIO; DEMATTÊ, 2000). O angico-amarelo é abundante em formações secundárias, mas em florestas primárias são encontrados poucos indivíduos de grande porte no estrato dominante do dossel. Essa espécie ainda desempenha papel pioneiro em áreas abertas, em capoeiras e em matas degradadas. É comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando clareiras e bordas de mata (CARVALHO, 2003).

Rodrigues e Nave (2001), em levantamentos nas formações florestais, encontraram o angico-amarelo em 30% dos 43 levantamentos realizados em áreas extra-amazônicas, em diferentes regiões do Brasil.

A idade média de início da produção de sementes é 10 anos (MACHADO et al., 1998).

Grupo ecológico: pioneira (MELOTTO et al., 2009), secundária inicial (SILVA et al., 2003).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: essa espécie tem dispersão anemocórica (KANIESKI et al., 2008), e de acordo com Machado et al. (1998), além do vento, a espécie também é dispersa por autocoria, principalmente barocórica, por gravidade.

Vetor de polinização: abelhas (KANIESKI et al., 2008).

Sistema sexual: hermafrodita (KANIESKI et al., 2008).

Associações simbióticas: não estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (CAMPELLO, 1976; ALLEN; ALLEN, 1981; CARVALHO; CARPANEZZI, 1982; FARIA et al., 1984; GAIAD; CARPANEZZI, 1984; OLIVEIRA, 1999). Entretanto, em alguns casos é possível observar associação ectomicorrízica (ANTONIOLLI et al, 2010).

Registro de seletividade a herbicida: doses comerciais de setoxidim (184 g ha⁻¹), isoxaflutol (37,5 g ha⁻¹), bentazon (720 g ha⁻¹) (BRANCALION et al., 2009).

Onde plantar: pode ser encontrada em solos variando de ácidos (VALE et al., 1996) a solos de alta fertilidade (PENNINGTON, 2000), além de solos com boa drenagem e textura de franca a argilosa (CARVALHO, 1994).

Plantio: o angico-amarelo é utilizado em plantio misto, servindo no tutoramento de espécies secundárias ou clímax (CARVALHO, 2002). Além disto, em plantio misto, associado com espécies pioneiras, apresenta poucos ramos, boa desrama e cicatrização natural, resultando na formação de um fuste alto e sem nós (KAGEYAMA et a., 1990).

Tratos silviculturais: em fase de mudas recomenda-se realizar capinas e coroamento das plantas sempre que necessário, devido à concorrência com gramíneas, como capim-gordura (*Melinis minutiflora* P.Beauv.), braquiária (*Urochloa* spp.) e colônio (*Megathyrsus* spp.), que acabam afetando, por seu caráter agressivo, a sobrevivência e o crescimento das árvores, exigindo mais tempo para o estabelecimento da floresta (DAVIDE et al., 2000).

Crescimento: em comparação com outras espécies, o angico-amarelo tem crescimento rápido, desde que não esteja em condições de solos rasos, pedregosos e de baixa fertilidade (CARVALHO, 1994), e em locais sujeitos à geada (CARVALHO, 2003).

Adubação: o angico-amarelo tem exigência nutricional por P e Mg, sendo recomendada dose de 600 mg dm³ de P e 0,2 cmolc dm³ de Mg; para K dose de no mínimo 50 mg dm³; e para Ca dose de 0,8 cmolc dm³, não sendo necessária a aplicação de N (CRUZ et al., 2011), devido ao potencial de incorporação de nitrogênio no solo (BERTOLINI et al., 2015).

Fenologia: a floração é variável, em virtude das diferenças climáticas no País: de setembro a março, em São Paulo; de outubro a março, no Rio de Janeiro e em Santa Catarina; em novembro, no Mato Grosso do Sul; de dezembro a março, no Rio

Grande do Sul e no Paraná; e de março a agosto, em Pernambuco. A frutificação ocorre, em geral, entre os meses de abril e outubro (CARVALHO, 2002). Segundo Carvalho (1994), o processo reprodutivo inicia-se entre 7 e 12 anos de idade, em plantio.

Frutos e sementes: após a coleta, Oliveira et al. (2003) recomendam secar os frutos ao sol e, em seguida, colocá-los em um saco de aniagem, bater com um martelo de borracha e retirar os resíduos.

A produção de mudas de angico-amarelo é afetada pela dormência que as sementes apresentam: uma camada rígida, que impede a penetração da água, o que torna necessária a quebra da dormência (BERTOLINI et al., 2015). Outro fator que dificulta a germinação é a alta variedade de fungos que atacam as sementes (MUCCI; LASCA, 1986).

É importante realizar procedimento de quebra de dormência, visto que sem esse processo as sementes apresentam baixa taxa de germinação (CARVALHO, 2003).

Tipo de semente: ortodoxa (GUIMARÃES et al., 2011).

Tratamento de superação de dormência: essa espécie apresenta sementes com dormência tegumentar. Em situações naturais, a quebra da dormência ocorre pelo aumento repentino da temperatura do solo, causado pela abertura de clareiras na floresta (COSTA; KAGEYAMA, 1987). Para produção de mudas, Piroli et al. (2005) recomendam escarificação mecânica ou química, com ácido sulfúrico por 15 ou 10 minutos. Já Fowler e Martins (2001) recomendam escarificação em ácido sulfúrico concentrado, por 8 minutos, seguida de lavagem em água corrente.

Taxa de germinação: acima de 75% (PIROLI et al., 2005).

Produção de mudas: É recomendado que se utilizem recipientes, adicionando entre uma e duas sementes em cada. Quando são produzidas em tubetes de polipropileno de tamanho médio, o custo de produção diminui em um terço em relação à produção em sacos de polipropileno (MACHADO et al., 1998). Ainda como recomendação, é melhor que sejam produzidas a pleno sol, com substrato contendo 60% de esterco de gado curtido, mais 40% de casca de arroz carbonizada. A partir do plantio, a germinação pode ocorrer entre o sexto e o 120º dia. Após cerca de quatro meses da germinação, as mudas atingem porte adequado para plantio (CARVALHO, 2002).

Essa espécie também pode ser propagada por meio de enxertia, pelo método da garfagem em fendas cheias, apresentando, após 30 dias, 100% de pegamento (SILVA, 1982).

Pragas e doenças: poucos estudos registram o aparecimento de pragas e doenças no angico-amarelo, no entanto as pragas mais encontradas são: formiga-cortadeira dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* e o besouro-serrador (*Oncideres* spp.) (BERTOLINI et al., 2015).

Utilidade: a espécie é usada para alimentação animal (LEME et al., 1994), apicultura, medicina e paisagismo (TOLEDO FILHO; PARENTE, 1988). Além disso, apresenta potencial para produção de madeira serrada, para carvão, para uso ornamental e para reflorestamento ambiental (CARVALHO, 2003), como no reflorestamento realizado em encostas do Rio de Janeiro (PORTELA et al., 1999). Recomenda-se a espécie para plantio em matas ciliares (DURIGAN et al., 1997).

3.10 Monjoleiro

Nome científico: *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton Rose.

Sinonímia botânica: *Acacia glomerosa* Benth.; *Senegalia glomerosa* (Benth) Britton & Rose; *S.polyphylla* (DC.) Britton & Rose ex Britton & Killip (SENEGALIA, 2018).

Outros nomes: espinheiro-preto, espinheiro-vermelho e espinho-preto; espinheiro; monjoleiro; angico-branco, arranha-gato, gorocaia-com-espinho, monjoleira e monjolo-ferro; angico-branco, angico-monjolo, cauvi-jacaré, espinheiro-preto, gorocaia, gorocalha, gorucaia, monjoleiro, monjoleiro-branco e paricá-branco.

Família: Fabaceae

Habitat: está presente nos estádios iniciais da sucessão secundária (DURIGAN et al., 1997). Em formações secundárias sua ocorrência é mais frequente em todos os estádios sucessionais, com destaque nas encostas e nos topos de morros de terrenos pedregosos e secos (SILVA et al., 2007).

Distribuição geográfica: essa espécie tem ocorrência nos estados do Amazonas, Pará, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Ceará, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (SILVA; FIGUEREDO, 2013)

Descrição da espécie: planta espinhenta, que alcança de 15 a 20 m de altura, com o diâmetro do tronco crescendo de 0,40 a 0,60 m. Essa espécie apresenta folhas compostas, bipinadas, de 0,20 a 0,26 m de comprimento, com 10 a 16 jugas. Pinas de 0,06-0,08 cm de comprimento com 24-34 pares de folíolos (SOUZA, 2008).

Aspectos ecológicos: é comum encontrá-la colonizando áreas rochosas e encostas de morros, formando populações agregadas, mas também pode ser encontrada em solos profundos e em clareiras na floresta primária (DURIGAN et al., 1997).

Além disso, a espécie apresenta boa capacidade de suportar inundações periódicas e encharcamentos prolongados (SOUZA, 2008).

Grupo ecológico: pioneira ou inicial de sucessão (RIDOLFI, 2017).

Síndrome de dispersão de frutos e sementes: autocórica, do tipo barocórica e anemocórica (DURIGAN et al., 1997).

Vetor de polinização: mariposas e borboletas, e abelhas, destacando-se a abelha-europeia ou africanizada (*Apis mellifera*) (SILVA; ABSY, 2000).

Sistema sexual: monoica (DURIGAN et al., 1997).

Associações interespecíficas: Avaliando a possível inoculação com rizóbio no estabelecimento e no crescimento inicial de oito leguminosas, Soares et al. (2008) verificaram que *Acacia polyphylla* foi a única espécie que não apresentou nodulação.

Registro de seletividade a herbicida: o herbicida metribuzin foi seletivo para *S. polyphylla* (MONQUERO, 2011). No entanto, a espécie se mostrou sensível aos herbicidas ametryn, atrazine e hexazinone (BRITO, 2017).

Onde plantar: *Senegalia polyphylla* pode ocorrer naturalmente em vários tipos de solos, tanto em florestas situadas em solos férteis como nas situadas em solos de baixa fertilidade (CARVALHO et al., 1994).

Tratos silviculturais: não há uma especificação para o manejo, mas é recomendado fazer a capina periódica e o coroamento das plantas (ICV, 2017).

Crescimento: crescimento rápido (SOUZA, 2008).

Adubação: não foi encontrada na literatura recomendação específica de adubação para *Acacia polyphylla*, mas, de acordo com Botelho et al. (1995), em área de baixa fertilidade, e quando as informações sobre as exigências nutricionais das espécies são escassas, recomenda-se utilizar uma adubação padronizada para todas as plantas: 250 g de superfosfato simples e 300 g de calcário dolomítico por cova. Já

em área que disponha de qualidade nutricional melhor, recomenda-se a adoção de uma dosagem de 150 g de NPK (4-14-8) por cova.

Fenologia: essa espécie apresenta floração entre os meses de dezembro e março, e a maturação dos frutos acontece entre os meses de agosto e setembro; recomenda-se realizar a colheita no final do último mês (ARAÚJO NETO, 2005).

Frutos e sementes: os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore, no mês de setembro, quando apresentam uma coloração marrom-escuro, aspecto seco e início de deiscência, quando são considerados maduros. Após a colheita os frutos devem ser secos ao ar livre, para completar a deiscência e, então, proceder a retirada das sementes. No entanto, as sementes de *Senegalia polyphylla*, em condições naturais, deterioram-se rapidamente, portanto são incapazes de compor o banco de sementes do solo (ARAÚJO NETO, 2005).

Tipo de sementes: ortodoxa (MORI et al., 2012).

Tratamento de superação de dormência: O monjoleiro não precisa de nenhuma ação para quebra da dormência, mas para uma germinação homogênea é recomendada a imersão das sementes em água fria por duas horas (DURIGAN et al., 1997).

Taxa de germinação: são sementes que podem germinar em diferentes condições de sombreamento, assim como de temperatura e umidade (SOARES, 2008). Sua taxa de germinação é maior que 90% (ARRUDA et al., 2015).

Produção de mudas: recomenda-se semeadura em canteiros, para posterior repicagem, ou diretamente em embalagens individuais (CARVALHO, 2008).

Pragas e doenças: em sementes de *S. polyphylla* foram registrados dois tipos de coleópteros que causaram danos: *Bruchinae* e *Hymenoptera* (RODRIGUES, 2000).

Utilidade: Apresenta potencial para recuperação de áreas degradadas (DURIGAN et al., 1997). A madeira pode ser utilizada na marcenaria, torno e obras internas. Além disso, sua casca pode ser empregada na curtição do couro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A família botânica Fabaceae destaca-se entre as mais importantes em diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica, tanto em termos de número de espécies, quanto em número de indivíduos.

Além de se destacar em riqueza e abundância, a maioria das espécies dessa família é capaz de fixar o nitrogênio (N₂) atmosférico em simbiose com bactérias diazotróficas, o que faz com que elas se adaptem facilmente a ambientes com diferentes níveis de degradação. O fato de incorporarem quantidades consideráveis de nitrogênio no sistema. Portanto, a presença de espécies da família Fabaceae deve fazer parte da lista de espécies a serem utilizadas na restauração da Mata Atlântica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, O. N., ALLEN, E. K. **The leguminosae**: A source book of characteristics, uses, and nodulation. Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1981. 812 p.

ALMEIDA, S. D.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, v. 464, 1998.

ALMEIDA C. I. M.; LEITE, G. L. D.; ROCHA, S. L. et al. Fenologia e artrópodes de *Copaifera langsdorffii* Desf. no Cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 2, p. 64-70, 2006.

ALMEIDA, M. B.; SOUZA, W. C. O.; GOMES, E. C. S. et al. Descrição morfológica do fruto e semente do jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Semiárido. De Visu**, v. 1, n. 2, p. 107-115, 2011.

ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica** [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus: Editus, 2016. p. 100-137.

ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, L. A. B. et al. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, 2010.

ANTONIOLLI, Z. I.; SANTOS, L. C.; LUPATINI, M. et al. Efeito do cobre na população de bactérias e fungos do solo, na associação micorrízica e no cultivo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Pinus elliottii* Engelm e *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 419-428, 2010.

AOKI, H.; SOUZA, W. J. M. Comportamento do jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*) consorciado com *Pinus elliottii* var. *elliottii* em condições de arboreto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 78.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. et al. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 115-124, 2005.

ARAUJO FILHO, J. A. de. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

ARRUDA, D. M.; BRANDÃO, D. O.; VELOSO, M. D. D. et al. Germinação de sementes de três espécies de Fabaceae típicas de floresta estacional decidual. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, 2015.

AZANI, N.; BABINEAU, M.; BAILEY, C. D. et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão-guandu: uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BARBOSA, J. M.; AGUIAR, I. B.; SANTOS, S. R. G. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 665-674. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v. 4, parte 3, edição especial, 1992.

BARBOSA, J. M.; AGUIAR, I. B. Maturidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. através de avaliação de diferentes métodos e indicadores de maturação. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 149.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.

BARROSO, G. M.; COSTA, C. G.; GUIMARÃES, E. F. et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. 304 p. v. 1.

BERTONI, J. E. A.; TOLEDO FILHO, D. V.; LEITÃO FILHO, H. F. et al. Contribuição ao conhecimento da flora arbórea-arbustiva do Cerrado da Reserva Estadual de Porto Ferreira (SP). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 38., 1987, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil/Universidade de São Paulo, 1987, p. 200.

- BERTOLINI, I. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015.
- BOBROWIEC, P. E.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Langenheim (Leguminosae-Caesalpinoidea) em Uberlândia - MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000, p. 154.
- BORGES, L. A. A. P. **Biologia reprodutiva de espécies lenhosas de Leguminosae na Caatinga**. 2010. 114 f. Tese (Doutorado Biiologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N. J. S. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 1995. 28 p.
- BOURNAUD, C.; FARIA, S. M.; SANTOS, J .M. et al. *Burkholderia species* are the most common and preferred nodulating symbionts of the Piptadenia Group (Tribe Mimoseae). **Plos One**, p. e63478, 2013.
- BOURNAUD, C.; JAMES, E. K.; FARIA, S. M. et al. Interdependency of efficient nodulation and arbuscular mycorrhization in *Piptadenia gonoacantha*, a Brazilian legume tree. **Plant Cell Environmental**, p. 1-17, 2017a.
- BOURNAUD, C.; MOULIN, L.; CNOKAERT, M. et al. *Paraburkholderia piptadeniae* sp. nov. and *Paraburkholderia ribeironis* sp. nov., two root-nodulating symbiotic species of *Piptadenia gonoacantha* in Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 67, p. 432-440, 2017b.
- BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO. R. P. et al. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J. P.; MACEDO, J. F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig, 2002. 528 p.
- BRINA, A. E. **Aspectos da dinâmica da vegetação associada a afloramentos calcários na APA Carste de Lagoa Santa, MG**. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 105 p.
- BRITO, L. A. **Germinação e crescimento inicial de espécies florestais sob influência de herbicidas lixiviáveis**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantin, 2017.
- BUSATTO, P. C.; NUNES, A. S.; COLMAN, B. A. et al. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 154-160, 2013.
- CABRAL, C. M. **Fitorremediação por espécies arbóreas de solo contaminado com herbicida clomazone: efeito na morfologia, anatomia e rizosfera**. 2012. 75 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 2012.

CAMARGO, A. F.; OLIVEIRA, F.; ROSADO, S. C. S. Micorrizas vesicular-arbusculares em óleo-copaíba (*Copaifera langsdorffii*). In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., 1988, Curitiba. **Anais..** Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988, p. 657-668.

CAMPELLO, A. B. **Caracterização e especificidade de *Rhizobium* spp. de leguminosas florestais.** 1976. 22 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1976.

CAMPELLO, E. F. C. **A influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia.** 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T. **Germinação de sementes de jutaí-açu (*Hymenaea courbaril* L.) e de jutaí-mirim (*H. parvifolia* Huber) escarificadas com ácido sulfúrico comercial.** Belém: Embrapa-CPATU, 1981. 15 p. (EMBRAPA-CPATU. (Circular Técnica, 19).

CARRERO, G. C.; PEREIRA, R. S.; JACAÚNA, M. A. et al. **Árvores do sul do Amazonas:** guia de espécies de interesse econômico e ecológico. 2. ed. Manaus: IDESAM, 2014. 57 p.

CARVALHO, P. E. R.; CARPANEZZI, A. A. Espécies florestais com associações simbióticas, promissoras ou indicadas para plantio no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 7., Associações biológicas entre espécies florestais e microorganismos para aumento da produtividade econômica dos reflorestamentos, 1982, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa-URPFCS, 1982. p.7-17. (Embrapa URPFCS. Documentos, 12).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Colombo: Embrapa Florestas. 2003. vol. 1., 1039 p.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F. e. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Pau-jacaré - *Piptadenia gonoacantha*.** Colombo: Embrapa Florestas. 2004. 12 p. (Embrapa Florestas: Circular Técnica 91).

CARVALHO, L. R., SILVA, E. A. A., DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. v. 2, 627 p.

-
- CARVALHO, P. E. R. **Jatobá-do-cerrado *Hymenaea stigonocarpa***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (EMBRAPA Floresta: Circular Técnica 133).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 593 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas. 2008. vol. 3., 591 p.
- CARVALHO, F.; BOTELHO, S. A.; OLIVEIRA, J. P. et al. **Análise do processo de restauração de uma área localizada em Lavras, MG**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, Rio de Janeiro, 2016.
- CAVALHEIRO, K. O.; AMEIXEIRO, C. A. C. Biologia floral de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v. 8, n. 25, p. 11-13, 1992.
- CHADA, S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas. **Revista Árvore**, v. 28, p. 801-809, 2004.
- CHAER, G. M.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. et al. *Nitrogen-fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil*. **Tree Physiology**, v. 31, n. 2, p. 139-149, 2011.
- CONCEIÇÃO, C. A. Influência do chaco nas matas ciliares dos rios Miranda e Paraguai em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 42., 1991, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1991. p. 377.
- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: Manual para revegetação**. 1. ed. Brasília: Universa, 2007. 173 p.
- CORREIA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. 707 p.
- COSTA, J. A. S. *Copaifera langsdorffii* Desf. in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22896>>. Acesso em: 01 Jan. 2018.
- COSTA, P. M. F. **Efeitos da alta concentração de CO₂ sobre o crescimento e o estabelecimento de plântulas do jatobá de mata *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Heyne) Lee & Langenheim (Leguminosae, Caesalpinoideae, Detarieae)**. 2004. 88 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- COSTA, R. B.; KAGEYAMA, P. Y. Superação da dormência de sementes florestais em laboratório: implicações com as condições naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., 1987, Gramado. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1987. p. 151.

CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 5 p. (Comunicado Técnico, 263).

CRUZ, C. A. F.; CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N. et al. Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafístula cultivadas em latossolo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 983-995, 2011.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: Cemig; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R. et al. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p. 65-74, 2000.

DEUS, F. F.; VALE, V. S.; SCHIAVINI, I. et al. Diversity of reproductive ecological groups in semideciduous seasonal forests. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1885-1902, 2014.

DIAS, H. C. T. **Fenologia de quatro espécies arbóreas e variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG**. 1995. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1995.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. et al. Nutrition jatoba (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang). **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996.

DUBOC, N. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado**. 2005. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

DUCKE, A. **As leguminosas de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: Memória do Instituto Oswaldo Cruz, v. 51, p. 417-461, 1953.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas e Letra, 1997. 65 p.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Federal, 1990. (Série de Registros 4).

DURIGAN, G. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 2, n. 43, p. 321-329, 2012.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. et al. Emergência e crescimento inicial da canafistula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C. et al. Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 635-644, 2015.

EIRA, M. T. S.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R. et al. Conservação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. Leguminosae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 523-526, 1992.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. et al. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n. 2, p. 321-328, 2006.

FABACEAE in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 30 abr. 2018

FARIA, S. M.; FRANCO, A. A.; MENANDRO, M. S. et al. Levantamento da nodulação de leguminosas florestais nativas na região sudeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, p. 143-153, 1984.

FARIA, S. M.; FRANCO, A.A.; JESUS, R.M. DE; MENANDRO, M.S.; BAITELLI, J.B.; MUCCI, E.S.F.; DOBEREINER, J.; SPRENT, J.I. New nodulating legume trees from South-East Brazil. **New Phytologist**, v. 98, p. 317-328, 1984.

FARIA, S.M.; LEWIS, G.P.; SPRENT, J.I.; SUTHERLAND, J.M. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. **New Phytologist**, v.11, p. 607-619, 1989.

FARIA, S. M.; LEWIS, G. P.; SPRENT, J. I. et al. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. **New Phytologist**, v. 111, p. 607-619, 1989.

FARIA, S. M. Occurrence and rhizobial selection for legume trees adapted to acid soils. In: EVANS, D. O.; SZOTT, T. (Ed.). **Nitrogen fixing trees for acid soil**. Hawaii: Nitrogen Fixing Tree Association, 1995. p. 295-300.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. Lavras. 1996. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

FARIA, S. M.; LIMA, H. C. Additional studies on the nodulation status of legume species in Brazil. **Plant and Soil**, v. 200, p. 185-192, 1998.

FARIA, S. M.; LIMA, H. C.; OLIVARES, F. L. et al. Nodulação em espécies florestais: especificidade hospedeira e implicações na sistemática de Leguminosae. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S. et al. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: SBCS/UFLA/DCS, 1999. p. 667-686.

FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. **Algumas espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para vegetação de áreas degradadas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 8 p.

FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F.; XAVIER, D. F. et al. Multi-purpose fast-growing legume trees for smallholders in the tropics and sub-tropics: firewood, fencing and fodder. In: Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 2010. 6 p. (Comunicado Técnico).

FARIA, S. M.; MORAES, L. F. D.; LIMA, H. C. et al. **Composição florística de leguminosas com potencial para fixação biológica de nitrogênio em áreas de vegetação de canga (savana metalófito) do entorno do complexo minerador de Carajás**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. (Comunicado Técnico, 140),

FELFILI, J. L.; SANTOS, A. A. B. Direito ambiental e subsídios para a vegetação de áreas degradadas no Distrito Federal. **Comunicação Técnicas Florestais**, v. 4, n. 2, p. 135, 2002.

FERNANDES, A. G. Biodiversidade do semi-árido nordestino. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 1, p. 119-125, 1992. Edição dos Anais do Congresso Florestal de Essências Nativas, 2., 1992, São Paulo. Edição especial.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. et al. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna Macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n 1, p. 24-31, 2004.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. et al. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2005.

FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; NETO, J. A. A. M. et al. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta estacional semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, espécies de maior ocorrência na região. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1121-1130, 2007.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v. 13, n. 3, p. 271-279, 2007a.

FERREIRA, M. G. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em solo contaminado com auxinas sintéticas**. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017. 56 f.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências nativas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, n. 42, p. 1-18, 1988.

FILARDI, F. L. R. *Machaerium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29774>>.

BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

FRUTAS DO MATO (FM). **Inga marginata, família das Fabaceae**. Disponível em: <<http://www.colecionandofrutas.org/ingamarginata.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

IORE, R. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A. et al. Growth and nutritional analysis of tree species in contaminated substrate by leachable herbicides. **Revista Árvore**, v. 40, n. 4, p. 585-594, 2016.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FRANÇA-JÚNIOR, 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, 2013.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R. da; FARIA, S. M. de. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: Embrapa-CNPBS, 1992. 11 p. (Embrapa CNPBS. Comunicado Técnico, 9).

FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology Biochemistry**, v. 29, p. 897-903, 1997.

FRANCO, A. A.; BALIERO, F. C. The role of biological nitrogen fixation in landreclamation, agroecology and sustainability of tropical agriculture. In: ROCHA MIRANDA, C. E. (Ed.). **Transition to global sustainability: the contribution of Brazilian science**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 209-234

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; SILVA, E. M. R. et a. **Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. (Documentos INFOTECA-E).

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Manejo nutricional integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade dos sistemas produtivos utilizando a FBN como fonte de nitrogênio. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. Cap. 8, p. 201-220.

FRANCO, A. A. et al. Revegetação de áreas degradadas pela mineração e processamento de bauxita. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2006. Cap. 14.

FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 311-321, 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, Disponível em <<https://www.sosma.org.br/106279/desmatamento-da-mata-atlantica-cresce-quase-60-em-um-ano/>>. Acesso em 04/01/2018.

GAIAD, S.; CARPANEZZI, A. A. Ocorrência de *Rhizobium* em leguminosas de interesse silvicultural para a Região Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, p. 56-158, 1984.

GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006.

GANDINI, E. M. M. **Capacidade competitiva, seletividade de herbicidas e atividade microbiana rizosférica de mudas de *Hymenaea courbaril* L.** 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

GARTLAND, H. M.; SALAZAR, W. Descripción y clave de reconocimiento de las principales especies forestales de Misiones al estado de renuevo. **Yvyrareta**, v. 3, n. 3, p. 117-129, 1992.

GHAZOUL, J.; BURIVALOVA, Z.; GARCIA-ULLOA, J. et al. Conceptualizing forest degradation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 10, p. 622-632, 2015.

GIBBS, H. K.; SALMON, J. M. Mapping the world's degraded lands. **Applied Geography**, v. 57, p. 12-21, 2015.

GONÇALVES, C. A.; GOI, S. R.; NETO, J. J. Crescimento e nodulação de *Inga marginata* em resposta à adição de nitrogênio, fósforo e inoculação com rizóbio. **Floresta e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 118-126, 1999.

GUIMARÃES, C. C.; FARIA, J. M. R.; OLIVEIRA, J. M. et al. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (spreng.) Taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 207-215, 2011.

- HERINGER, E. P.; FERREIRA, M. B. Dois faveiros (um brasileiro e outro africano) e a sibipiruna. **Cerrado**, v. 5, n. 21, p. 29-33, 1973.
- HERINGER, E. P.; FERREIRA, M. B. Árvores úteis da região geoeconômica do Distrito Federal: dendrologia: o gênero *Hymenaea* - jatobás, jataís, jutaís, etc. **Cerrado**, v. 7, n. 27, p. 27-32, 1975.
- HERRERA, M. A.; SALAMANCA, C. P.; BAREA, J. M. Inoculation of woody legumes with select arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified mediterranean ecosystems. **Applied Environmental Microbiology**, v. 59, n. 1, p. 129-133, 1993.
- INGA* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23012>>. Acesso em: 01 jan. 2018.
- INOUE, M. T.; GALVÃO, F. Desempenho assimilatório de *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius* e *Matayba elaeagnoides*, em dependência da intensidade luminosa. **Acta Forestalia Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 89-98, 1986.
- INSTITUTO CENTRO DE VIDA (ICV). **Relatório de restauração florestal: implantação**. Mato Grosso:Alta Floresta, 2017.
- JESUS, E. C.; SCHIAVO, J. A.; FARIA, S. M. Dependência de micorrizas para a nodulação de leguminosas arbóreas tropicais. *Revista Árvore*, v. 29, n. 4, p. 545-552, 2005.
- KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO JUNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v. 1, p. 109-112.
- KANIESKI, M. R.; CHASSOT, T.; MUNI, M. F. B. Efeitos do extracto aquoso de *Nerium Oleander* L. na germinação e na sanidade de sementes de *Peltophorum Dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 31, n. 2, p. 119-126, 2008.
- KELLER, L.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, p. 305-314, 2009.
- LACERDA, K. A. P.; SILVA, M. M. S.; CARNEIRO, M. A. C. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada no crescimento inicial de seis espécies arbóreas do cerrado. **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 377-386, 2011.
- LEE, Y. T.; LANGENHEIM, J. H. Systematics genus *Hymenaea* (Leg. Caesalpinoidea, Ditarieae). **University California Publications Botany**, v. 69, p. 1-109, 1975.
- LEITE, A. M. C.; SALOMÃO, A. N. Estrutura populacional de regenerantes de copaíba (*Copaifera langsdorffii*Desf.) em mata ciliar do Distrito Federal. **Acta Botânica Brasilica**, v. 6, p. 123-134, 1992.

- LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbri, produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.
- LEME, M. C. J.; DURIGAN, M. E.; RAMOS, A. Avaliação do potencial forrageiro de espécies florestais. IN: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p. 147-155. Documentos, 261.
- LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. et al. (Ed.). **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005. 577 p.
- LIMA, D. A. A flora de áreas erodidas de calcário Bambuí, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 37, n. 1, p. 179-194, 1977.
- LIMA, K. D. R.; CHAER, G. M.; ROWS, J. R. C. et al. seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na Caatinga. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 203-213, 2015.
- LIMA, P. C. F.; LIMA, J. L. S. Composição florística e fitossociologia de uma área de Caatinga em Contendas do Sincorá, Bahia, microregião homogênea da Chapada Diamantina. **Acta Botânica Brasilica**, v. 12, n. 3, p. 441-450, 1998.
- LIMA NETO, V. C. **Triagem de germoplasma para localização de resistência ao vírus do mosaico da cassia em plantas de Senna Macranthera (Collad.) Irwin & Barn.** 2011. 45 f. Tese (Pós-Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2011.
- LOPES, E. A. Plantas medicinais. In: BONONI, V. L.; MACEDO, A. C. **Aproveitamento racional de florestas nativas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1986. p. 23-25.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação, e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. v. 2, Nova Odessa: Instituto Platarum, 2000. 339 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Platarum, 2002. 368 p.
- THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP (LPWG). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, p. 44-77, 2017.
- LYONS, K. G.; BRIGHAM, C. A.; TRAUT, B. A. et al. Rare species and ecosystem functioning. **Conservation Biology**, v. 19, n. 4, p. 1019-1024. 2005.
- MACHADO, J. W. B. **Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. 140 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

- MACHADO, J. A. R.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Avaliação econômica na formação de mudas em sacos de polietileno e em tubetes para plantio de canafístula - *Peltophorum dubium* Sprengell (Taubert). **Revista do Instituto Florestal**, v. 1, n. 2, p. 207-215, 1998.
- MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.
- MARCHETTI, M. M.; SANTOS, J. C. P.; BARATTO, C. M. Caracterização de bactérias em nódulos de leguminosas arbóreas de fragmentos da Floresta Ombrófila Mista. **Revista Scientia Agrária**, v. 18, n. 4, p. 50-62, 2017.
- MELO, M. G. G.; MENDES, A. M. S. Informativo técnico: *Hymenaea courbaril*. Manaus, 2005. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/sementes/iT/9_Jatoba.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009
- MENDONÇA, E. H. M.; SCHIAVINATO, M. A. Efeito de fontes e concentrações diferentes de nitrogênio mineral no desenvolvimento de plantas e nódulos de duas espécies de angico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. Resumos... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1995.
- MOVIMENTO DE MULHERES CAMPONESAS EM SANTA CATARINA (MMC/SC). **Mulheres preservam a biodiversidade**. Disponível em: <http://www.mmcbrasil.com.br/site/materiais/download/folder_biodiversidade.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2018.
- MONQUERO, P. A.; PENHA, A. S.; ORZARI, I. et al. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabacea), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, n. 2, p. 159-168, 2011.
- MONTANARELLA, L. Agricultural policy: Govern our soils. **Nature**, v. 528, p. 32-33, 2015.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- MOREIRA, F. M. S.; SILVA, M. F.; FARIA, S. M. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytologist**, v. 121, p. 563-570, 1992.
- MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 p. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P. **Sementes florestais - Guia para germinação de 100 espécies nativas.** São Paulo: Instituto Re flora, 2012. p. 83.

MORIM, M. P.; BARROSO, G. M. Leguminosae arbustivas e arbóreas da Floresta Atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: subfamílias Caesalpinioideae e Mimosoideae. **Rodriguesia**, v. 58, n. 2, p. 423-468, 2007.

MORIM, M. P. *Anadenanthera* in **Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB18071>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

MORIM, M.P.; MESQUITA, A.L.; BONADEU, F. *Enterolobium* in **Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83154>>. Acesso em: 01 Jan. 2018.

MUCCI, F. E. S.; LASCA, C. C. Flora fúngica de sementes de essências florestais nativas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 352, 1986.

NETO, N. E.; CAMPOS, D. T. S.; CENI, I. et al. Caracterização de bactérias isoladas de caule e raiz em *Discolobium* spp. **Ciência & Tecnologia**, v. 8, número especial, 2016.

NUNES, S. R. D. F. S.; GARCIA, F. C. P.; LIMA, H. C. et al. Mimosoideae (Leguminosae) arbóreas do parque estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil: distribuição geográfica e similaridade florística na Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Rodriguesia**, v. 58, n. 2, p. 403-421, 2007.

OBERLAENDER, E. R. **Fenologia de *Senna Macranthera* (Collad.) Irwin & Barbeneby e *Senna multijuca* (Rich.) Irwin & Barbeneby no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e na área urbana de Teresópolis – RJ.** 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 52, p. 141-194. 1995.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. Q.; JESUS, E. C.; LISBOA, F. J. et al. Nitrogen-fixing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 48, p. 95-100, 2017.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de leguminosae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 13, n. 3, p. 263-269, 1999.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Evaluation of methods for dormancy breaking and disinfestation of canafistula seeds (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert Caesalpinioideae. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 52, n. 1, p. 141-194, 1995.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO (FAO). **Status of the world's soil resources**. Rome: FAO, 2015. 608 p.

PARROTA, J. A.; FRANCIS, J. A.; ALMEIDA, R. R. **Trees of the Tapajós: a photographic field guide**. Rio Piedras: USDA, 1995. 371 p.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. A.; PENDRY, C. Neotropical seasonally dry forests and Pleistocene vegetation changes. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 261-273, 2000.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; BERG, E. V. D. et al. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do rio grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 235-253, 2010.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Restauração de ecossistemas: bases ecológicas e silviculturais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Org.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais? 25 anos de experiência em Matas Ciliares**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2015, v. 1, p. 369-432.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. et al. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 713-720, 2002.

PINHEIRO, M.; SAZIMA, M. Visitantes florais e polinizadores de seis espécies arbóreas de leguminosae melitófilas na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 447-449, 2007.

PINTO, R. B.; TOZZI, A. M. G. A.; MANSANO, V. F. *Hymenaea* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22972>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

PIPTADENIA in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB31387>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 1993. 192 p.

PIROLI, E. L.; CUSTÓDIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (spreng.) taub. tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.

POLIDORO, J. C. Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos) – Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. 53 p.

POLO, M.; FELIPPE, G. M. Viabilidade e longevidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. **Resumo...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fisiologia/Universidade Federal de Lavras, 1995. p. 40.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L., PINARODRIGUES, F. C. M. Efeito de 4 níveis de sombreamento sobre o desenvolvimentd inicial de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (tamboril) e *Clitoria fairchildiana* Howard (sombreiro). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Resumo...** Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil/Universidade Regional de Blumenau, 1999. p. 162.

POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 413-424, 2006.

PROCHNOW, M. **Nos jardins das florestas**. Rio do Sul: APREMAVI, 2007. 188 p.

PROGRAMA NACIONAL DE SOLOS DO BRASIL (PRONASOLOS) / José Carlos Polidoro ... [et al]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. 53 p. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 183).

RALPH, L. N.; SOARES, A. N. R.; SOUTO, P. C. et al. Métodos para superação de dormência em sementes de jatobá. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2013.

REIS, L. L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Sacará-Taquera, Porto Trombetas (PA)**. 2006. 159 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

REITZ, R. Vegetação do morro do Baú. **Rodriguésia**, v. 25, p. 267-288, 1950.

RESENDE A. S.; CHAER, G. M.; CAMPELLO, E. E. C. et al. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 71-92, 2013.

RESENDE, A. S.; KONDO, M. K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 210, p. 46-56, 2001.

- RESENDE, A. S.; MACEDO, M. O.; CAMPELLO, E. F. C. et al. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. In: BECKER, B. K.; GARAY, I. (Ed.). **Dimensões humanas da biodiversidade**. Petrópolis: Vozes, 2006. p. 315-340.
- RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SCHIAVINI, I. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 311-323, 2004.
- RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; FRANCO, A. A.; LOPES, E. S. Eficiência e competitividade de estirpes de *Bradrrhizobium* spp. para *Enterolobium contortisiliquum*, em latossolo ácido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n. 10, p. 219-225, 1986.
- RIBEIRO, R. D.; LIMA, H. C. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no centro de diversidade vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 1, p. 111-127. 2009.
- RIDOLFI, S. D. **Fenologia de comunidade arbórea em um remanescente de floresta semidecidual na bacia do Rio Grande-MG**. 2017. 154 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação Ambiental) – Universidade Federal de Lavra, Lavras, 2017.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: Humanismo, Ciência e Tecnologia, 1979. 374 p.
- RODERJAN, C. V. **Caracterização da vegetação da Reserva Florestal Cabeça de Cachorro em Toledo, PR**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1990. 10 p. Mimeografado.
- RODRIGUES, L. M. S. **Insetos predadores de sementes e suas relações com a qualidade e a morfologia de frutos e sementes**. 2000. 117 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) –Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.
- RODRIGUES, R. R. (Coord.). **Trilhas do Parque da ESALQ: árvores medicinais**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 28 p.
- RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. Heterogeneidade florística de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, R. R. (Org.). **Matas ciliares: Conservação e Recuperação**. 3. ed. v. 1, São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004, p. 45-72.
- ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 2, p. 163-174, 2000.
- ROSSI, T. **Coifera langsdorffii (Copaíba)**. Campinas: IPEF, 2008. Disponível em: <www.ipef.br/identificacao/copaijera.langsdorffii.asp> Acesso em: 26 mar. 2018.

- ROSSI, T. *Hymenaea coubaril* var. *stilbocarpa* (Jatobá). IPEF. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/hymenaea.coubaril.asp>>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- SALGADO, M. A. S.; REZENDE, A. V.; FELFILI, J. M. et al. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal**, n.70, p. 13-21, 2001.
- SALVADOR, J. L. G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, n. 33, p. 73-78, 1986.
- SANTANA, R. C.; OLIVEIRA, L. F. R.; MACHADO, E. L. M. et al. **Pequi, mangaba e jatobá: da produção de mudas ao plantio**. Diamantina: UFVJM, 2012. 50 p.
- SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbania, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Arvore**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.
- SANTOS JÚNIOR, N. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**, v. 10, n. 1, p. 103-117, 2004.
- SANTOS, J. H. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, JOSÉ A. A. et al. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 387-396, 2004.
- SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; SILVA, A. C. R. et al.. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v. 5, n. 3, p. 360-374, 2016.
- SARAVY, F. P.; FREITAS, P. J.; LAGE, M. A. et al. Síndrome de dispersão em estratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em alta floresta- MT. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2003.
- SENEGALIA* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB100997>>. Acesso em: 01 mai. 2018
- SENNA* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB28201>>. Acesso em: 30 jan. 2018
- SCHEUBLIN, T. R.; RIDGWAY, K. P.; YOUNG, J. P. W. et al. Nonlegumes, legumes, and root nodules harbor different arbuscular mycorrhizal fungal communities. **Applied Environmental Microbiology**, v.70, p. 6240-6246, 2004.
- SCHEUBLIN, T. R.; van LOGSTESTIJN, R. P.; van der HEIDJE, M. G. A. Presence and identity of arbuscular mycorrhizal fungi influence competitive interactions between plant species. **Journal of Ecology**, v. 95, p. 631-638, 2007.

SCHMIDT, L. **Tropical forest seed**. New York: Springer, 2007. 409 p.

SEVILHA, A. C.; SCARIOT, A. Florística e fitossociologia da comunidade arbórea de uma floresta decídua no Vale do Rio Paraná - GO. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTA, 6., 2000, Porto Seguro. **Resumo Técnico**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 309-311.

SHANLEY, P. Jatobá: *Hymenaea courbaril* L. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém, PA: CIFOR, 2005. p. 105-113.

SILVA, T.S.; RANDO, J.G.; CARVALHO, D.A.S. *Peltophorum* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83567>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L. et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 353-361, 2007.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L. et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, C. T. D.; REIS, G. G. D.; REIS, M. D. G. F. et al. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 429-441, 2004.

SILVA, L. B. X.; TORRES, M. A. V. Reflorestamento misto x puro - Foz do Chopim (1979-1991) COPEL - Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993. v. 2, p. 463-467.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. 2nd ed. London: Academic Press, 1997.

SOARES, P. G.; RODRIGUES, R. R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Forestalis**, v. 78, p. 115-121, 2008.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL (SPVS). **Nossas árvores: manual de recuperação da Reserva Florestal Legal**. Curitiba: FNMA, 1996.

SOUSA, J. V. **Desenvolvimento inicial de leguminosas arbóreas nativas em várzea sob diferentes condições de drenagem na regeneração de matas ciliares**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2008.

SOUZA, C. T. M.; BRAGA, J. R.; PEREIRA, K. I. et al. **Métodos para quebra da dormência em sementes de jacarandá bico de pato (*Machaerium Nyctitans*)**. In: CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA-CENAR, v. 1, n. 1, 2015.

SOUZA, M. C.; CISLINSKI, J.; ROMAGNOLO, M. B. Levantamento florístico. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: UEM, **Nupélia**, 1997. p. 343-368.

SOUZA, T. M.; IKEDA, F. S.; ISERNHAGEN, I. Seletividade do herbicida sulfentrazone a duas espécies florestais nativas: jatobá-da-mata e faveira. Embrapa Agrossilvipastoril-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SEMANA ACADÊMICA-Sinop/2014, 1., 2014, Sinop, MT. **Resumos...** I Semana Acadêmica-Sinop/2014, III Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril, Seminário Integrador PIBID e Tutoria, Mostra de Ensino e Extensão. Brasília: Embrapa, 2014. p. 159.

SPRENT, J. I. **Nodulation in legumes**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2001.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista de Brasileira Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

THRALL, P. H.; MILLSON, D. A.; JEAVONS, A. C. Seed inoculation with effective root-nodule bacteria enhances revegetation success. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p. 740-751, 2005.

THUM, A. B. Influência da inundação na disseminação natural de espécies florestais em povoamentos de *Eucalyptus* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. v. 1, p. 239-249.

TOLEDO FILHO, D. V.; PARENTE, P. R. Arborização urbana com essências nativas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 42, p. 19-31, 1988.

TOLEDO FILHO, D. V.; LEITAO FILHO, H. F., BERTONI, J. E. A. et al. Composição da flora arbórea de um fragmento florestal nas margens do Rio do Peixe, município de Lindóia - SP. **Revista Instituto Florestal**, v. 9, n. 2, p. 111-123, 1997.

TOMA, M. A.; CARVALHO, T. S.; GUIMARÃES, A. A. et al. Tripartite symbiosis of *Sophora tomentosa*, rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 48, p. 680-688, 2017.

VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; RENÓ, N. B. et al. Crescimento radicular de

espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileiras**, v. 31, p. 609- 616, 1996.

van der HEIJDEN, M. G. A.; BARDGETT, R. D.; van STRAALLEN, N.M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, v. 11, p. 296–310, 2008.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, p. 273-86, 2002.

VIANNA, A. X. M. R. **Bases para a definição de protocolos para restauração da Floresta Atlântica no litoral norte do Paraná**. 2010. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná, 2010.

WIKIAVES. **Ingá – feijão – *Inga marginata***. 2011. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br/flora:inga-feijao>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta botânica brasílica**, n. 21. v. 3, p. 553-573. 2007.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G. et al. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. Nota científica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 77-87, 2002.

CAPÍTULO 6

Fertilização de espécies arbóreas nativas

*Múcio Mágnio de Melo Farnezi
Luiz Felipe Ramalho de Oliveira
Reynaldo Campos Santana
Enilson de Barros Silva*

1. INTRODUÇÃO

A fertilização florestal é uma complexa etapa dentro do contexto de ecologia da produção. As avaliações para recomendação de fertilização, seja de espécies de interesse agrônômico seja de espécies florestais, são, em geral, desenvolvidas para ser empregadas de forma monoespecífica, por exemplo, em plantações de soja, milho, cana, café, eucalipto, seringueira, pinus, dentre outras.

Estudos de espécies arbóreas requerem compreensão da estrutura horizontal e vertical de um povoamento, elucidando o crescimento das árvores quanto à forma, à taxa de crescimento por fase desenvolvimento, à alocação de carbono, às especificidades dos materiais genéticos, às adaptações às condições edafoclimáticas, às eficiências fotossintética e no uso de água e nutrientes, à ciclagem de nutrientes, dentre outros.

2. LEIS GERAIS DA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

O fornecimento de nutrientes para uma cultura é baseado em curvas de resposta, que podem ser desenvolvidas considerando uma ou mais leis gerais da fertilidade do solo e nutrição de plantas:

- Lei do mínimo (Lei de Liebig): Estabelece que a quantidade do nutriente essencial disponível que se encontra no mínimo regula a produção da cultura em relação às necessidades da planta.

- Lei das relações fisiológicas ou lei dos fatores de crescimento (Leis de Mitscherlich): Baseia-se no fato de que o aumento da produção não é proporcional ao aumento do fator limitante.

- Lei da restituição: Assume que a restituição dos nutrientes removidos do solo deve ser realizada para evitar a sua degradação.

- Lei do máximo: Baseia-se no fato de que um fator de produção, quando fornecido em excesso, tende a diminuir a produção.

- Lei das interações: Assume que cada fator de produção expressa adequadamente o seu potencial quando os outros fatores estão próximos do nível ótimo. Os efeitos recíprocos sinérgicos e antagonísticos devem ser considerados.

A composição florestal e a ocorrência de algumas espécies arbóreas são influenciadas, dentre outros fatores, por atributos edáficos (RESENDE et al., 2005; CALGARO et al., 2015). Os atributos físicos do solo, como textura, profundidade, porosidade e permeabilidade, são condicionantes para o desenvolvimento das raízes e a disponibilidade de oxigênio e água no solo. Sua ação irá influenciar a condição química dos solos, o que, conseqüentemente, influenciará a adaptação ecológica das espécies. Outro ponto que merece destaque é a profundidade do sistema radicular dessas espécies, associada à carência de informações das condições físico-químicas e biológicas dos solos em profundidade. Apesar de as espécies arbóreas ocuparem metros de profundidade do solo, a maioria dos estudos limita as análises aos primeiros centímetros.

3. FERTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

Para espécies arbóreas nativas, os procedimentos que envolvem fertilizações em condições de campo ainda são realizados de forma empírica, existindo elevada deficiência na calibração dos métodos. Apesar disso, plantios mistos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos ecológicos têm sido utilizados em programas da recomposição da vegetação florestal no Brasil (KAGEYAMA; CASTRO, 1989; BARBOSA et al., 1992; KAGEYAMA et al., 1992; RESENDE et al., 2015; SOARES et al., 2016). Estudos relacionados a essas espécies são majoritariamente direcionados a ecologia, biologia, morfologia, fenologia e métodos de quebra de dormência de sementes e crescimento inicial de mudas (SOUZA et al., 2013ab; 2015; SANTOS et al., 2016). Provavelmente, devido à complexidade do tema,

estudos sobre nutrição das plantas e repostas à fertilização, ao longo dos anos, são praticamente inexistentes.

Além disso, quando o solo está degradado ou em processo de degradação, algum ou todos os seus componentes são negativamente afetados. O estabelecimento de espécies arbóreas em solos degradados necessita de um aporte externo de nutrientes, pois, geralmente, esses solos possuem baixa capacidade em disponibilizá-los para as plantas (RESENDE et al., 2005).

A avaliação da fertilidade do solo ou do substrato, realizada por meio de análises químicas do solo, é importante para prever a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. Na área agrônômica, esse conhecimento está bem estabelecido para a maioria das espécies de interesse comercial. Por outro lado, para as milhares espécies florestais arbóreas nativas do Brasil, muito pouco ainda foi desenvolvido, fato este que é um forte limitante para as recomendações de fertilização para esse segmento.

A fertilidade do solo ou do substrato expressa a capacidade que o solo tem de disponibilizar nutrientes para as plantas. Essa capacidade é mensurada por meio da determinação das formas disponíveis do nutriente no solo, expressas na análise química. O nutriente disponível para a planta no solo tem sua absorção dependente do seu transporte até a zona radicular e da eficiência de absorção da planta. Conceitualmente, a disponibilidade de um nutriente no solo é resultante da ação integrada dos fatores intensidade, quantidade e capacidade. Intensidade é a concentração do nutriente na solução do solo; quantidade é a reserva lábil do nutriente que pode passar à solução; enquanto capacidade-tampão mede a resistência que o solo possui para deixar variar a quantidade do nutriente na solução do solo.

Para qualquer cultura, os procedimentos para recomendação de fertilizantes passam por duas fases. A fase de correlação e de calibração de métodos de análise química de solo. A correlação expressa a relação entre o conteúdo absorvido pela planta e a concentração estimada pelo extrator empregado na análise química do solo. Ou seja, avalia como a alteração do nutriente no solo promove variações do nutriente na planta. No entanto, apenas esses estudos não são suficientes para realizar o diagnóstico e a correção da fertilidade do solo. É necessário, também, estabelecer valores de referência e doses. Assim, na calibração são definidas as doses de nutrientes a serem recomendadas para a espécie em estudo e os níveis críticos no solo (ALVAREZ V., 1997; CANTARUTI et al., 2007). Níveis críticos referem-se à concentração de nutriente no solo que irá proporcionar alta e baixa

probabilidade de resposta às adições do nutriente avaliado para a espécie em estudo. A análise desses conceitos, mais uma vez, evidencia a nossa limitada capacidade de recomendar fertilização, pois esses estudos são inexistentes para a grande maioria das espécies arbóreas nativas em plantios misto.

Todos os tecidos vivos contêm uma concentração mínima de nutrientes para seu crescimento ou, pelo menos, para sua sobrevivência. A adequada concentração de nutrientes para atender a todos os processos fisiológicos e a concentração mínima tolerada variam consideravelmente (LANDSBERG; SANDS, 2011). Nos processos de fertilização, a demanda de nutrientes estimada para uma dada produção de biomassa não é precisa, logo, as estimativas são uma aproximação dessa demanda, que é obtida pelos métodos de correlação e calibração (ALVAREZ V., 1997). Atenção especial deve ser dada às espécies arbóreas que exploram camadas profundas do perfil do solo. As reservas de nutrientes contidos em uma floresta estão distribuídas nos diferentes componentes das diferentes espécies de plantas, na serapilheira e no solo. A compreensão da distribuição temporal e espacial dos nutrientes contidos em uma floresta, ou seja, a ciclagem de nutrientes, é um pré-requisito essencial para compreensão e previsão dos efeitos da nutrição nos processos de crescimento e, conseqüentemente, na fertilização.

Nas últimas décadas, muitos estudos abordando a fertilidade do solo, a dinâmica de nutrientes nos diferentes tipos de solos e condições climáticas e a ciclagem de nutrientes em diferentes culturas e tipos florestais foram, e continuam sendo, desenvolvidos (JAQUETTI et al., 2016; ZHU et al., 2016; GIÁCOMO et al., 2017; NOTTINGHAM et al., 2018), na tentativa de compreender o balanço nutricional. A compreensão dessa complexa dinâmica biológica permite, cada vez mais, aprimorar os processos de recomendação de nutrientes. O sistema de balanço nutricional para recomendação de fertilizantes tem sido bastante explorado para monoculturas de eucalipto, tomate, arroz, café, cana-de-açúcar, soja, algodão, pastagem, banana, coco, abacaxi, melão e cenoura (BARROS et al., 1995; MELO, 2000; RAFAELLI, 2000; FREIRE, 2001; PREZOTTI, 2001; SANTOS, 2002; POSSAMAI, 2003; SANTOS, 2003; OLIVEIRA et al., 2007; ROSA, 2007; SILVA et al., 2009; DEUS et al., 2015; DEZORDI et al., 2015).

Em condições de florestas naturais, a taxa de absorção de nutrientes depende dos minerais do solo, da deposição aérea, da decomposição da matéria orgânica e das interações com os microrganismos do solo. Apesar desse conhecimento, nossa habilidade de prever a demanda de nutrientes pelas árvores e a dinâmica de absorção de nutrientes do solo é bastante limitada, pois o crescimento das árvores

não está necessariamente correlacionado com a disponibilidade de nutrientes do solo, por diferentes métodos de análise de solo (LANDSBERG; SANDS, 2011).

Apesar de toda essa carência de informações, a utilização de informações oriundas de análises químicas e físicas do solo é de suma importância para se proceder fertilizações que fornecem a capacidade mínima de sobrevivência para espécies arbóreas. Esses procedimentos se iniciam por uma amostragem correta do local de plantio.

4. AMOSTRAGEM DO SOLO EM PLANTIOS FLORESTAIS

Para fazer a amostragem de solo em plantios florestais, de modo geral, seguem-se os mesmos princípios básicos definidos para as culturas agrícolas (Figura 1). A profundidade do solo que tem mostrado teores de nutrientes mais relacionados com o crescimento das árvores é a camada superficial (GONÇALVES, 1990), onde ocorrem, mais intensivamente, os processos de absorção de nutrientes pelas raízes e suas interações com a microbiota do solo. Para avaliar possíveis restrições químicas à atividade radicular em profundidade, recomenda-se também analisar a profundidade de 0,20-0,40 ou 0,40-0,60 m, dependendo da homogeneidade das características do perfil de solo ou do substrato e da distribuição do sistema radicular composto pelas raízes mais ativas na absorção de nutrientes, ou seja, as raízes finas. No procedimento de amostragem devem ser retiradas, com o auxílio de trados, pelo menos 20 amostras simples para cada amostra composta de glebas homogêneas de até 10 ha (CANTARUTTI et al., 1999). Para redução do custo, glebas homogêneas maiores (até 50 ha) também podem ser amostradas (GONÇALVES, 1995). No entanto, a precisão da amostragem pode ser reduzida em decorrência desse procedimento.

Em cada profundidade coletada, deve-se misturar e retirar uma amostra composta de cada gleba (Figura 1), que será enviada ao laboratório. As amostras compostas das três profundidades não devem ser misturadas. Todas devem ser enviadas, em separado, e bem identificadas, com o local e a profundidade correspondentes. A coleta adequada do solo ou substrato por um profissional bem treinado é essencial para assegurar que essa porção representará toda a área. Uma amostragem inadequada vai resultar em erros na avaliação da fertilidade do solo. Sempre que necessário, as dúvidas no processo de amostragem devem ser sanadas, com a adequada informação técnica.

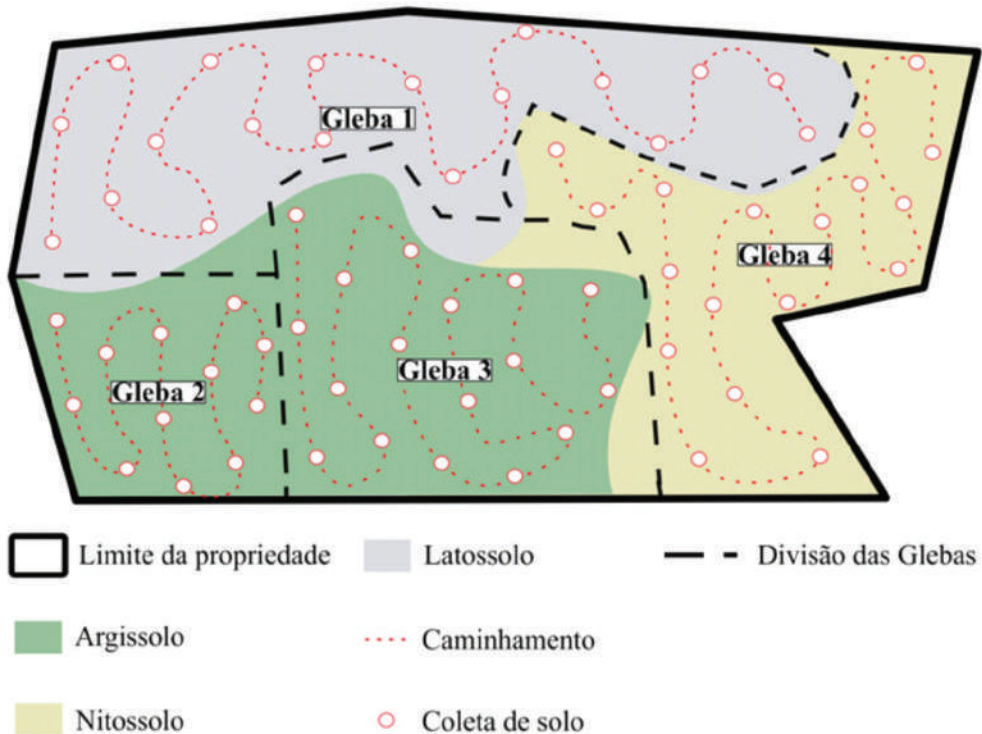


Figura 1

Divisão da área em glebas para amostragem de solos.

As maiores dificuldades com relação ao levantamento da fertilidade do solo ou do substrato nas áreas de restauração estão relacionadas com a interpretação dos resultados das análises, seja pela falta de informações básicas relativas às exigências nutricionais das espécies, seja pela falta de curvas de calibração dos nutrientes. Um dos entraves observados na interpretação dos resultados da análise de solo está relacionado com o fluxo de nutrientes que ocorre via ciclagem, o qual pode atender à grande parte da demanda de nutrientes das árvores (GONÇALVES, 1995). Outro aspecto relacionado à dificuldade de interpretação dos resultados da análise é o caso em que o material a ser analisado não é solo, e sim um substrato degradado. O diagnóstico (interpretação) e o prognóstico (recomendação) ficam bastante prejudicados, uma vez que os extratores e os métodos de determinação dos atributos químicos utilizados para fins de análise química do solo podem acarretar extrações que não repercutem a disponibilidade dos nutrientes em substratos, devido à especificidade dos métodos a serem utilizados.

5. DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO E CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

As melhores relações entre disponibilidade de nutrientes no solo e crescimento de espécies nativas são esperadas nos estádios iniciais de desenvolvimento das árvores, porque a ciclagem biogeoquímica e bioquímica de nutrientes responde pelo atendimento da maior parte da demanda nutricional das árvores (GONÇALVES, 1995). Na fase de desenvolvimento inicial, as árvores atuam como forte dreno dos recursos do meio. Apesar do efeito dreno, com o passar dos anos e o amplo estabelecimento da ciclagem de nutrientes as árvores atuam como forte fonte de nutrientes. Em uma floresta madura, os efeitos iniciais das intervenções promovidas pela aplicação de corretivos e fertilizantes em idades jovens tendem a se tornar nulos. Portanto, a aplicação de corretivos e fertilizantes em ciclos muito longos possui um efeito pontual, que visa ao estabelecimento nos primeiros anos de formação da floresta.

A magnitude dos fluxos de nutrientes via ciclagem aumenta consideravelmente na fase de fechamento de copas. Nessa fase, as partes inferiores das copas começam a perder suas folhas, devido às limitações de luminosidade. Antes da queda das folhas, grande parte dos nutrientes migra para os tecidos mais jovens das árvores. Com a deposição de folhas, galhos e outros resíduos vegetais, forma-se a serapilheira sobre a superfície do solo, que, ao se decompor, libera nutrientes para as árvores, os quais são imediatamente aproveitados pelo emaranhado de radículas que se misturam com os componentes da serapilheira. Sob essas condições, quanto mais madura for a recomposição florestal menor sua dependência da fertilidade do solo, pois a ciclagem de nutrientes, por si só, pode atender à grande parte das exigências nutricionais das árvores (GONÇALVES, 1995).

Além desses fatores, a correta análise da tipologia florestal e o grau de degradação são determinantes para estabelecer estratégias de fertilização quando as áreas se encontram degradadas. Cada tipo de vegetação possui composição e dinâmicas próprias, que devem ser avaliadas no contexto local. Por exemplo, as Matas de Galeria, inundáveis ou não, devido à posição topográfica, ao carreamento de materiais das áreas adjacentes e à decomposição da serapilheira, possuem condição de crescimento diferenciado das áreas adjacentes. Felfili et al. (2001) relataram que, na maioria das vezes, as Matas de Galeria ocorrem sobre solos pobres e ácidos, mas a nutrição das espécies florestais é garantida pela serapilheira. As concentrações de nutrientes disponíveis na serapilheira são muito altas, comparadas aos valores

encontrados para os solos nessas vegetações. Assim, nos projetos de recuperação de áreas degradadas e onde já não existe uma camada de serapilheira nesse tipo de vegetação, existe uma elevada probabilidade de necessidade de fertilização do solo para garantir o processo inicial da recomposição florestal.

A aptidão do uso do solo para plantios florestais mistos deve considerar múltiplos fatores, além dos tradicionalmente utilizados na área agrônômica. As reservas da semente, o grupo sucessional das espécies, a velocidade de crescimento inicial das espécies (RESENDE et al., 2005) e a profundidade de exploração do sistema radicular devem ser considerados. As espécies de crescimento lento são mais tolerantes à baixa disponibilidade de nutrientes e menos responsivas às fertilizações, enquanto as espécies de rápido crescimento são mais responsivas. As espécies com elevada capacidade de ocupação do solo pelas raízes tendem a ser responsivas à fertilização (Figura 2).

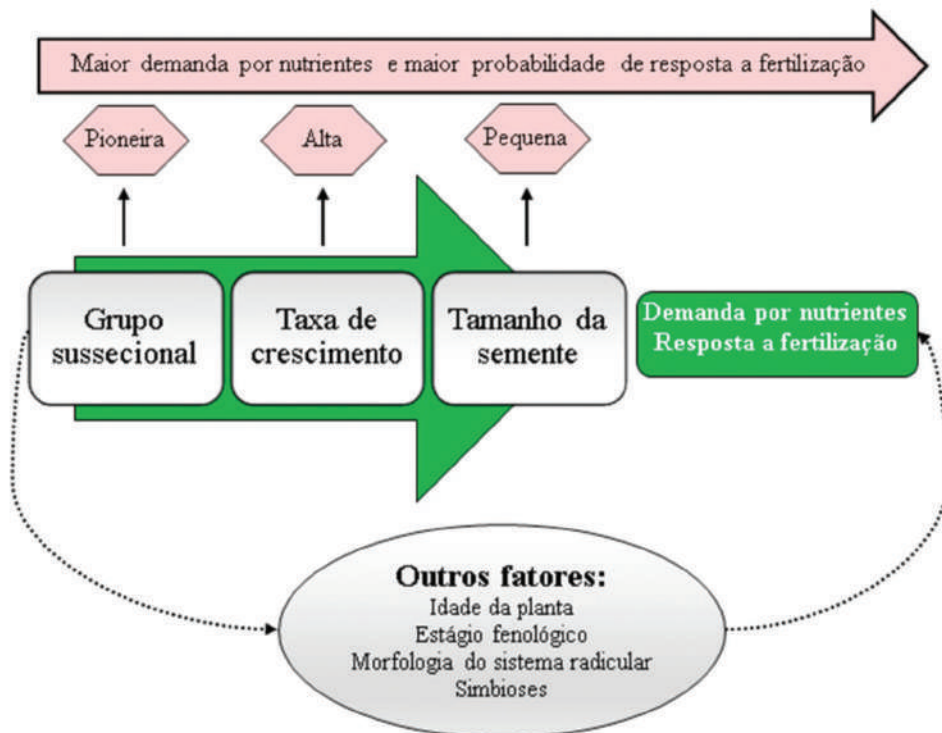


Figura 2

Demanda por nutrientes e resposta à fertilização para espécies arbóreas nativas em fase inicial de crescimento

Fonte: adaptada de Resende et al. (2005).

O comportamento de espécies nativas arbóreas de um mesmo grupo sucessional, quando plantada em sistema misto, tende a ser semelhante quanto aos fatores de crescimento (KAGEYAMA, 1990). Desta forma, o grupo sucessional pode ser definido como o primeiro critério a ser adotado em um programa de fertilização, em fases iniciais do estabelecimento das mudas em campo (RESENDE et al., 2005).

Geralmente, as espécies pioneiras apresentam crescimento maior em solos de baixa fertilidade do que as demais. Isto porque as espécies pertencentes a esse grupo sucessional apresentam alta eficiência no uso de nutrientes, se comparadas às espécies de outros grupos (GONÇALVES et al., 1992ab; RESENDE et al., 2000; SILVA et al., 2006).

No Brasil, a maioria dos solos possui pH baixo, com presença de alumínio (Al^{3+}) em altas concentrações, e baixos teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e fósforo (P), o que restringe o crescimento da maioria das espécies arbóreas nativas. Algumas espécies arbóreas nativas do Cerrado desenvolveram a capacidade de acumular o Al^{3+} e/ou manganês (Mn^{2+}) (HARIDASAN, 2000). No entanto, segundo o autor, quando a maioria dessas espécies arbóreas é submetida à calagem e à adubação, há uma resposta positiva em seu crescimento em condições de campo.

Mesmo que a espécie arbórea não seja uma acumuladora de Al^{3+} , o efeito benéfico da calagem em espécies nativas é amplamente relatado, em condições de viveiro, na literatura (GONÇALVES et al., 1996; FURTINI NETO et al., 2000, FREITAS et al., 2017. Para espécies nativas, o benefício da calagem não está diretamente relacionado ao aumento de pH e à neutralização do Al^{3+} , mas sim ao fornecimento e à disponibilidade no solo dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , que podem favorecer o crescimento dessas espécies (FURTINI NETO et al., 1999).

Geralmente, as espécies arbóreas pioneiras e secundárias são mais beneficiadas pelo processo de calagem do que as espécies clímax (FURTINI NETO et al., 1999). Isso porque as espécies de rápido crescimento apresentam maior capacidade de absorção de água e nutrientes. Contudo, dentro de um mesmo grupo sucessional de plantas existem espécies com diferentes respostas aos processos de fertilização, e esse critério, quando utilizado isoladamente, pode resultar em erros (Tabela 1).

Em relação à adubação mineral, não existe uma recomendação de adubação específica para espécies nativas. Isso porque, além da especificidade e da grande diversidade de espécies arbóreas nativas no Brasil, muitos trabalhos focam sua avaliação em plantas ainda em fase de mudas, e não fazem um acompanhamento

Tabela 1

Incremento relativo de espécies arbóreas de diferentes grupos sucessionais em resposta a calagem na fase de muda e matéria seca máxima

Espécie	Grupo Sucessional	Incremento (%)	Matéria Seca Máxima (g pot⁻¹)
<i>Trema micrantha</i>	Pioneira	329	3,1
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Pioneira	19	9,2
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Pioneira	-21	9,9
<i>Jacaranda mimosafolia</i>	Pioneira	23	15,3
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pioneira	133	17,4
<i>Cassia javanica</i>	Pioneira	260	20,2
<i>Tecoma stans</i>	Pioneira	60	22,7
<i>Senna multijuga</i>	Pioneira	42	23,9
<i>Stenolobium stans</i>	Pioneira	428	24,3
<i>Peltophorum dubium</i>	Pioneira	24	27,3
<i>Senna spectabilis</i>	Pioneira	53	28,8
<i>Schinus molle</i>	Pioneira	402	43
<i>Senna multijuga</i>	Pioneira	40	43,1
<i>Joannesia princeps</i>	Pioneira	80	57,6
Média das espécies pioneiras		134	24,7
<i>Luehea grandiflora</i>	Secundária	83	13,6
<i>Cedrela fissilis</i>	Secundária	180	15
<i>Senna macranthera</i>	Secundária	23	20,4
<i>Cedrela fissilis</i>	Secundária	24	31,5
Média das espécies secundárias		78	20,1
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Clímax	2	3,3
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Clímax	-42	5,8
<i>Hymenaea courbaril</i>	Clímax	-5	9,5
<i>Platycyamus regnellii</i>	Clímax	-20	11,4
<i>Platydictyon elegans</i>	Clímax	7	16,2
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Clímax	42	32,9
<i>Sapindus saponaria</i>	Clímax	997	43,8
Média das espécies clímax^b		-4	12,2

^a Relativo ao tratamento sem calagem.

^b Exceto *S. saponária*.

Fonte: Resende et al. (2005).

em campo ao longo do tempo (REZENDE et al., 2005). Consequentemente, na literatura é possível encontrar recomendações genéricas de adubação mineral para espécies nativas (GONÇALVES et al., 1996; SILVA et al., 2011).

Apesar disso, há um consenso em relação ao efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial das espécies arbóreas nativas. Muitos estudos, em condições de viveiro e de campo, evidenciam o efeito benéfico dessa adubação no crescimento e desenvolvimento inicial das espécies nativas (LIMA et al., 1996; 1997; FURTINI NETO et al., 1999a,b; RESENDE et al., 2000; FONTES et al., 2013; FREITAS et al., 2017). Espera-se, assim, que esses efeitos sejam mais expressivos quanto maior for o grau de degradação de uma área. De modo geral, espécies pioneiras acumulam maiores quantidades de nutrientes do que espécies secundárias e clímax em estádios iniciais de crescimento, o que indica maior demanda por fertilizações (FURTINI NETO et al., 1999b; RESENDE et al., 2000).

As espécies da família Fabaceae que se associam a bactérias e outras espécies com fungos micorrízicos proporcionam um grande potencial nutricional, principalmente quanto à absorção de N e P, além da maior tolerância aos estresses ambientais (RESENDE et al., 2005; SANTOS et al., 2008; FEITOSA; SANTOS, 2016). Essas simbioses minimizam os *inputs* de nutrientes, principalmente de N e P. Em decorrência da baixa mobilidade do P no solo, a simbiose entre micorrizas e espécies nativas, sobretudo as pioneiras, influenciam a nutrição e proporcionam maior crescimento (SIQUEIRA et al., 1998; ZANGARO et al., 2000; 2003; 2015).

Exceto a calagem e a adubação fosfatada, respostas à adubação mineral com outros nutrientes em espécies nativas em estágio adulto raramente são encontradas na literatura. No entanto, o benefício da fertilização orgânica tem sido observado principalmente em solos de baixa fertilidade, tanto em condições de viveiro como em campo (SIQUEIRA et al., 1995; LIMA et al., 1996; 1997, FARIA et al., 1997, SOUZA et al., 2006). A maioria das espécies nativas da Mata Atlântica possui uma demanda por nutrientes considerada de média a alta (GONÇALVES et al., 1996). Logo, a utilização dessas espécies em processos de restauração (solos ou substratos de baixa fertilidade natural ou degradados) não é desejada, sem que haja um fornecimento externo de nutrientes.

A adubação orgânica compreende o uso de resíduos orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial, com a finalidade de promover efeitos condicionadores, como elevar a capacidade de troca de cátions, a agregação das partículas, a retenção de água e estabilidade da temperatura do solo, o fornecimento de nutrientes e a

atividade microbiológica do solo, e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das culturas (CFSEMG, 1999).

A utilização da adubação orgânica na fertilização de espécies nativas passa pela disponibilidade do resíduo em quantidade suficiente para sua aplicação em áreas a serem recuperadas. Os efeitos da adubação orgânica dependerão da quantidade de nutrientes disponíveis em suas fontes, da granulometria e do grau de decomposição. Os fertilizantes orgânicos podem apresentar variada disponibilidade de nutrientes em curto, médio ou longo prazos. Portanto, sempre é recomendado realizar estudos sobre as doses a serem aplicadas em cada condição, para garantir o seu efeito benéfico.

O segundo critério para proceder a fertilizações pauta-se na taxa de crescimento (Figura 2). De modo geral, as espécies arbóreas pioneiras e secundárias apresentam crescimento mais rápido do que as espécies clímax (RESENDE et al., 2005), o que evidencia que espécies de crescimento rápido demandam maior quantidade de nutrientes do que aquelas de crescimento lento.

Após avaliar o grupo sucessional e a taxa de crescimento (Figura 2), o terceiro critério de maior relevância para se proceder fertilizações engloba o peso, o tamanho e os nutrientes contidos nas sementes das espécies arbóreas nativas (RESENDE et al., 2005). As espécies com sementes maiores respondem menos ou nem respondem à adubação fosfatada inicial (RESENDE et al., 1999). Essas sementes possuem reservas que atendem à demanda inicial de nutrientes para o crescimento e reduzem a dependência dessas espécies às fertilizações (SIQUEIRA et al., 1998).

Ao relacionar os grupos sucessionais com os pesos das sementes, constatou-se clara relação entre aumento do peso da semente e o estágio de sucessão. As espécies pioneiras tendem a ter sementes de menor peso, seguidas por secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax (RESENDE et al., 2005).

Além de ser bastante prático, esse critério para fertilização de espécies arbóreas nativas é extremamente eficaz. As plantas com sementes pequenas necessitam de maiores fertilizações nas fases iniciais de crescimento, haja vista que a reserva de nutrientes contida na semente será exaurida em um pequeno período de tempo após a germinação. Já as plantas com sementes maiores e pesadas podem ser supridas pelas reservas nas sementes por um grande período de tempo durante sua fase inicial de crescimento, o que torna as fertilizações desnecessárias, em muitos casos.

Diante da dinâmica do fósforo (P) no solo, o uso de fertilizantes fosfatados mais solúveis em cova pode ser indicado para espécies de rápido crescimento,

enquanto os fertilizantes de baixa solubilidade podem beneficiar espécies de crescimento lento, favorecendo a futura demanda por esse nutriente pela planta (RESENDE et al., 1999).

Além dos fatores citados, o desenvolvimento radicular, a idade da planta, as características de solo ou substrato, o estágio fenológico, a época do ano e as simbioses com fungos e bactérias são fatores que influenciam a resposta das plantas arbóreas nativas a fertilizações (MARSCHNER, 1995; SIQUEIRA et al., 1998).

Um esquema prático para determinação de fertilização de espécies arbóreas nativas foi proposto por Resende et al. (2005) (Figura 3).

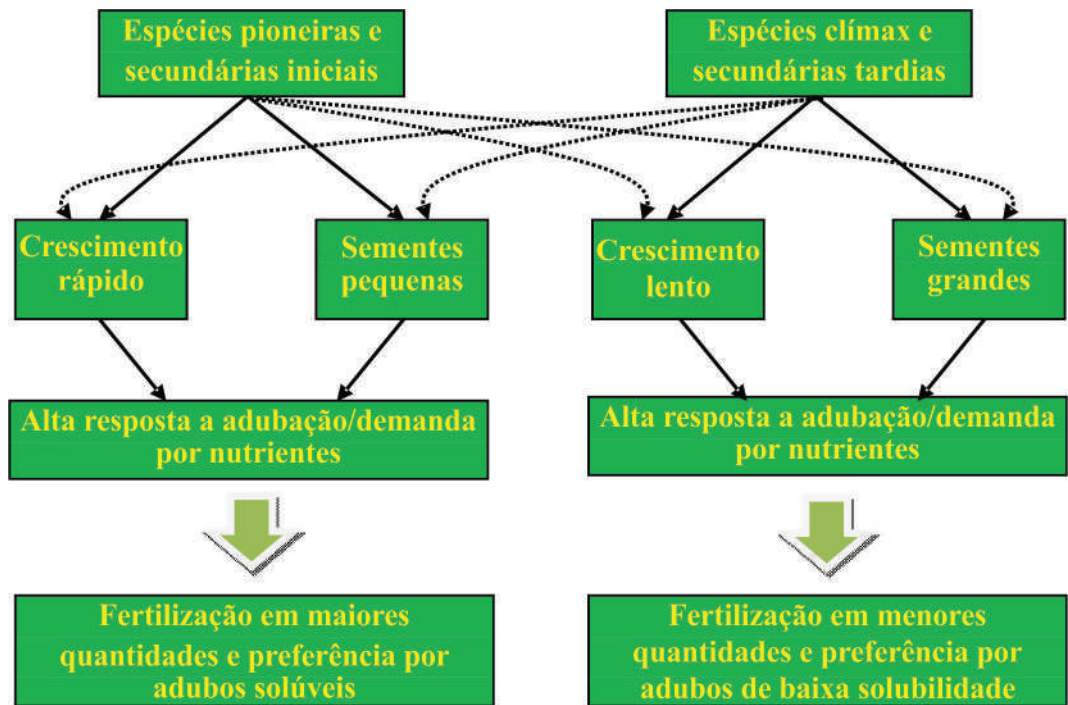


Figura 3

Critérios para predição de resposta/demanda de nutrientes e estratégias de fertilização para espécies arbóreas nativas. Setas pontilhadas indicam a possibilidade de comportamento atípico de algumas espécies em relação ao modelo geral

Fonte: Resende et al. (2005).

6. PROCEDIMENTOS PARA FERTILIZAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE FERTILIZANTES PARA ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

O conhecimento científico a respeito da demanda nutricional e das curvas de crescimento ainda é muito incipiente para uma pequena gama de espécies florestais e inexistentes para a maioria das espécies. Portanto, as recomendações de doses de fertilizantes e corretivos para espécies arbóreas nativas brasileiras, quer sejam cultivadas em monocultivo quer sejam em cultivo misto, são realizadas de forma empírica, uma vez que não se conhece o comportamento/demanda nutricional ao longo do crescimento e desenvolvimento dessas espécies, para as diferentes condições edafoclimáticas brasileiras. Por outro lado, o avançado conhecimento científico em fertilidade de solos e nutrição de plantas para culturas agrônômicas, plantações florestais e sistemas agroflorestais nos permitem sugerir alguns procedimentos a serem adotados. Antes de realizar qualquer recomendação, sugere-se que, no mínimo, os seguintes fatores sejam considerados:

- histórico de uso ou ocupação;
- área natural ou alterada (antrópico ou por causas naturais);
- objetivo = implantação, reforma, restauração, enriquecimento, recuperação, fins madeireiros, fins não madeireiros, composição florestal homogênea ou mista, etc.;
- bioma;
- tipologia florestal;
- classificação ecológica da espécie;
- ciclo de vida estimado;
- tamanho das sementes;
- taxa de crescimento inicial;
- tipo de sistema – florestal ou agroflorestal;
- condição edafoclimáticas;
- classificação e propriedades físicas e químicas do solo; r
- grau de degradação (áreas degradadas).

Com a finalidade de proporcionar um bom crescimento inicial e o estabelecimento no campo das espécies nativas, alguns princípios gerais são aplicáveis.

As recomendações para a cultura do eucalipto estão bem abordadas na literatura. Por ser uma espécie arbórea de rápido crescimento, os princípios de adubação de implantação e adubação para manutenção são adaptáveis para espécies arbóreas nativas. A associação desses conhecimentos com as recomendações de fertilização descritas por Barros e Stringheta (1999) permite realizar as seguintes sugestões:

Aplicar calcário para fornecimento de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Na maioria dos casos, não há necessidade de aplicar e incorporar o calcário em área total. Essa prática é indicada quando se tem elevado grau de degradação do solo. As espécies arbóreas nativas do Brasil, normalmente, são ecologicamente adaptadas para se desenvolverem em solos com baixos teores desses nutrientes e pH ácido. A aplicação do calcário pode ocorrer a lanço, em área total ou em faixas, em sulcos ou covas. A prática mais adequada para cada situação deverá ser analisada e decidida por caráter técnico. Ressalta-se que o calcário tem efeito residual de longo prazo, conseqüentemente irá fornecer os nutrientes para arranque e estabelecimento das plantas nos primeiros anos pós-plantio. Como as plantas são ecologicamente adaptadas a solos ácidos com elevados teores de alumínio, não há necessidade de aplicar o calcário com meses de antecedência; ele pode ser aplicado no ato do plantio.

Em áreas de restauração e enriquecimento, a aplicação em cova é uma alternativa recomendada em muitos dos casos. Assim, admitindo que as covas terão capacidade volumétrica de 27 dm^3 e se a análise de solo indicar a necessidade de calagem (teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ inferior a 2 cmolc dm^{-3}), deve-se aplicar calcário em mistura com o solo da cova em quantidade suficiente para elevar o teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ a 2 cmolc dm^{-3} ou saturação por bases para 50% (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A quantidade de calcário na cova deverá ser equivalente à quantidade recomendada para a área total, para uma amostragem de solo ou substrato superficial, porém não devem ser utilizadas mais de 2 t/ha de calcário.

De modo geral, os solos brasileiros são muito pobres em fósforo. Dependendo da velocidade de crescimento das plantas, sua aplicação pode ser recomendada. As espécies com crescimento rápido, como eucalipto e pinus, respondem muito bem à fertilização fosfatada de arranque e de manutenção. Assim, a aplicação de uma fonte solúvel na cova, para arranque, associada a outra de baixa reatividade para manutenção do crescimento nos primeiros anos, é alternativa interessante. Atualmente, já existem fertilizantes fosfatados que possuem, no mesmo grânulo, ambas as fontes de P. Caso não se tenha acesso a esses fertilizantes, a associação de uma fonte de fósforo solúvel com uma fonte de baixa reatividade, como os fosfatos naturais, é recomendada. Também existem disponíveis no mercado fertilizantes

encapsulados com liberação controlada, cujo nutriente será solubilizado e liberado lentamente. Alguns fertilizantes levam 3, 6, 9, 12 e 18 meses para liberação total dos nutrientes.

Em termos gerais, a sugestão é utilizar uma fonte de fósforo solúvel misturada ao solo da cova, de modo a fornecer 160 g/cova de P_2O_5 , quando o teor de P (Mehlich 1) na análise do solo for baixo; se o teor for médio ou alto, devem ser aplicados dois terços ou um terço da quantidade, respectivamente. Quando optar por associar a fonte de alta e baixa reatividade, a dose via fosfatos de baixa reatividade não deve ultrapassar metade a dois terços das necessidades, a depender da taxa de crescimento da espécie. Devem ser misturados também 20 g de sulfato de zinco ao solo ou substrato.

Após 60, 120 e 240 dias do plantio da muda no campo, sugere-se suprir, em coroas ao redor de cada planta, os nutrientes de maior mobilidade no solo e/ou de maior demanda quantitativa. O nitrogênio deve ser aplicado nas seguintes quantidades, respectivamente, 30, 40 e 50 g/planta de N, e a quantidade de potássio, aplicado juntamente com o nitrogênio, é definida de acordo com a sua relação com o nitrogênio no fertilizante ou de acordo com o seu teor no solo: se o teor de potássio no solo for inferior a 45 mg dm^{-3} , utilizar a relação N: K_2O de 1:1, e se for entre 45 e 80 mg dm^{-3} , utilizar a relação 2:1. Sugere-se também a aplicação de 10 a 15 g de bórax juntamente com o nitrogênio e o potássio. As aplicações de adubos em cobertura não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas, tão pouco quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

A fertilização parcelada irá depender da taxa de crescimento da espécie. Em alguns casos, as três recomendações serão viáveis, em outros, duas ou uma. Há também casos em que a fertilização não é recomendada, pois se a espécie tiver crescimento muito lento, o teor dos nutrientes disponíveis no solo e os liberados pelo processo de decomposição poderão atender à demanda da planta.

Há a possibilidade da fertilização ocorrer em períodos superiores a 240 dias. Nesse caso, deve-se utilizar a mesma recomendação feita para 240 dias após o plantio. Como abordado, atualmente tem-se no mercado fontes de nutrientes de liberação lenta ou controlada, que são excelentes alternativas desenvolvidas para plantas perenes que disponibilizam os nutrientes de forma gradual e, muitas vezes, dispensam o parcelamento das doses.

Com a finalidade de proporcionar melhores efeitos condicionadores e fornecimento de nutrientes ao solo ou substrato, sugere-se a aplicação adicional localizada

de 270 a 540 g de esterco de curral ou compostos. Para a aplicação, deve-se misturar o adubo orgânico com a terra, com antecedência mínima de 15 a 20 dias ao plantio, procurando manter a umidade suficiente no período.

A calagem e a adubação mineral e orgânica para espécies nativas precisam de maiores estudos e adequações para sua recomendação, tomando como base a espécie em questão e sua relação no grupo sucessional, já discutido anteriormente, aspecto que envolve a restauração do ecossistema, a fertilidade do solo ou substrato e as respostas das espécies às fertilizações.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados da literatura são pouco conclusivos em relação às exigências nutricionais, aos critérios e às práticas tecnicamente adequados de fertilização que permitam um bom desenvolvimento das espécies florestais nativas. Por esta razão, visando proporcionar maior estabelecimento dessas espécies e a consequente sucessão ecológica, reestruturando, assim, os ecossistemas, estudos relacionados à adequada nutrição e definição de fontes e doses de fertilizantes que proporcionem bom estabelecimento e desenvolvimento dessas espécies assumem grande importância.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V. H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Org.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS, UFV, DPS, 1996, v. 1, p. 615-646.
- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 43-60.
- BARBOSA, L. M.; ASPERTI, L. M.; BEDINELLI, C. et al. Estudos sobre o estabelecimento e desenvolvimento de espécies com ampla ocorrência em mata ciliar. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 605-608, 1992.
- BARROS, N. F.; ESTRINGHETA, A. C. O. Plantas ornamentais arbóreas e arbustivas. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 273-276.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J. L. et al. NUTRICALC 2.0 - Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, v. 16, p. 129-131, 1995.

CALGARO, H. F.; BUZETTI, S.; SILVA, L. R. et al. Distribuição natural de espécies arbóreas em áreas com diferentes níveis de antropização e relação com os atributos químicos do solo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 233-243, 2015.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P. et al. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. et al. (Org.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007, p. 769-850.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 87-92.

DEUS, J. A. L.; SOARES, I.; NEVES, J. C. L. et al. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 498-511, 2015.

DEZORDI, L. R.; AQUINO, L. A.; NOVAIS, R. F. et al. Nutrient recommendation model for carrot crop – FERTICALC CARROT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1714-1722, 2015.

FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Cerne**, v. 3, n.1, p. 25-44, 1997.

FEITOSA, A. G.; SANTOS, D. R. Fósforo e fungos micorrízicos no crescimento de mudas arbóreas da caatinga. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 4, p. 392-396, 2016.

FONTES, A. G.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Eficiência nutricional de espécies arbóreas em função da fertilização fosfatada. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 9-18, 2013.

FREIRE, F. J. **Sistema para cálculo do balanço nutricional e recomendação de corretivos e fertilizantes para cana-de-açúcar**. 2001. 144 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, v. 5, n. 2, p. 1-12. 1999a.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R. et al. Efeitos da calagem no crescimento de espécies florestais da região dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 829-837, 1999b.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURTI, N. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

JAQUETTI, R. K.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S. et al. Ecofunctional traits and biomass production in leguminous tree species under fertilization treatments during forest restoration in Amazonia. **Forests**, v. 7, n. 76, p. 1-16, 2016.

GIÁCOMO, R. G.; ALVES, M. C.; CAMARA, R. et al. Litterfall and nutriente input in a degraded area. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 2-9, 2017.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v. 15, p. 1-23, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDES, V. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 463-469, 1992a.

GONÇALVES, J. L. M.; FREIXÊDES, V. M.; KAGEYAMA, P. Y. et al. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 363-367, 1992b.

GONÇALVES, J. L. M.; van RAIJ, B.; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 247-259.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, v. 41, n. 42, p. 83-93, 1989.

KAGEYAMA, P. Y. Plantações de essências nativas, florestas de proteção e reflorestamentos mistos. **Documentos Florestais**, n. 8, p. 1-9, 1990.

KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDES, V. M.; GERES, W. L. A. et al. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 527-533, 1992.

LANDSBARG, J.; SANDS, P. **Physiological ecology of forest production: principles, processes and models**. London: Academic Press, 1. ed., 2011. 331 p.

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O. et al. Crescimento inicial de espécies arbóreas em resposta ao superfosfato simples em campo. **Revista da Universidade do Amazonas**, v.4/5, p. 57-69, 1996.

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O. et al. Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 21, n. 2, p. 189-195, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G., KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP. In: VILLAS BOAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil-Japão**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004. p. 316-324.

MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A. et al. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 193-243.

MELLO, M. S. **Sistema de interpretação de análise de solo e de recomendação de calagem e fertilizantes para a cultura de tomate**. 2000. 91 p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000

NOTTINGHAM, A. T.; HICKS, L. C.; CCAHUANA, A. J. Q. et al. Nutrient limitations to bacterial and fungal growth during cellulose decomposition in tropical forests soils. **Biology and Fertilty soils**, v. 54, p. 219-228, 2018.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H. et al. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio recomendadas pelo Ferticalc® Bananeira e por tabelas de recomendação de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 111-116, 2007.

POSSAMAI, J. M. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para o cultivo do algodoeiro**. 2003. 91 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

PREZOTTI, L. C. **Sistema para recomendação de corretivos e de fertilizantes para a cultura do café arábica**. 2001. 93 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

RAFFAELI, V. **Sistema de interpretação de análise de solo e de recomendação de nutrientes para arroz irrigado**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N. et al. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 160-173, 2000.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N. Mineral nutrition and fertilization of native tree species in Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 20, n. 2, p. 45-81, 2005.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A.; SANTOS, E. C. et al. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 147-157, 2015.

ROSA, G. N. G. **P. Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do coqueiro**. 2002. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SANTOS, F. C. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SANTOS, H. Q. **Sistema para cálculo do balanço de nutrientes e recomendação de calagem e adubação de pastagem para bovinos de corte**. 2003. 138 f. Tese (Doutorado Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 141-150, 2008.

SANTOS, P. H. R.; OLIVEIRA, L. F. R.; BARBOSA, G. P. Pequi: bBiologia floral e de fruto, fenologia e produção. **Educação Ambiental em Ação**, v. 58, p. 1, 2016.

SILVA, A. P.; ALVAREZ, V. V. H.; SOUZA, A. P. et al. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi – FERTICALC-Abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1269-1280, 2009.

SILVA, A. H.; PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Desenvolvimento inicial de espécies exóticas e nativas e necessidade de calagem em área degradada do Cerrado

no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil). **Agronomia Colombiana**, v. 29, n. 2, p. 287-292, 2011.

SILVA, C. E. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. et al. Eficiência no uso dos nutrientes por espécies pioneiras crescidas em pastagens degradadas na Amazônia central. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 503-512, 2006.

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; CURI, N. et al. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to successional groups in Southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 107, p. 241-252, 1998.

SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: Cemig, 1995.

SOARES, A. A. V.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. et al. Influência da composição de grupos ecológicos, espaçamento e arranjo de plantio na recuperação de matas ciliares em margem de reservatório. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1107-1118, 2016.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA, P. F.; OLIVEIRA, L. F. R.; SANTANA, R. C. et al. Storage of *Hymenaea courbaril* seeds in subzero temperature up to six months. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, p. 147-153, 2013a.

SOUZA, P. F.; SANTANA, R. C.; FERNANDES, J. S. C. et al. Fruits and Seeds Biometry of two species of *Hymenaea sp.* **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, p. 348-352, 2013b.

SOUZA, P. F.; SANTANA, R. C.; FERNANDES, J. S. C. et al. Germinação e crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*. **FLORAM - Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 532-540, 2015.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B. et al. Mycorrhizal response and successional status in 80 woody species from south Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 3, p. 315-324, 2003.

ZANGARO, W.; BONONI, V. L. R.; TRUFEN, S. B. Mycorrhizal dependency, inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 603-622, 2000.

ZANGARO, W.; TOREZAN, J. M. D.; ROSTIROLA, L. V. et al. Influence of mycorrhizas, organic substrates and container volumes on the growth of *Helicocarpus popayanensis* Kunth. **Cerne**, v. 21, n. 3, p. 395-403, 2015.

ZHU, Q.; RILEY, W. J.; TANG, J. et al. Multiple soil nutrient competition between plants, microbes, and mineral surfaces: model development, parametrization, and example applications in several tropical forests. **Biogeosciences**, v. 13, p. 341-363, 2016.

CAPÍTULO 7

Uso de técnicas de nucleação como ferramenta para ampliar o potencial de sucesso da restauração ecológica

*João Carlos Costa Guimarães
Israel Marinho Pereira
André César Pinheiro*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a demanda por ações de restauração ecológica no Brasil vem aumentando, gerando fortes expectativas aos atores que atuam nessa cadeia produtiva. Neste sentido, cabe destaque o compromisso firmado pelo governo brasileiro, no Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, de promover a restauração ecológica em 12 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030. Destaca-se também a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal n.º 12.651/2012), e seu respectivo decreto, que estabeleceu o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), cuja finalidade principal consiste na viabilização da restauração ecológica em Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL), em propriedades rurais cuja finalidade de conservação da biodiversidade não esteja sendo cumprida (BRASIL, 2012; 2014).

No contexto do CAR/PRA, estima-se que o passivo de adequação ambiental totalize 21 milhões de hectares de APP e de RL (SOARES-FILHO et al., 2014), conferindo um desafio ainda maior que a meta assumida no Acordo de Paris. Mesmo considerando que a Lei de Proteção da Vegetação Nativa possibilite que uma parcela desse total possa vir a ser compensada por meio da manutenção de “excedentes” de remanescentes nativos em outras propriedades rurais (BRASIL, 2012), ainda assim há um grande volume de áreas passíveis de ações de restauração ecológica.

Benini et al. (2017) ressaltam que os custos envolvidos na implantação e na manutenção de projetos de restauração ecológica apresentam grande variação entre as diversas alternativas técnicas (indo desde a condução da regeneração natural até o plantio de mudas em área total), assim como uma mesma técnica de restauração pode apresentar variação de custos entre os diferentes biomas brasileiros. Os autores também destacam a série de compromissos assumidos pelo governo brasileiro, e alertam que a cadeia produtiva da restauração ecológica necessita de estímulos para atender a essas demandas.

Visando dar escala à restauração ecológica no País, recentemente foi criada a Política Nacional de Recomposição da Vegetação Nativa (Proveg), cujo objetivo é promover a articulação, a integração e a promoção de políticas, programas e ações indutoras de restauração ecológica, visando à regularização ambiental nos termos da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2017).

O decreto de criação do Proveg também estabelece que ele deverá ser implantado por meio do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), cujas diretrizes estabelecem, entre outras questões, o fomento à cadeia de insumos e serviços ligados à restauração ecológica, assim como a ampliação da assistência técnica e o fomento à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação tecnológica ligados à temática (BRASIL, 2017).

Em virtude da necessidade de intervenção em grande extensão territorial, a nucleação apresenta-se como uma técnica promissora, uma vez que pressupõe que as ações de restauração sejam implantadas apenas em parte da área objeto de restauração, sendo esperado que cada núcleo se expanda ao longo do tempo, colonizando o seu entorno, e, desta forma, promova a catalisação do processo de sucessão natural na área como um todo. Essa técnica de restauração ecológica visa à promoção da conectividade da paisagem e ao restabelecimento dos fluxos biológicos (ARONSON et al., 2011), uma vez que os pequenos núcleos funcionam como trampolins ecológicos. Boaneres e Azevedo (2014) ressaltam que ainda existem poucos artigos publicados em periódicos científicos nacionais e internacionais em que o uso da nucleação na restauração ecológica é analisado, no entanto o Brasil concentra o maior número de publicações que envolvem a aplicação de técnicas de nucleação para promoção da restauração ecológica.

Neste contexto, o presente capítulo aborda os aspectos positivos da nucleação como técnica complementar para ampliar o sucesso da restauração ecológica, assim

como explora os aspectos que demandam reflexão sobre a viabilidade de adoção dessa técnica.

2. NUCLEAÇÃO NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Yarranton e Morrison (1974), pesquisando o padrão de distribuição espacial da vegetação em dunas, em Ontário, Canadá, propuseram que a sucessão primária ocorre por meio de um processo de nucleação. Os autores identificaram que as dunas com idade inferior a 1.600 anos eram recobertas por uma vegetação colonizadora campestre, apresentando alguns indivíduos arbóreos distribuídos aleatoriamente, enquanto a partir de 2.900 anos de sucessão a vegetação era constituída por uma floresta de carvalhos e pinheiros. O intervalo na sucessão entre os 1.600 e 2.900 anos compreende o período de transição entre os ecossistemas campestre e florestal. Nessas áreas com idade intermediária, os autores identificaram o surgimento de novas espécies sob uma determinada espécie arbórea, formando um núcleo de diversidade, o que gerou um aporte de matéria orgânica no solo e deu origem a uma camada rica em húmus. Com o decorrer do tempo, notaram que esses núcleos tendem a se expandir, de modo que após um período de 1.300 anos (dos 1.600 aos 2.900 anos de sucessão primária) o ecossistema torna-se integralmente florestal, o que evidencia que o processo de sucessão se dá por meio da nucleação.

As técnicas de nucleação têm por objetivo formar micro-habitats propícios para a abertura de uma série de eventos estocásticos para a regeneração natural, resultando no aporte de espécies vegetais de diversas formas de vida que propiciam a formação de uma rede de interações entre os organismos (REIS et al., 2014), conforme descrito por Yarranton e Morrison (1974).

A nucleação potencializa a conectividade em paisagens fragmentadas, uma vez que os núcleos implantados nas áreas objeto de restauração ecológica podem funcionar tanto como doadores, quanto como receptores de genes entre outros elementos da paisagem, especialmente os remanescentes típicos do ecossistema de referência (REIS et al., 2010). Desta forma, os núcleos implantados em áreas degradadas ampliam a complexidade estrutural, beneficiando o restabelecimento de processos ecológicos fundamentais para a ocorrência da sucessão secundária, como: criação de abrigos e fontes de alimento para a fauna; melhoria das características físicas e químicas do solo ou terreno, no caso de locais degradados em que houve movimentação e desestruturação dos horizontes do solo, como áreas mineradas, de empréstimo e aterros; restabelecimento da chuva de sementes; potencialização

da regeneração natural; e aumento da conectividade entre áreas degradadas e ecossistemas de referência.

A nucleação vem sendo considerada um avanço em modelos de restauração, despertando interesse crescente em técnicos e pesquisadores que trabalham com restauração ecológica (FRANKS, 2003; REIS et al., 2003; REIS et al., 2007, 2014; BECHARA et al., 2016). Dentre as diversas técnicas de nucleação, neste capítulo são abordadas: poleiros, ilhas de galharia, transposição de solo e de serapilheira, plantio de mudas em grupos ou ilhas, interceptação e transposição de chuva de sementes.

3. TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO APLICADAS À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

3.1 Uso de poleiros para a formação de núcleos

Define-se como poleiro uma estrutura formada por galhos de árvores, hastes roliças de madeira e plantas inteiras vivas ou mortas, onde as aves se acomodam para dormir ou descansar. Nas últimas décadas, os poleiros vêm sendo amplamente adotados na restauração ecológica.

Os poleiros têm sido utilizados como forma de propiciar a chegada de propágulos em ambientes perturbados, funcionando como pontos de pouso para aves, que ao pousarem, no caso de espécies frugívoras, depositam propágulos vegetais, contribuindo para a dispersão de sementes (REIS et al., 2010). Essa atração pode ser tanto de avifauna quanto de morcegos frugívoros, constituindo uma estratégia barata e eficaz para aumentar o aporte de sementes nessas áreas, o que possibilita acelerar o processo de regeneração e a restauração da área (UHL et al., 1991).

Reis et al. (2010) ressaltam que o maior aporte de sementes sob o poleiro não significa uma relação direta com o recrutamento de novas plantas e o ganho de novas espécies na área objeto de restauração, uma vez que existem filtros a serem vencidos, como a competição intra e interespecífica e a predação de sementes por animais granívoros.

Contudo, vale ressaltar o papel dos poleiros na formação de núcleos que atuam como “gatilhos ecológicos”, que têm potencial de promover a aceleração do processo natural de sucessão e, conseqüentemente, a regeneração das comunidades

em áreas degradadas. Para isso, esses núcleos devem exercer a função de conectividade entre os diferentes níveis tróficos (WILLIAMS; MARTINEZ, 2000) e a paisagem como um todo, servindo como abrigo e fonte de alimentos, além de auxiliar na reprodução, entre outros elementos básicos à manutenção da vida silvestre. Para Reis e Kageyama (2003), quanto maiores forem as relações ecológicas interespecíficas existentes no processo de restauração, maior será a propulsão da sucessão. Essa visão é contrária a dos modelos determinísticos de recuperação em áreas degradadas, condicionados pelo plantio de espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos, que não necessariamente visam retornar os processos ecológicos outrora existentes na paisagem natural.

Neste sentido, entende-se atualmente que os poleiros representam locais propícios para o forrageamento de sementes pelos predadores, caracterizando-se como forma de atrair e manter a fauna na área em restauração, por meio da oferta de recursos como alimento, abrigo e local de reprodução. Sendo assim, o poleiro representa um local que auxilia no forrageamento de insetos pelos predadores, uma latrina e um local propício para a alimentação de animais terrestres que predam sementes. Portanto, em diversas situações o recrutamento de novas plântulas estará associado ao processo de dispersão secundária das sementes que foram depositadas sob os poleiros. Apesar disso, experimentos que tentaram mostrar o recrutamento de espécies sob os poleiros criticaram a técnica pela sua ineficiência, o que pode ser decorrente de uma visão pontual do restabelecimento dos processos associados à sucessão ecológica.

3.1.1 Poleiros naturais

Árvores isoladas podem funcionar como poleiros, ou seja, um local que a avifauna utiliza para descanso, forrageamento e abrigo. Conseqüentemente, ocorre uma concentração da chuva de propágulos (frutos, sementes, brotos, etc.) sob esses indivíduos arbóreos, o que possibilita a formação de uma nova dinâmica dentro da comunidade (predação, dispersão secundária e eventualmente recrutamento de novas espécies) por meio de núcleos de alta biodiversidade.

Os poleiros naturais têm como base a observação de que muitas árvores remanescentes em paisagens antropizadas, principalmente pastagens, são focos de aporte de sementes zoocóricas, pois funcionam como pontos de pouso para animais frugívoros, principalmente aves e morcegos, que, ao pousarem, depositam propágulos vegetais. Guevara et al. (1986) relataram também que essas sementes

propiciam o estabelecimento posterior de plântulas e, conseqüentemente, a continuidade do processo de sucessão secundária.

Os poleiros naturais podem ser implantados por meio do plantio de espécies arbóreas de rápido crescimento, que apresentem arquitetura de copa que favoreça o pouso, o abrigo ou a alimentação, de modo que seu uso possa atrair esses animais para a área em restauração (Figura 1). Dentre as espécies pioneiras de crescimento rápido com potencial de atrair aves e morcegos, podem ser citadas: *Trema micrantha* (L.) Blume (crindiúva), *Solanum granulosoleprosum* Dunal (gravitinga), *Cecropia* ssp. (embaúba), *Inga spp.* (ingá), *Ficus spp.* (figueiras), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg. (tanheiro), *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby (Fedegoso), *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. (anil-preto), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril), entre outras. Muitas outras espécies comuns no domínio da Mata Atlântica podem ser classificadas como importantes para a função de poleiros naturais.

Outro uso dos poleiros naturais pode se dar por meio do plantio de uma fileira de árvores de crescimento rápido, de forma a imitar uma cerca-viva ou um quebra-vento (Figura 2). Essas árvores devem ser plantadas em linhas espaçadas no mínimo 20 m umas das outras, e com distância entre os indivíduos de no máximo 1 m. O crescimento das mudas propiciará uma densa cobertura, possibilitando a visitaçao de várias espécies de pássaros, funcionando como abrigo e poleiro para o seu descanso, assim como local de nidificação.

3.1.2 Poleiros artificiais

Os poleiros artificiais têm sido apontados como uma técnica de nucleação de baixo custo para a restauração, atraindo a avifauna e incrementando a chuva de sementes em áreas degradadas (GUEDES et al., 1997; MELO, 1997; HOLL, 1998; REIS et al., 1999, 2003; MELO et al., 2000; BECHARA et al., 2007; DOS SANTOS; PILLAR, 2007; TRÊS et al., 2007).

Considerando que as espécies arbóreas que compõem os ecossistemas florestais tropicais apresentam a zoocoria como síndrome de dispersão predominante (TABARELLI; PERES, 2002), há um grande potencial da avifauna que visita os poleiros artificiais propiciar a formação de núcleos de chuva de sementes, catalisando o aporte de propágulos. Embora Vogel et al. (2016) enfatizem que na fase inicial de regeneração florestal a dispersão de sementes tenda a ser realizada

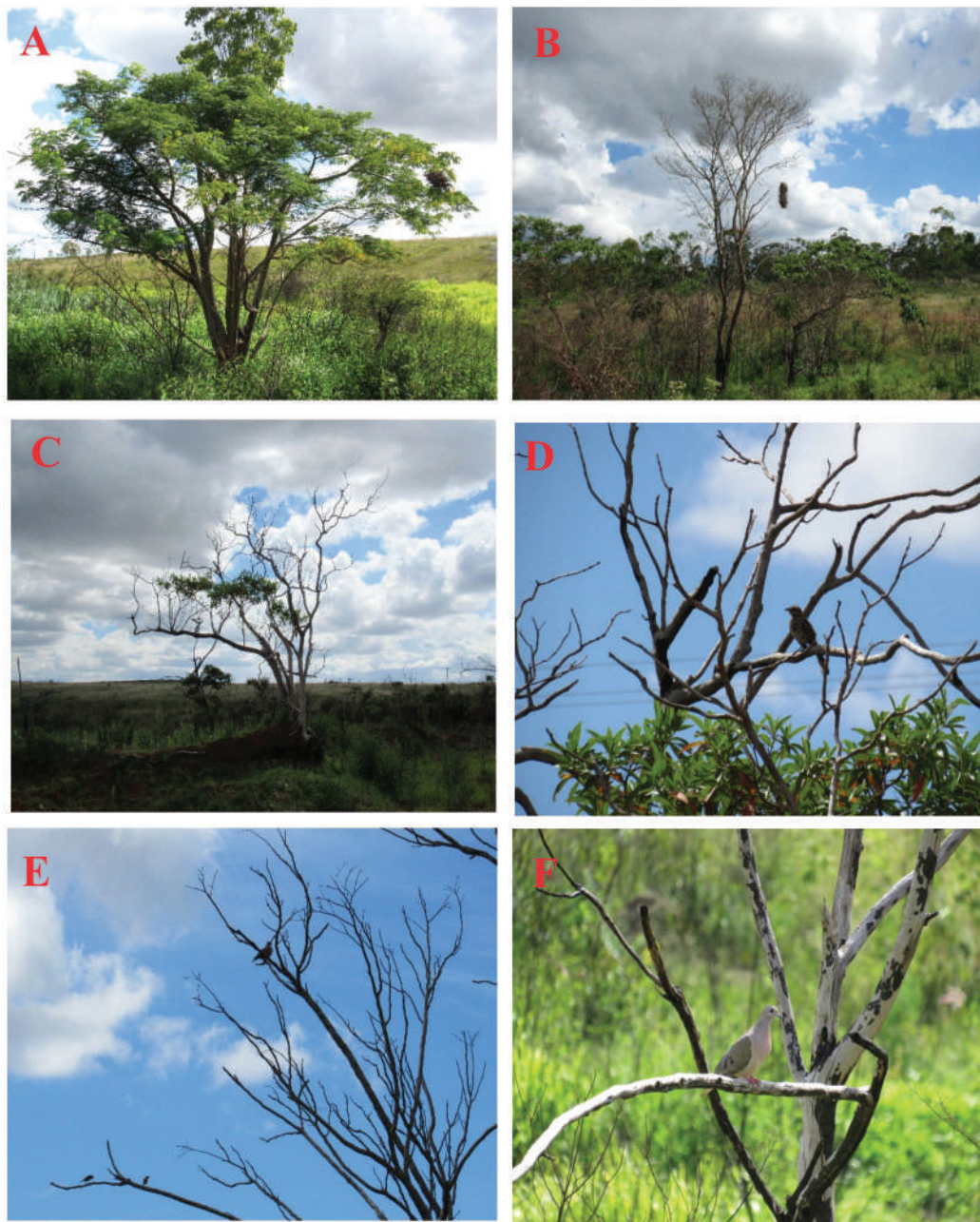


Figura 1

Detalhes de árvores remanescentes com potencial de uso como poleiro (A), (B) e (C); nidificação (A) e (B); e presença de aves nos poleiros (D), (E) e (F).



Figura 2

Aspecto geral de um plantio de espécies de rápido crescimento de maneira adensada para formação de abrigo para a avifauna.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

principalmente por pássaros onívoros generalistas, e, portanto, os poleiros não propiciam a atração de aves frugívoras especialistas, vale ressaltar que as funções do ecossistema são aprimoradas pela ação dos poleiros, uma vez que essas aves generalistas apresentam maior proporção nas atividades entre remanescentes da paisagem. Os autores identificaram também que a riqueza e a abundância da assembleia de aves que visitam os poleiros variam ao longo das estações do ano, sendo mais frequentes na primavera e no verão.

A avaliação da eficiência dos poleiros formados por árvores mortas em pé revelou que a avifauna, em paisagens altamente fragmentadas, acelerou a sucessão inicial, com aumento da riqueza de espécies e da quantidade de sementes em 150 vezes, principalmente de espécies pioneiras (GUEVARA et al., 1986; MCDONNELL; STILES, 1983).

Paisagens com baixa qualidade em termos de fontes de propágulos zoocóricos, ou seja, fragmentos florestais com pequeno tamanho, em baixo número e distantes (baixa conectividade), podem não favorecer a visitação dos poleiros pela avifauna

silvestre. Tomazi et al. (2010), testando o uso de poleiros em uma paisagem antropizada, identificaram a predominância de espécies pioneiras dispersas por anemocoria nos coletores, possivelmente pelo fato de a paisagem ser pobre em termos de assembleias de aves que poderiam visitar o local e, consequentemente, propiciar o aporte significativo de sementes de espécies zoocóricas.

O uso de poleiros artificiais na restauração em pastagens abandonadas têm evidenciado que, apesar de haver aumento da dispersão de sementes, essa medida, quando utilizada isoladamente, pode não ser suficiente para incrementar o recrutamento de plântulas (HOLL et al., 1998; TOMAZI et al., 2010; REID; HOLL, 2013; ALMEIDA et al., 2016; FRAGOSO et al., 2017). Apesar dos benefícios que os poleiros geram em termos de restabelecimento de cadeia trófica local e de recrutamento de plântulas associado à dispersão secundária, em casos de áreas degradadas com presença de filtros bióticos, como pastagens dominadas por gramíneas exóticas invasoras, pode ser necessário o uso de outras técnicas concomitantemente, visando à eliminação (ou controle) das gramíneas e à viabilização da regeneração natural, conforme recomendado por Fragoso et al. (2017).

Em uma pastagem no leste da Austrália, Elgar et al. (2014) constataram respostas superiores para o recrutamento de plântulas quando a base dos poleiros recebeu aplicação regular de herbicida para controle de gramíneas. Os autores ressaltaram que esses resultados ocorreram devido às ações combinadas sobre as barreiras de dispersão (uso de poleiros) e competitivas (controle de gramíneas), que restringem tanto a chegada das sementes como a germinação e o crescimento das plântulas. Já Brooks et al. (2009) constataram, em campos não nativos do Havaí, que a semeadura de sementes, em conjunto com a remoção das gramíneas inibidoras, foi muito mais eficaz sobre o recrutamento de plântulas lenhosas do que quando esses métodos eram aplicados separadamente. Esses casos evidenciam que o uso de herbicidas para controle de gramíneas invasoras pode favorecer o recrutamento de plântulas sob os poleiros.

De modo geral, poleiros mais altos, entre 10 e 12 m, contendo hastes perpendiculares em diferentes alturas, atraem mais espécies de aves que poleiros menores, de 2 a 3 m de altura (BECHARA, 2006). Da mesma forma, poleiros de maior complexidade de área de pouso, como árvores secas, torres de cipós ou poleiros de cabo aéreo, proporcionam aumento na chuva de sementes, quando comparados com poleiros mais simples, contendo apenas uma ou duas hastes cruzadas (HOLL, 1998; REIS et al., 2003).

Além dos aspectos mencionados, especialmente aqueles relacionados à qualidade da paisagem, deve-se considerar a disponibilidade de matéria-prima e de recursos financeiros, principalmente em casos de instalação de poleiros em pequenas propriedades rurais.

Uma forma simples e de baixo custo consiste no uso de três varas de bambu, formando um tripé, conforme ilustrado na Figura 3. Havendo fontes de bambu próximo à área objeto de restauração, uma dupla de colaboradores de campo pode montar um grande número de poleiros em um único dia de trabalho. Em casos de talhões de monoculturas florestais, como plantações de eucalipto em APPs a serem recompostas, podem ser mantidos alguns indivíduos em pé, de modo que funcionem como poleiros. Para garantir que eles não se propaguem na área, por meio do anelamento (remoção de uma faixa da casca em toda a circunferência do caule), podem ser mortos em pé.



Figura 3

Processo de montagem de poleiro artificial com varas de bambu (A) e (B) e arame galvanizado, em que: uso de cavadeira para abertura de buracos para fixação dos bambus (A) a (D) e uso de arame galvanizado para amarração dos bambus (C) e (E).

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

Em locais onde há presença de espécies exóticas, como acácia-australiana, pinus ou eucalipto, recomenda-se o anelamento das árvores e, talvez, a instalação de fios de arame entre elas (aumentando a área útil para pouso). Esse tipo de poleiro simula a fiação dos postes da rede elétrica, forma esta já integrada na paisagem antropizada para muitos pássaros. Essa técnica pode ser utilizada para ampliar a função dos poleiros secos, por meio da sua união com cordas, cabos de aço, arame ou qualquer outro material disponível.

Portanto, adotando-se uma visão sistêmica, mesmo em situações em que seja mínimo ou nulo o recrutamento direto de plântulas sob os poleiros, essas estruturas podem, em um contexto de paisagem local, propiciar o aumento da complexidade da cadeia trófica, assim como possibilita o recrutamento associado à dispersão secundária, constituindo um avanço na sucessão ecológica local. Porém, quando aplicada uma visão utilitarista e pontual do papel dos poleiros, essa técnica de nucleação pode ter sua importância minimizada, especialmente quando a avaliação se limita à quantificação do aporte de sementes e ao recrutamento direto de plântulas.

3.2 Transposição de galharia

A galharia pode ser definida como os restos do material lenhoso (tocos, galhos, folhas, raízes e partes reprodutivas) provenientes da supressão da vegetação ou resultantes da poda de árvores (REIS et al., 2006; REIS; TRES, 2007). A transposição desse material para áreas em processo de restauração permite a formação de núcleos (Figura 4), constituindo abrigos para animais silvestres (roedores, répteis, aves, insetos, etc.), o que ativa a cadeia alimentar e possibilita a chegada de propágulos na área.

A tendência é que em curto e médio prazo os animais que se abrigam nesses núcleos facilitem a chegada de sementes oriundas dos fragmentos adjacentes, contribuindo, assim, para a sucessão alóctone ou alogênica e para conectividade local (REIS; TRES, 2007). Além de servir de abrigo, gerando microclima adequado a vários animais, esses núcleos representam incremento de matéria orgânica ao solo. Roedores, cobras e avifauna podem, ainda, utilizá-las para alimentação, devido à presença de coleópteros decompositores da madeira, cupins e outros insetos.

Esse método, quando bem estabelecido tecnicamente, pode exercer influência sobre a qualidade do banco de sementes, favorecendo o estabelecimento de espécies vegetais nativas e a restauração do ecossistema (FRAGOSO et al., 2017). Essas leiras de galharia criam um micro-habitat sombreado e com maior retenção de



Figura 4

Detalhes de uma leira de galharia depositada em área sob processo de restauração (A), resíduo florestal para abrigo da fauna (B) e detalhe para a regeneração natural surgindo após implantação de leiras de galharia em área degradada (C) e (D).

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

umidade, propício ao desenvolvimento de plântulas, que podem ser provenientes da chuva de sementes propiciada pela visita de pássaros (que vêm ao núcleo atraídos pelos insetos), ou da rebrota dos galhos (MARIOT et al., 2008).

Esse material pode ser obtido em grande quantidade em áreas licenciadas para supressão da vegetação, principalmente em empreendimentos de mineração, hidrelétricas, construção de rodovias e ferrovias, ou provenientes de podas de árvores na arborização urbana. Essas atividades podem gerar volumes consideráveis de material lenhoso vegetal, com destaque para os galhos, que podem ter função importante na restauração de áreas degradadas.

Geralmente esse tipo de material é tratado como resíduo, e seu descarte representa um empecilho ao empreendedor, devendo ser ressaltado que as empresas de mineração chegam a enterrar esse material em cavas de mineração exauridas. No entanto, esse material pode ser utilizado na construção de núcleos, por meio do simples empilhamento da galharia (Figura 4), o que propicia o estabelecimento de microrganismos e insetos envolvidos no processo de decomposição da matéria orgânica; a atração de avifauna e outros animais insetívoros; o abrigo para algumas espécies, como roedores e lagartos; e a formação e o acúmulo de húmus proveniente da decomposição de matéria orgânica, auxiliando na estruturação do solo e no restabelecimento de sua microbiota.

Ressalta-se que a galharia oriunda de arborização urbana deve ser usada com certo cuidado, uma vez que, comumente, são utilizadas muitas espécies exóticas no paisagismo urbano, como demonstrado no estudo de Marcuzzo et al. (2013), o que pode promover a dispersão de espécies invasoras por meio da rebrota de parte dessas plantas, principalmente para as espécies com características agressivas. A Sociedade de Restauração Ecológica Internacional elenca nove atributos para o processo de restauração ecológica, com destaque para o uso máximo de espécies nativas locais (SER 2004), o que reforça ainda mais a necessidade de uma “triagem” preliminar da galharia, evitando-se a disseminação de propágulos de espécies exóticas, especialmente aquelas que são invasoras.

As pilhas podem ser depositadas em núcleos de no mínimo 4,0 m² (2 × 2 m) e altura de 0,5 a 1,0 m, ou em leiras maiores, quando houver oferta abundante desse material. Essa técnica deve ser realizada juntamente com outros métodos, como o plantio de mudas e o uso de *topsoil*, promovendo maior acréscimo da diversidade de plantas e animais na área em restauração.

3.3 Transposição de serapilheira

A transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo pode ser uma alternativa viável para acelerar o processo de sucessão em áreas em que o solo foi degradado (MARTINS, 2007; MARTINS et al., 2009). A serapilheira, ou seja, a camada de matéria orgânica ainda não incorporada ao solo, composta principalmente por folhas, galhos e sementes, constitui um material de grande relevância para o restabelecimento do processo de restauração ecológica em áreas degradadas. De maneira geral, esse material pode ser aproveitado na instalação de empreendimentos, como construção de rodovias e ferrovias, mineração, áreas

a serem submersas para construção de barragens, etc., ou seja, em situações que a serapilheira será “perdida” caso não seja aproveitada em outro uso imediato (Figuras 5 e 6).



Figura 5

Detalhes das etapas de remoção e aplicação de serapilheira, destacando o local de coleta (A); o material coletado, empilhado e disponível para translocação (B); a transposição da serapilheira, formando os núcleos na área de interesse (C); e o aspecto geral da área minerada durante a implantação do processo de restauração ecológica (D).

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

Esse material também poderia ser removido de outros remanescentes conservados, que não são objeto de supressão, e que estejam adjacentes à área a ser restaurada, porém a legislação não prevê esse tipo de intervenção. Fazem-se necessários estudos mais detalhados com relação à quantidade a ser removida



Figura 6

Detalhes do aporte de serapilheira no sub-bosque da floresta (A); da coleta (B); da aplicação (C); e da distribuição na área a ser restaurada (D).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

e os locais adequados ao longo do interior do remanescente, de modo a gerar o mínimo impacto ao recrutamento de novas plântulas no ecossistema de referência. Vale ressaltar que deve ser evitado o uso de serapilheira de fragmentos muito antropizados, que tenham sido colonizados por espécies exóticas invasoras.

Na Figura 7, pode-se verificar o desenvolvimento da vegetação em uma área minerada em processo de restauração por meio do plantio de mudas de espécies nativas em área total consorciado com a aplicação de serapilheira, formando núcleos de diversidade.

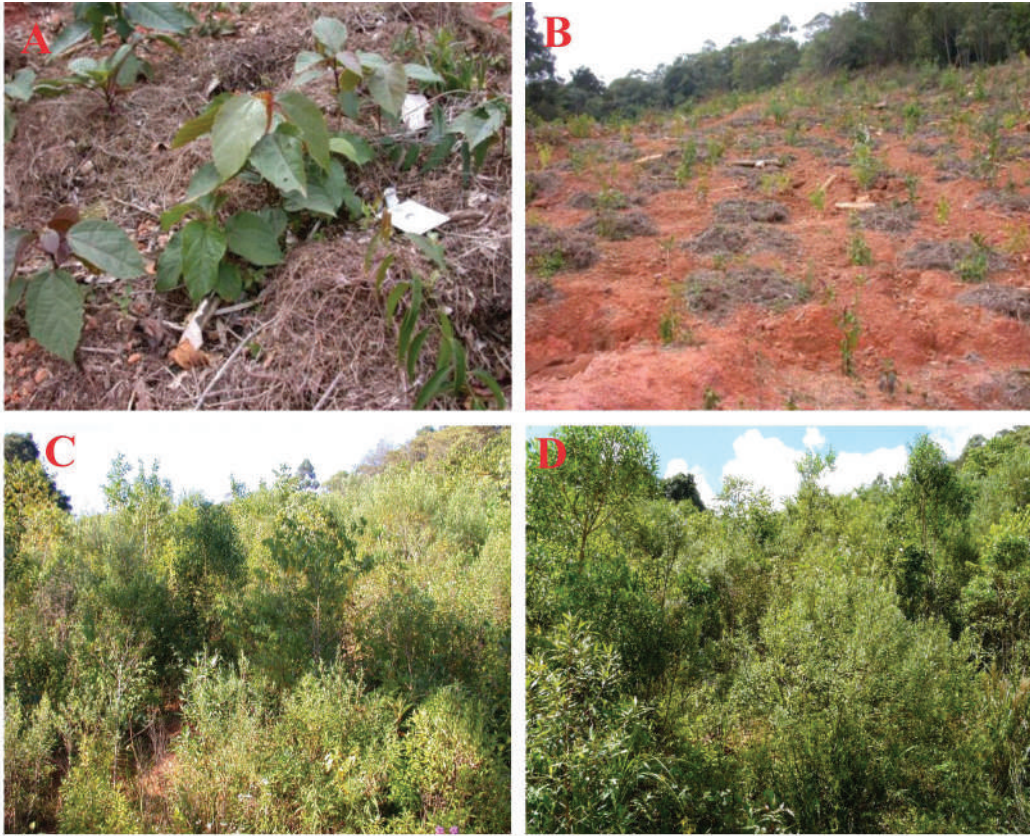


Figura 7

Área minerada de bauxita em processo de restauração ecológica por meio do plantio de mudas de espécies nativas em área total e da implantação de núcleos de serapilheira: regeneração natural em um núcleo aos cinco meses de idade (A); aspecto geral aos cinco meses (B); 28 meses (C); e 39 meses (D).

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

A serapilheira propicia o enriquecimento do substrato, em razão da decomposição de sua matéria orgânica, incorporando nutrientes, matéria orgânica e microrganismos, essenciais para a recuperação da fertilidade e da atividade biológica do solo. Neste sentido, o uso da serapilheira pode promover um aumento significativo da resiliência em áreas degradadas, auxiliando, assim, no processo de restauração.

Além disso, permite a colonização de espécies de variadas formas de vida, beneficiando o estabelecimento dos indivíduos regenerantes, e quando disposta

em áreas degradadas a pleno sol propicia o recrutamento de plântulas de espécies florestais pioneiras. Outra possibilidade de aplicação da serapilheira pode ser sob o dossel de áreas em processo de restauração que já apresentem fechamento de dossel e formação de sombra, o que irá estimular o estabelecimento de plântulas de espécies secundárias tardias e clímax. Em áreas objeto de restauração que ainda não apresentem estrutura florestal (e sombreamento), o recrutamento de espécies de final de sucessão pode ser obtido a partir de núcleos de serapilheira instalados sob telas de sombrite, gerando a condição de sombra necessária para a germinação e o estabelecimento de plântulas desses grupos ecológicos.

3.4 Transposição de *topsoil*

Assim como no uso de serapilheira, a transposição de *topsoil* é extremamente viável em empreendimentos que impliquem a supressão de vegetação nativa (NETO et al., 2010), direcionando seu uso em medidas mitigadoras ou compensatórias, definidas juntamente com o órgão ambiental e previamente à supressão e intervenção no ecossistema (MARTINS, 2007; MARTINS, 2009). Essa técnica tem grande viabilidade na mitigação de impactos à biodiversidade decorrentes de mineração, ou na compensação ambiental dos impactos associados à instalação e operação de reservatórios hídricos.

Normalmente, o uso do *topsoil* oriundo de remanescentes suprimidos ocorre mediante a aplicação e o espalhamento desse material em área total. Marcuzzo et al. (2013), comparando alguns métodos para construção de núcleos, concluíram que os núcleos de solo transposto foram os que apresentaram melhores resultados, com maior abundância e riqueza de plantas regenerantes. Apesar da grande importância da transposição da camada superficial do solo para a restauração de áreas degradadas, quando a área-alvo a ser restaurada se tratar de uma APP no entorno de nascente ou rio, é preciso tomar muito cuidado na forma de aplicá-la, sendo necessário adotar, previamente, medidas de conservação de água e solo para evitar o carreamento desse material para o curso-d'água e, conseqüente, o assoreamento.

Em uma pesquisa no Paraná, Bechara et al. (2007) identificaram em núcleos com 1m² o recrutamento de indivíduos de diversas formas de vida, com predomínio de ervas, seguidas de espécies arbóreas. Essa variedade de formas de vida é importante, uma vez que diversifica a disponibilidade de recursos para a fauna, especialmente pela maior sobreposição de períodos fenológicos reprodutivos entre as diferentes espécies. Cabe ressaltar que, de maneira geral, diversas espécies de

lianas, ervas e arbustos entram em período reprodutivo precocemente, quando comparadas a espécies arbóreas, o que é interessante como diversificação de fonte de recursos para a fauna nativa.

Neto et al. (2010) compararam a criação de núcleos em pastagens abandonadas de *Melinis minutiflora* P. Beauv., por meio da transposição do banco de sementes oriundos de dois fragmentos, e apontaram como preferencial o *topsoil* proveniente de fragmentos em estágio inicial, que, estatisticamente, propiciou maior densidade e riqueza de regenerantes em relação ao *topsoil* de florestas maduras. Possivelmente, esse fato esteja relacionado à maior presença de espécies pioneiras e secundárias iniciais em fragmentos em estágio inicial de sucessão, resultando em maior densidade de sementes desses grupos sucessionais no banco de sementes. Os autores também recomendam que a transposição seja realizada no início da estação chuvosa, uma vez que janeiro foi o mês com maior ocorrência de germinação.

O potencial da transposição de *topsoil* na restauração florestal de uma Reserva Legal no município de Conceição do Mato Dentro, MG, foi avaliado por Amaral (2013), que concluiu que o sucesso da aplicação depende da origem (ecossistema onde o material foi retirado), da espessura da camada de *topsoil* aplicada e dos níveis de sombreamento do material após a transposição.

Neste estudo, aos nove meses após a aplicação do *topsoil*, constatou-se a ocorrência de 23 espécies e 14 famílias. Verificou-se também que o uso de *topsoil* removido de Floresta Estacional em estágio médio proporcionou a regeneração de espécies arbóreas pertencentes ao grupo ecológico das secundárias tardias típicas de sub-bosque, com destaque para *Siparuna guianensis* Aubl. A adição de sombreamento a 70% foi o principal fator que influenciou a germinação das espécies secundárias, em detrimento das pioneiras, devido à reprodução do microclima inerente a esse grupo (tolerantes à sombra e/ou sub-bosque). Já o *topsoil* oriundo de Floresta Estacional em estágio inicial aplicado a pleno sol proporcionou a maior regeneração de espécies herbáceas e pioneiras arbóreas, corroborando os resultados encontrados por Neto et al. (2010).

Aos 33 meses após a transposição de *topsoil*, Esperança (2016) constatou superioridade para a densidade de indivíduos, riqueza, diversidade e área basal em relação aos tratamentos sem aplicação de *topsoil*. Neste estudo, o sombreamento demonstrou ser viável, principalmente por proporcionar um ambiente favorável ao estabelecimento de indivíduos tolerantes ao sombreamento, o que aumentou a densidade e a riqueza de espécies regenerantes. Contudo, vale ressaltar que a

presença da espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (braquiária) em todos os ambientes evidencia a necessidade de manutenção periódica da área, para que não ocorra dominância dessa espécie, o que pode comprometer o sucesso da restauração.

Com base nesses resultados, recomenda-se o uso de *topsoil* de fragmentos florestais em estágio inicial sem uso de sombreamento, para promover o rápido recobrimento do solo da área a ser restaurada, enquanto os núcleos com *topsoil* oriundo de florestas em estágio médio devem ser instalados com uso de sombreamento, propiciando a regeneração de espécies arbóreas de estádios mais avançados, ampliando as guildas de regeneração das espécies florestais desde o início da restauração (AMARAL, 2013; ESPERANÇA, 2016).

Silva (2012), avaliando o uso de *topsoil* na restauração de uma cascalheira no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG, registrou uma taxa média de cobertura do solo de 66 e 82% aos seis e aos 12 meses, respectivamente, após a aplicação do *topsoil* (Figura 8). Foram registradas 38 e 35 espécies na primeira e na segunda avaliação, respectivamente, pertencentes a diversas formas de vida, como herbácea, lianas, epífitas terrestres, subarbustivas, arbustivas e arbóreas. Ressalta-se que a maioria (60%) das espécies registradas pertencia ao grupo das herbáceas.

Vale salientar que muitas das espécies herbáceas registradas por Silva (2012) são consideradas daninhas para culturas agrícolas. No entanto, essas espécies podem ser consideradas como as principais responsáveis pela colonização inicial, favorecendo o processo de sucessão secundária e promovendo o incremento da diversidade e das funções da área em restauração.

O autor observou também a ocorrência de frutificação de algumas plantas pouco tempo após a aplicação do *topsoil*, o que favoreceu o retorno da avifauna para a área da cascalheira, evidenciado pela presença de vários ninhos de pássaros (Figura 9). Nos casos em que o *topsoil* for pobre em espécies arbóreas, recomenda-se a utilização conjunta com outra técnica, como plantio de mudas ou resgate de plântulas, o que torna essa prática mais viável e eficiente.

Apesar dos excelentes resultados obtidos em pesquisas com aplicação de *topsoil* na restauração de áreas degradadas, recomenda-se que antes do uso desse material na restauração de uma área degradada seja realizada uma análise do banco de sementes do solo, de modo a verificar se há presença de sementes de espécies de gramíneas exóticas invasoras, como capim-gordura e braquiária, muito comuns nas pastagens e que acabam sendo disseminadas para fragmentos florestais. Caso sua

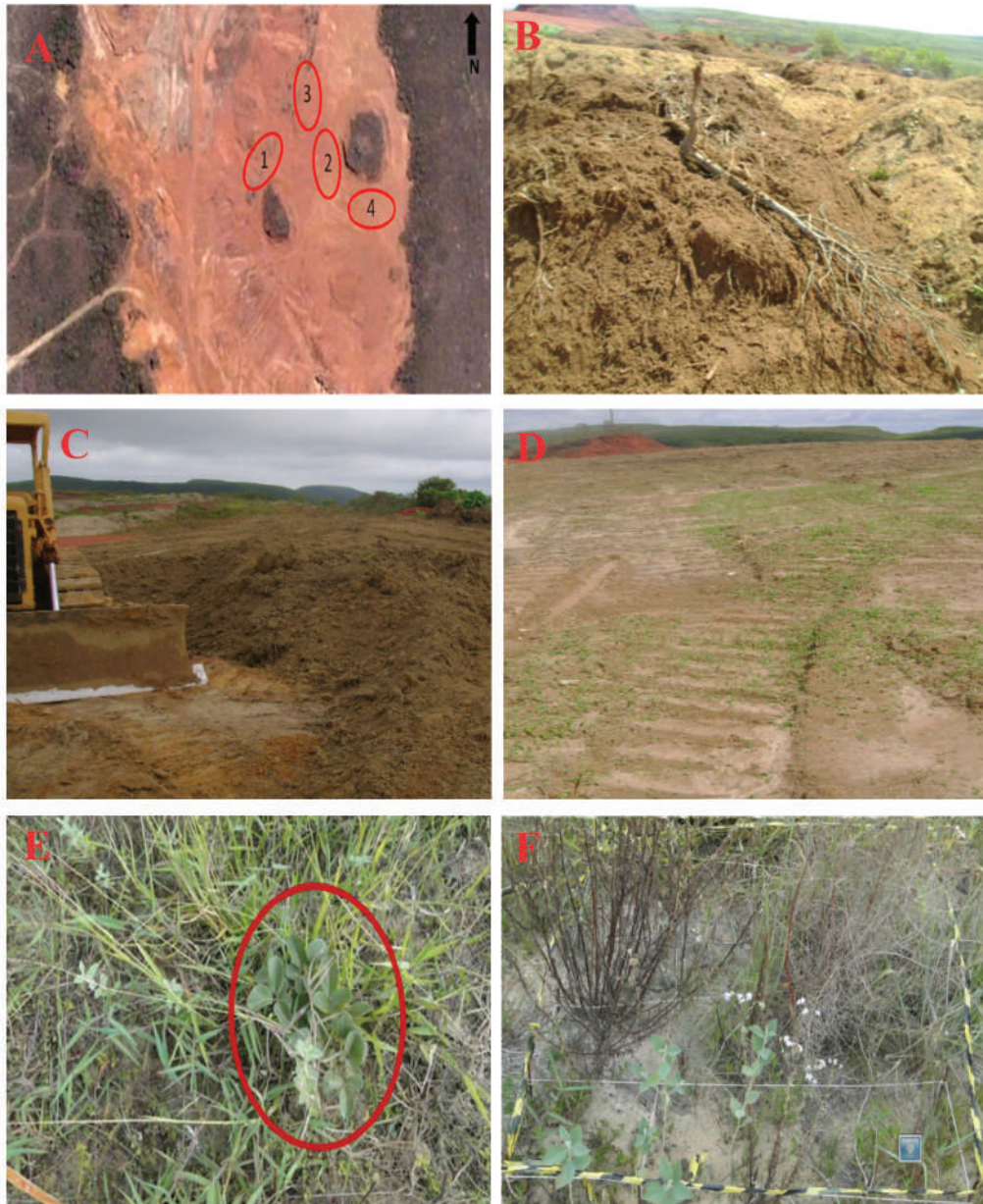


Figura 8

Visão geral de uma área de empréstimo recuperada por meio do uso de *topsoil* (A), deposição do material na área (B), distribuição do material na área (C), início da germinação duas semanas após o início das chuvas (D), regeneração de espécies arbóreas (E) e avaliação da cobertura do solo (F).

Fonte: Israel Marinho Pereira.



Figura 9

Detalhe para a frutificação (A) e a presença de ninhos de pássaros em herbáceas (B), verificando o retorno da avifauna para a cascalheira.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

presença seja constatada, recomenda-se não utilizar o *topsoil*, ou, quando utilizar, fazer o manejo de retirada periódica das gramíneas exóticas regenerantes, impedindo que haja a infestação do local e o retardo do processo de sucessão secundária.

Uma vez verificadas a origem e a composição do banco de sementes do *topsoil*, é possível obter excelentes resultados, conforme mencionado em parágrafos anteriores. Resultados positivos (Figura 10) também foram obtidos por Reis Neto (2014) e Pinheiro (2017), ao avaliarem o potencial da transposição de *topsoil* como estratégia de controle de gramíneas invasoras (capim-braquiária e gordura) em área de pastagem abandonada no bioma Mata Atlântica, visando à restauração florestal, no município de Conceição do Mato Dentro, MG. Reis Neto (2014) constatou que tanto a densidade total como a riqueza específica do estrato arbustivo-arbóreo observadas nos tratamentos com aplicação de *topsoil*, um ano após a implantação, foram superiores ($30.574 \text{ ind.ha}^{-1}$ e 41 espécies) às obtidas nos tratamentos sem aplicação ($18.387 \text{ ind.ha}^{-1}$ e 31 espécies).

Aos três anos após a implantação, os resultados seguiram a mesma tendência observada anteriormente (REIS NETO, 2014), sendo a densidade total registrada de $27.360 \text{ ind.ha}^{-1}$ e $14.454 \text{ ind.ha}^{-1}$ para os tratamentos com e sem aplicação de *topsoil*, respectivamente (PINHEIRO, 2017). Contudo, a superioridade na densidade total entre os tratamentos com e sem aplicação de *topsoil* aumentou de



Figura 10

Área de pastagem abandonada no bioma Mata Atlântica em processo de restauração florestal: aspecto geral da área antes da aplicação de *topsoil* (A); vista da área aproximadamente um ano após a transposição de *topsoil* (B); três anos após aplicação (C); e detalhe para a discrepância entre os tratamentos com e sem aplicação de *topsoil* (D).

Fonte: André César Pinheiro e Raul Firmino dos Reis Neto.

66 para 89% após três anos. Já para a riqueza específica, essa superioridade passou de 32 para 112%, sendo a riqueza observada de 51 e 24 espécies nos tratamentos com e sem aplicação de *topsoil*, respectivamente. Vale salientar que nos tratamentos com aplicação de *topsoil* 94% das espécies pertenciam ao grupo ecológico das não pioneiras (secundárias e clímax), ao passo que nos tratamentos sem aplicação esse grupo foi representado por apenas 23% das espécies. Esse resultado demonstra a contribuição do *topsoil* para o incremento de espécies de estágio sucessional mais avançado.

Neste mesmo estudo, constatou-se, após três anos de implantação, que a transposição de *topsoil* foi capaz de controlar de maneira mais eficiente a cobertura média das espécies *Urochloa* spp. e *M. minutiflora* (Figura 11), tendo a cobertura média dessas gramíneas exóticas invasoras sido de aproximadamente 35% nos tratamentos com aplicação de *topsoil*, em comparação aos 85% observados nos tratamentos sem aplicação (Figura 21) (PINHEIRO, 2017).

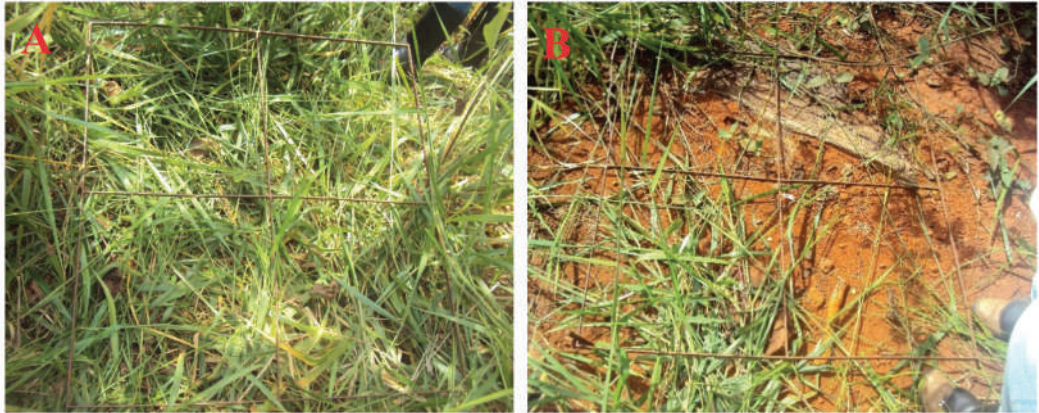


Figura 11

Detalhe para a cobertura de gramíneas exóticas invasoras em área de pastagem abandonada em processo de restauração florestal: (A) sem aplicação de *topsoil* e (B) com transposição de *topsoil*.

Fonte: Paula Alves Oliveira.

A prática de transposição de solo é responsável por inserir uma gama de espécies novas na área a ser restaurada, ampliando as estratégias e as características que auxiliam nos processos ecológicos essenciais para a reconstrução do ambiente. Assim como em Pinheiro (2017), diversos estudos (HALL et al., 2010; TOZER et al., 2012; FERREIRA et al., 2015; PILON et al., 2017) têm reconhecido a contribuição dessa prática em relação à melhoria da qualidade e restauração de ambientes degradados.

Diante do exposto, a técnica de transposição de *topsoil* demonstra ser uma alternativa viável quando se deseja ampliar a eficiência dos programas de recuperação, além de acelerar o processo de sucessão secundária inerente à restauração florestal em áreas degradadas, sobretudo em empreendimentos minerários e/ou hidrelétricos, onde esse material frequentemente está disponível. Em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de mineração, os órgãos competentes têm exigido,

como condicionante de licença ambiental, que as empresas adotem métodos de restauração da vegetação nativa que faça uso do *topsoil* removido. No entanto, ainda são necessários estudos mais detalhados sobre essa prática, como, por exemplo, avaliar o tempo máximo de armazenamento desse material antes de sua aplicação, para que não haja perda de viabilidade, e a camada mínima que o material deverá ter após o espalhamento para garantir substrato adequado ao estabelecimento da vegetação.

Apesar de toda a importância supracitada do *topsoil*, a Instrução Normativa nº 4/2011, que estabelece exigências mínimas para a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), não faz nenhuma menção de que empreendimentos de mineração devam prever a separação e a destinação posterior desse recurso para uso na recuperação das áreas degradadas pelo empreendimento (IBAMA, 2011). Curiosamente, um manual do próprio IBAMA, publicado em 1990, já fazia menção à necessidade de separar previamente o *topsoil* para uso posterior nas atividades de recuperação (IBAMA, 1990).

3.5 Transposição de chuva de sementes

A transposição da chuva de sementes consiste na interceptação de sementes em coletores instalados no interior de fragmentos florestais remanescentes, e seu respectivo uso em áreas a serem restauradas.

Os propágulos coletados dessa forma constituem uma ótima alternativa técnica para manutenção da biodiversidade florística e da variabilidade genética típica das populações de espécies florestais nativas, em escala local e regional. O processo é muito fácil, uma vez que os coletores são estruturas simples, constituídas de uma moldura de madeira, metal ou tubos de PVC, em formato retangular (1,0 × 0,5 m), quadrado (1,0 × 1,0 m) ou circular (1,0 m de raio), revestida por uma tela de náilon de malha de 1 mm ou tecido (para garantir a retenção de sementes de tamanhos menores), com profundidade de 20 a 50 cm, e suspensa acima do solo a uma altura de 30 a 50 cm, por suportes de madeira, metal ou PVC, evitando o contato com a umidade do solo ou serapilheira (Figura 12). Mensalmente, procede-se à coleta do material acumulado, e as sementes podem ser encaminhadas para viveiros, para a produção de mudas, ou diretamente para o campo, para semeadura direta em núcleos.

Martins (2009) relatou que a avaliação da chuva de sementes realizada por Campos (2009) em uma floresta secundária possibilitou a coleta de quase 17 mil

sementes, em um período de dois anos, tendo sido utilizados 25 coletores, distribuídos em 1 ha. Esse estudo identificou o aporte de sementes de diversas formas de vida, sendo 63% pertencentes a espécies arbóreas, 29% de lianas e 8% de arbustivas e herbáceas. Bechara et al. (2007) consideram relevante a possibilidade de obter sementes de espécies de diferentes formas de vida, ampliando a complexidade estrutural das áreas em processo de restauração.

Outro aspecto positivo da coleta de chuva de sementes é a possibilidade de obtenção de sementes de espécies que talvez não sejam cultivadas em viveiros, pela dificuldade de coleta de propágulos, ou por desconhecimento técnico quanto à quebra de dormência. A semente depositada no coletor pelas fezes de animais pode ter sofrido a quebra de dormência através do processo digestivo desses dispersores.

Coletas mensais de chuva de sementes possibilitam a obtenção de propágulos de espécies que possuem diferentes períodos fenológicos de frutificação, o que permite o estabelecimento de comunidades vegetais com maior sobreposição de fenofases reprodutivas ao longo do ano e, conseqüentemente, o fornecimento de recursos atrativos para a fauna silvestre durante um período maior do ano.

3.6 Plantio de espécies florestais nativas em ilhas

O plantio de mudas de espécies arbóreas nativas consideradas facilitadoras, focal, chave ou bagueira, é uma forma de gerar núcleos capazes de atrair maior diversidade biológica para as áreas degradadas em restauração (YARRANTON; MORRISON, 1974; SCARANO, 2000; REIS et al., 2003, 2006), sendo a escolha direcionada para espécies que possuem grande capacidade de atração de animais.

Peres (2000) refere-se às plantas-chave como um pequeno conjunto de espécies autóctones que constituem fontes de suprimentos extremamente importantes e disponíveis para determinados grupos de animais silvestres em época de escassez de recursos. Zimmermann (2000) destaca o papel da *T. micranta* como fonte de recurso alimentar para a avifauna, funcionando como poleiro natural e ponto de atração de inúmeras espécies de aves.

O plantio em toda a área degradada com mudas geralmente é oneroso e tende a direcionar o processo sucessional por um longo período, promovendo apenas o crescimento dos indivíduos das espécies plantadas (REIS et al., 2006). Portanto, na nucleação procura-se selecionar as espécies de modo que formem pequenos núcleos de espécies com forte poder de nucleação, enquanto no restante da área espera-se que o processo de sucessão ocorra sem influência das espécies selecionadas

inicialmente pelo restaurador.

A partir do momento em que o núcleo começa a se irradiar, inicia-se a troca de material genético entre as populações formadas e as populações dos fragmentos adjacentes. Essa ação possibilita que, num futuro próximo, a progênie possa nuclear a paisagem, estabelecendo uma dinâmica local de fluxos biológicos (REIS; TRES, 2007). As ilhas de vegetação funcionam como micro-habitats para atrair a avifauna dispersora de sementes, proporcionando locais de descanso, abrigo, nidificação e alimentação para várias espécies (GUEDES et al., 1997).

Recomenda-se o plantio de mudas de espécies pioneiras e não pioneiras, de modo que as pioneiras criem o microclima adequado à sobrevivência e ao desenvolvimento das espécies de ciclo de vida longo (HOLL et al., 2011; REIS et al., 2010). Quanto ao tamanho e ao espaçamento entre as mudas, Anderson (1953) preconizou variação entre 5 e 25 mudas por ilha, espaçamento mínimo entre mudas de 0,5 m, somatório das áreas das ilhas de plantio de mudas cobrindo no máximo 50% da área a ser restaurada e núcleos homoganeamente distribuídos por toda a área.

Apesar das recomendações de Anderson (1953), as ilhas de mudas em alta densidade podem sofrer variações, seja pela disponibilidade de recursos financeiros (para insumos, ferramentas e mão de obra), seja pelas características da área a ser restaurada, permitindo-se criar os mais variados arranjos em termos de espaçamento entre plantas, quantidade de mudas, riqueza de espécies e grupos funcionais. Cabe ressaltar que, além de grupos funcionais de recobrimento e de enriquecimento de espécies, outros grupos devem ser avaliados, como: atração de fauna nativa dispersora de sementes, condicionamento do substrato (fixação biológica de nitrogênio e incorporação de húmus), formas de vida, ciclos fenológicos, entre outros.

A comparação de modelos de plantio em área total com modelos de plantio em ilhas, realizada em floresta tropical na Costa Rica, por Holl et al. (2011), permitiu concluir que não existe um método mais adequado que o outro, pois cada método apresenta algumas vantagens e desvantagens comparativas.

No modelo de plantio em área total, as mudas apresentaram maior crescimento em altura, enquanto nas ilhas a maior proximidade com a borda, onde as condições abióticas podem ser mais estressantes (HOLL et al., 2011), resultou em crescimento inferior em altura. Adicionalmente, o plantio de mudas em ilhas pode, ao longo do tempo, resultar em composição florística mais similar aos ecossistemas de

referência adjacentes, devido à menor influência das árvores plantadas na expressão da resiliência local (HOLL et al., 2011; ZAHAWI et al., 2013).

Comparando diferentes tamanhos de núcleos de mudas plantadas, Zahawi et al. (2013) observaram maior recrutamento de plântulas nos maiores núcleos, sendo superior inclusive quando comparado ao plantio em área total. A efetividade dessa estratégia dependerá da velocidade do efeito nucleador das ilhas, facilitando o estabelecimento de espécies florestais ao longo do tempo (HOLL et al., 2011), assim como da proximidade de fontes de propágulos e da presença ou ausência de espécies exóticas invasoras.

4. PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA NUCLEAÇÃO PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

A nucleação apresenta diversos atrativos para o seu uso, destacando-se:

a) possibilidade de inclusão de espécies de diversas formas de vida (desde as herbáceas até as arbóreas) no processo de restauração, o que amplia a sobreposição de períodos fenológicos de reprodução e, conseqüentemente, resulta em maior variedade de alimentos para fauna (BECHARA et al, 2007; SILVA, 2012; REIS et al., 2014);

b) permite que em parte da área a ser restaurada a sucessão secundária ocorra sem a interferência direta de espécies introduzidas pela ação antrópica, garantindo menor influência na trajetória da sucessão secundária (YARRANTON; MORRISON, 1974; REIS et al., 2014);

c) em uma mesma área podem ser utilizadas várias técnicas diferentes para a construção de núcleos, o que estimula a ocorrência de maior variedade de processos ecológicos inerentes à sucessão secundária; e

d) menor custo de implantação, quando comparado ao das técnicas convencionais de plantio de mudas em área total.

Talvez o grande desafio para aplicação da nucleação em larga escala se dê em paisagens cuja matriz tenha sido fortemente alterada por atividades antrópicas e apresente elevada abundância de espécies exóticas invasoras, especialmente algumas gramíneas (TOMAZI et al., 2010). Essas espécies podem conferir filtros ecológicos, o que impede o restabelecimento do processo de sucessão natural, seja pela inibição da expansão dos núcleos seja pela invasão dos núcleos, impedimento,

consequentemente, o recrutamento de novas espécies nativas regenerantes. Adicionalmente, paisagens com poucos fragmentos de ecossistemas de referência podem limitar o aporte de propágulos de novas espécies nos núcleos, limitando a capacidade de fluxo gênico entre os núcleos e os fragmentos. Nessas situações, poderá haver a necessidade de técnicas de nucleação de transposição de solo, para garantir o aporte “imediate” de propágulos, além de substrato com microbiota que forme uma nova dinâmica de decomposição e de interações com as plantas. Certamente haverá necessidade prolongada de intervenções antrópicas para restabelecer a sucessão secundária, assim como também ocorre quando do uso de técnicas convencionais de plantio de mudas em área total.

5. APLICAÇÃO DA NUCLEAÇÃO EM GRANDES EMPREENDIMENTOS

No Pará, estado amazônico do Norte do Brasil, a nucleação vem sendo aplicada em escala comercial em empreendimentos de mineração de bauxita de grande porte, sob orientação do consultor Ademir Reis, professor aposentado da Universidade Federal de Santa Catarina (ALCOA, 2012; RAS, 2016). Pelo fato de os corpos de minério se estenderem por grandes áreas nos platôs amazônicos, a mineração é feita pelo sistema de *strip mining*, definido em português como “mineração em faixas” ou “em tiras”. Nesse método, a mineração ocorre em longas faixas retilíneas, sendo a cada ano uma nova faixa aberta para exploração mineral, enquanto a faixa cujo minério foi exaurido no ano anterior é fechada para a posterior restauração ecológica. A bauxita, no Norte do Brasil, apresenta um capeamento de subsolo estéril que a recobre, e sobre esse capeamento tem-se o *topsoil*. Portanto, quando da abertura de uma nova faixa, o *topsoil* e o capeamento de estéril são removidos, sendo o estéril espalhado sobre a faixa exaurida no ano anterior, e, posteriormente, o *topsoil* é disposto, recobrando a superfície (ALCOA, 2012).

Apesar desses platôs onde ocorre a bauxita no Pará serem planos, as chuvas torrenciais com grande potencial erosivo, combinadas com o substrato que possui grande potencial de erodibilidade, agravam os processos erosivos, com arraste de quantidades significativas de solo (RAS, 2016). Visando contornar esse problema, é possível usar o *topsoil* como elemento que permita o aumento da rugosidade da superfície do terreno, de forma a disciplinar o escoamento superficial de água (FIGUEREDO et al., 2007; KLEIN et al., 2009).

Em vez de espalhar o *topsoil* para recobrir toda a superfície, ele é mantido em montes de *topsoil*, do mesmo modo que foi depositado (basculhado) pelos

caminhões (sem o posterior espalhamento por tratores de esteira), de forma alternada com montes de galharia (material muito abundante nesses empreendimentos), formando núcleos de *topsoil* alternados com núcleos de galharia (ALCOA, 2012). Isto gera uma superfície rugosa, que impede a formação de fluxos preferenciais de escoamento superficial de água pluvial, garantindo que o solo não seja carreado para áreas vizinhas, conforme preconizado por Figueredo et al. (2007) e Klein et al. (2009). Posteriormente, esses núcleos (montes de *topsoil* e de galharia) permitem a recolonização por plantas nativas regenerantes e o início de um processo similar à dinâmica de clareiras. Possivelmente, a nucleação em empreendimentos de mineração de bauxita no Norte do Brasil seja o principal exemplo de aplicação do método em larga escala no País, e até mesmo em nível global.

Certamente essa nova abordagem dada ao uso do *topsoil* e da galharia na restauração ecológica de minas no Norte do Brasil, conforme apresentado por Alcoa (2012) e RAS (2016), pode ser expandida para outros biomas, outras situações de degradação e outros tipos de relevo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nucleação é uma técnica de restauração ecológica propulsora da regeneração natural, com potencial de promover a sucessão secundária em áreas degradadas, além de apresentar vantagens tanto em virtude do custo reduzido em relação às técnicas convencionais, quanto pelo fato de permitir que em parte da área objeto de restauração o processo ocorra sem influência direta de espécies introduzidas intencionalmente pelo restaurador.

Adicionalmente, as diferentes técnicas de nucleação permitem o restabelecimento de diversos processos ecológicos inerentes à sucessão secundária, como: atração de fauna silvestre, pelo fato de criar fontes de alimentação, abrigo e reprodução; geração de chuva de sementes; regeneração de espécies de várias formas de vida; sobreposição de fenofases de reprodução; aporte de nutrientes e restabelecimento da ciclagem de nutrientes, entre outros.

Contudo, existe grande variação em termos de resultados promovidos pelas diferentes técnicas de nucleação, devendo ser ressaltado que as pesquisas apontam que o método de transposição de *topsoil* é o que apresenta melhores resultados para a restauração ecológica. Além de promover o aporte de banco de sementes de espécies nativas, também auxilia na melhoria do solo, por adicionar matéria orgânica e nutrientes, assim como biota edáfica. Porém, ressalta-se que o *topsoil* só

estará disponível em empreendimentos licenciados e autorizados para a supressão de ecossistemas naturais. Além disso, as pesquisas apontam a necessidade de observar previamente a qualidade do banco de sementes, uma vez que fragmentos em paisagens muito antropizadas podem apresentar banco de sementes contaminado por espécies exóticas invasoras. Nessas situações, o uso do *topsoil* deve ser desencorajado, ou necessitará de ações de manejo adaptativo para o controle de espécies exóticas.

A aplicação das técnicas de nucleação demanda um diagnóstico ambiental da área a ser restaurada, observando-se todos os fatores ambientais, como: presença de fontes de propágulos; proximidade desses fragmentos remanescentes em relação à área objeto de restauração; ausência (ou presença reduzida) de espécies invasoras, principalmente gramíneas exóticas, entre outros. Em vista disso, as técnicas de nucleação deverão ser adaptadas à qualidade ambiental de cada paisagem, considerando todos os fatores ecológicos. Em determinadas situações de paisagens desfavoráveis ao restabelecimento da sucessão secundária, pode vir a ser necessário o uso de técnicas convencionais, com a intervenção do restaurador em toda a área degradada. Nesses casos, a nucleação pode ser utilizada como técnica complementar, permitindo a diversificação dos processos ecológicos, ou seja, o sucesso da restauração ecológica depende da aplicação de ações conjuntas e de manejo adaptativo que contribuam para o processo de sucessão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOA. **Novas tecnologias para adequar o Plano de Recuperação da Mina de Bauxita de Juruti/Alcoa, PA.** Alcoa World Alumina Brasil, 2012.
- ALMEIDA, A.; MARQUES, M. C. M.; CECCON-VALENTE, M. F. et al. Limited effectiveness of artificial bird perches for the establishment of seedlings and the restoration of Brazil's Atlantic Forest. **Journal for Nature Conservation**, v. 34, p. 24-32, 2016.
- AMARAL, L. A. **Estratégia da utilização de *topsoil* na restauração ambiental.** 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.
- ANDERSON, M. L. Spaced - Group planting. **Unasyuva**, v. 7, n. 2, p. 1-15, 1953. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x5367e/x5367e00.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

- ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal. Série Registros**, v. 44, p. 1-38, 2011.
- BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. 249 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BECHARA, F. C.; DICKENS, S. J.; FARRER, E. C. et al. Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, n. 11, p. 2021-2034, 2016.
- BECHARA, F. C.; FILHO, E. M. C.; BARRETTO, K. D. et al. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 9-11, 2007.
- BENINI, R. M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal**. Forest restoration economy. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. 126 p.
- BOANARES, D.; AZEVEDO, C. S. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. **Natureza & Conservação**, v. 12, n. 2, p. 93-98, 2014.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.651/2012**. 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, 2012.
- BRASIL. **Decreto Federal nº 8.235/2014**. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências, 2014.
- BRASIL. **Decreto Federal nº 8.972/2017**. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, 2017.
- BROOKS, S.; CORDELL, S.; PERRY, L. Broadcast seeding as a potential tool to reestablish native species in degraded dry forest ecosystems in Hawaii. **Ecological Restoration**, v. 27, n. 3, p. 300-305, 2009.
- CAMPOS, E. P. D.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F. D. et al. Chuva de sementes em floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.
- ELGAR, A. T.; FREEBODY, K.; POHLMAN, C. L. et al. Overcoming barriers to seedling regeneration during forest restoration on tropical pasture land and the potential value of woody weeds. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 200, p. 1-10, 2014.

- ESPERANÇA, A. A. F. **Uso de topsoil e sombreamento na restauração florestal de pastagem abandonada**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.
- FERREIRA, M. C.; WALTER, B. M. T.; VIEIRA, D. L. M. Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: propagation of herbs, shrubs, and trees. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 723-728, 2015.
- FIGUEREDO, A. G.; SEVEGNANI, L.; AUMOND, J. J. Recuperação de área degradada por mineração de argila, com o uso de *Mimosa scabrella* Benth.(Fabaceae), Doutor Pedrinho, SC. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 741-743, 2008.
- FRAGOSO, R. O.; CARPANEZZI, A. A. ; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. et al. Forestry restoration in abandoned pastures of *Urochloa* by different sizes of brushwood. **Revista Cerne**, v. 23, p. 85-94, 2017.
- FRAGOSO, R. O.; CARPANEZZI, A. A.; RIBAS, K. C. Z. et al. Forestry restoration in abandoned pastures of *Urochloa* by different sizes of brushwood. **Revista Cerne**, v. 23, n. 1, p. 85-94, 2017.
- FRANKS, S. J. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology**, v. 168, p. 1-11, 2003.
- GUEDES, M. C.; MELO, V. A.; GRIFFITH, J. J. Uso de poleiros artificiais e ilhas de vegetação por aves dispersoras de sementes. **Ararajuba**, v. 5, n. 2, p. 229-232, 1997.
- GUEVARA, S.; PURATA, S. E.; van der MAAREL, E. The role of remnant trees in tropical secondary succession. **Vegetatio**, v. 66, n. 2, p. 77-84, 1986.
- HALL, S. L.; BARTON, C. D.; BASKIN, C. C. Topsoil Seed Bank of an Oak–Hickory Forest in Eastern Kentucky as a Restoration Tool on Surface Mines. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 6, p. 834-842, 2010.
- HOLL, K. D. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? **Restoration Ecology**, v. 6, n. 3, p. 253-261, 1998.
- HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A.; COLE, R. J. et al. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 4, p. 470-479, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama). Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília: Ibama, 1990. 96 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama). Instrução Normativa nº 4, de 13 de abril de 2011. **[Diário Oficial da União]**. Brasília: Ibama, 2011.

- KLEIN, A. S.; CITADINI-ZANETTE, V.; LOPES, R. P. et al. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.
- MARCUZZO, S. B.; GANADE, G.; ARAÚJO, M. M. et al. Comparação da eficácia de técnicas de nucleação para restauração de área degradada no Sul do Brasil. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 39-48, 2013.
- MARIOT, A.; MARTINS, L. C.; VIVIANI, R. G. et al. **A utilização de técnicas nucleadoras na restauração ecológica do canteiro de obras da UHE Serra do Facão, Brasil**. Florianópolis: ORB, 2008. 18 p.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em Áreas de Preservação Permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007. 255 p.
- MCDONNELL, M. J.; STILES, E. W. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. **Oecologia**, v. 56, n. 1, p. 109-116, 1983.
- MELO, V. A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais**. 1997. 40 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- MELO, V. A.; GRIFFITH, J. J.; JUNIOR, P. M. et al. Efeito de poleiros artificiais na dispersão de sementes por aves. **Revista Árvore**, v. 24, n. 3, p. 235-240, 2000.
- NETO, A. M.; KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. et al. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1035-1043, 2010.
- PERES, C. A. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. *Journal of Tropical Ecology*, **Combridge**, v. 16, n. 2, p. 287-317, 2000.
- PILON, N. A. L.; BUISSON, E.; DURIGAN, G. Restoring Brazilian savanna ground layer vegetation by topsoil and hay transfer. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 1, p. 73-81, 2017.
- PINHEIRO, A. C. **Restauração florestal mediante preparo do solo e aplicação de topsoil, em área degradada por pastagem**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 2017.
- RESTAURAÇÃO AMBIENTAL SISTÊMICA (RAS). **Projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD) – A implementação da nucleação na Mineração Rio do Norte (MRN)**. Antônio Carlos: Restauração Ambiental Sistêmica, 2016.

- REID, J. L.; HOLL, K. D. Arrival \neq Survival. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 2, p. 153-155, 2013.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação com base para incrementa os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 85-92, 2003.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 85-92, 2003.
- REIS, A.; BOURCHEID, K.; HMELJEVSKI, K. et al. **Restauração de áreas degradadas** -Imitando a natureza. Florianópolis, 2006.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p. 244-250, 2010.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. et al. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-519, 2014.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. et al. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-518, 2014.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. et al. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 91-110.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 67, 2007.
- REIS, A.; TRES, D.R. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. Fundação Cargill, 2007. p. 29-55.
- REIS, A.; TRES, D. R. Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Coord.). **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2007. p. 29-55, p. 37-38.
- REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 42 p. (Série cadernos da reserva da biosfera, 14).
- SANTOS, M. M. G.; PILLAR, V. D. Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da Floresta com Araucária sobre os campos, em São Francisco de Paula, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p. 594-596, 2007.

- SCARANO, F. R. **Marginal plants:** functional ecology at the Atlantic Forest periphery. Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas do 51º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. Brasília: Embrapa/Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 176-182.
- SER. THE SER INTERNATIONAL PRIMER ON ECOLOGICAL RESTORATION. Society for Ecological Restoration International, Tucson, 2004. 13 p.
- SILVA, N. F. **Diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em Diamantina, MG.** 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M. et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.
- TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, n. 2, p. 165-176, 2002.
- TOMAZI, A. L.; ZIMMERMANN, C. E.; LAPS, R. R. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração de ambientes ciliares: caracterização da chuva de sementes e regeneração natural. **Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 125-135, 2010.
- TOZER, M. G.; MACKENZIE, B. D. E.; & SIMPSON, C. C. An Application of Plant Functional Types for Predicting Restoration Outcomes. **Restoration Ecology**, v. 20, p. 730-739, 2012.
- TRES, D. R.; SANT'ANNA, C. S.; BASSO, S. et al. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 312-314, 2007.
- UHL, C.; NEPSTAD, D.; SILVA, J. M. C. et al. Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**, v. 13, n. 76, p. 22-31, 1991.
- VOGEL, H. F.; SPOTSWOOD, E.; CAMPOS, J. B. et al. Annual changes in a bird assembly on artificial perches: implications for ecological restoration in a subtropical agroecosystem. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2016.
- WILLIAMS, R. J.; MARTINEZ, N. D. Simple rules yield complex food webs. **Nature**, v. 404, p. 180-183, 2000.
- YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial Dynamics of a Primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.
- ZAHAWI, R. A.; HOLL, K. D.; COLE, R. J. et al. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 1, p. 88-96, 2013.

ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B.; AIDE, T. M. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 350-360, 2000.

CAPÍTULO 8

Semeadura direta na restauração ecológica da Mata Atlântica

Wander Gladson Amaral

Israel Marinho Pereira

Cristiany Silva Amaral

Fillipe Vieira de Araújo

Miranda Titon

Evandro Luiz Mendonça Machado

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas tropicais têm sido intensamente alterados nas últimas décadas, em virtude de fatores como a alta densidade populacional e os atuais padrões de produção e consumo. Esses fatores tornaram-se os principais responsáveis pela perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, tanto na faixa tropical quanto em todo o Planeta (GUNARATNE et al., 2011). Neste contexto, a Mata Atlântica, que ocupava originalmente 130 milhões de hectares e se estendia por toda a faixa litorânea brasileira, foi reduzida a 20% da sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Assim, a conservação da biodiversidade e a restauração de áreas que perderam sua resiliência se tornam práticas cada vez mais urgentes na busca de reverter a situação ambiental dos ecossistemas tropicais.

Nessa perspectiva, o Brasil apresenta um contexto político favorável à implantação de restauração ecológica, que inclui desde os compromissos e as iniciativas globais relacionadas à convenção do clima, até uma ampla base de legislação florestal (BENINI; ADEODATO, 2017). Certamente, a mais importante política de incentivo à restauração ecológica foi a promulgação do novo Código Florestal (Lei nº 12.652, de 25 de maio de 2012), que fez uma ampla revisão do Código Florestal anterior, de 1965 (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), e que criou dois poderosos instrumentos para a sua implementação: o Cadastro Ambiental

Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), que pretendem mapear, monitorar e induzir a restauração, principalmente das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da Reserva Legal (RL). Neste contexto, os números obtidos do CAR de abril de 2016 registram um passivo ambiental de aproximadamente 22 milhões de hectares, sendo 16,8 milhões em RLs e de 5,5 milhões em APPs.

O desafio de restaurar paisagens naturais vem se transformando e a atividade deixa de ser uma preocupação periférica, colocando o tema da restauração florestal no centro do debate ambiental, com expressivos reflexos nas agendas social e econômica (BENINI; ADEODATO, 2017). Portanto, para atingir as metas da restauração ecológica é preciso dar escala aos processos envolvidos na cadeia da restauração, para conseguir sua viabilização técnica, econômica e social.

A restauração ecológica torna-se uma importante técnica para mitigar os impactos negativos da atividade humana no bioma Mata Atlântica. Assim, a restauração pode ser entendida como a eliminação de filtros ou barreiras bióticas e abióticas que impedem ou limitam a regeneração natural e a sucessão ecológica, em virtude do nível de degradação do ecossistema (HOBBS; NORTON, 2004).

No entanto, muitas áreas destinadas à restauração florestal no bioma da Mata Atlântica são antigas áreas de pastagens tradicionais, onde as gramíneas exóticas se destacam como as principais plantas invasoras, em especial as do gênero *Urochloa*. Essas gramíneas, geralmente, apresentam comportamento agressivo e de difícil controle, constituindo-se uma barreira biológica e/ou química para as espécies vegetais nativas de interesse, impactando negativamente os projetos, em razão do aumento dos custos de implantação e manutenção dos plantios de reflorestamentos. As poáceas, de maneira geral são consideradas a principal causa de insucesso nos projetos de restauração ecológica (RESENDE; LELES, 2017).

O plantio de mudas é o método de restauração mais empregado, sendo uma das melhores formas de iniciar um povoamento, principalmente por fornecer uma boa densidade inicial de plantas (SMITH, 1986). No entanto, é o método mais oneroso em termos econômicos (SMITH, 1986), por envolver as atividades de produção de mudas em viveiros, expedição e plantio em campo (ENGEL; PARROTTA 2001; COLE et al., 2011). Além dos altos custos envolvidos nessa atividade, o plantio de mudas em área total e de forma mecanizada pode vir a prejudicar a regeneração natural e as plântulas já estabelecidas (SAMPAIO et al., 2007). Assim, pesquisadores têm buscado desenvolver técnicas de restauração alternativas ou complementares

ao plantio de mudas, sendo a semeadura direta uma delas (RODRIGUES et al., 2009).

A técnica de semeadura direta é vista como um método alternativo com grande potencialidade para utilização em projetos de restauração ecológica de diferentes escalas (BONILLA-MOHENO; HOLL, 2010; COLE et al., 2011). Além da redução de custos de implantação, a semeadura direta têm como vantagens, por sua semelhança com o processo de regeneração natural, a possibilidade de ser utilizada em locais de difícil acesso, o uso de maior quantidade de espécies e a possibilidade de mecanização para uso em grandes áreas (ENGEL; PARROTTA, 2001; CAMPOS-FILHO et al., 2013), o que viabiliza a restauração em larga escala e, conseqüentemente, a adequação de áreas sob uso conflitante do solo ao novo Código Florestal.

2. HISTÓRICO DE USO DA SEMEADURA DIRETA NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

A técnica de semeadura direta já é bastante difundida em países de clima temperado, apresentando bons resultados ecológicos e econômicos, principalmente para pequenas e médias propriedades (WINSA; BERGSTEN, 1994). No entanto, esse método ainda é pouco utilizado nos países tropicais (RADEL, 2013). No Brasil, as primeiras experiências registradas com semeadura direta ocorreram por volta dos anos 1960, quando estudos com objetivos silviculturais coordenados pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) na Amazônia propuseram o método para algumas espécies, especialmente aquelas que apresentavam crescimento rápido e com sementes razoavelmente grandes, baratas e abundantes (PITT, 1969).

A técnica de semeadura direta é um sistema de regeneração alternativo, em que as sementes são plantadas diretamente no local a ser restaurado (TOUMEY; KORSTIAN, 1967), podendo ser feita de forma manual e mecanizada, a lanço em área total, em linhas e em covas (CAMPOS et al., 2012; DURYEY, 2012). Essa técnica é vista como uma alternativa potencial, recomendada para a restauração ecológica em projetos de pequena, média e grande escala. Pode ser aplicada também em áreas onde a fonte natural de sementes é ausente, em áreas de difícil acesso ou, ainda, em locais onde as condições de solo tornam o plantio de mudas caro ou impossível (BONILLA-MOHENO; HOLL, 2010; COLE et al., 2011).

Como vantagens, a semeadura direta apresenta semelhança com o processo de regeneração natural, quando realizada de forma a lanço, permite o uso de uma

maior quantidade de espécies e possibilita a mecanização para uso em grandes áreas (ENGEL PARROTTA, 2001; CAMPOS-FILHO et al., 2013) e redução de custos de implantação, por dispensar as etapas de produção de mudas em viveiros florestais. Além disso, as sementes germinarão diretamente no solo e suas raízes crescerão em arranjo natural e normal, sem as limitações de crescimento muitas vezes impostas por tubetes e sacos plásticos (FLORES-AYLAS, 1999). Esses problemas afetam significativamente o desenvolvimento das mudas após a primeira fase de crescimento, o que, na maioria das vezes, é difícil de ser solucionado (ARAKI, 2005).

O interesse na utilização da sementeira direta é despertado principalmente em relação às vantagens proporcionadas pelo método, por exemplo, menor risco de deformações do sistema radicular, melhor estabelecimento das mudas e redução do custo na fase de viveiro (FERREIRA, 2002). Esse método pode viabilizar a restauração de áreas degradadas por pequenos produtores, pois não é necessário produzir ou comprar mudas. Dessa forma, reduz os custos da restauração, que na maioria das vezes inviabilizam a adequação ambiental de pequenas propriedades rurais.

Essa técnica possui alto potencial para recuperação de áreas degradadas, uma vez que nas formações florestais a principal forma de regeneração, tanto nas clareiras quanto na expansão dos remanescentes, se dá por meio da sementeira natural (BOTELHO; DAVIDE, 2002), que em condições favoráveis proporciona boa germinação das sementes.

Mello (2001) comprovou a eficácia dessa metodologia, com desempenho igual ou até superior ao plantio tradicional com mudas. O autor defende sua utilização, por ser de fácil execução, ter custos e mão de obra reduzidos, além de mostrar boa eficiência, com formação de plantas de boa qualidade.

Como desvantagens da técnica de sementeira direta, tem-se a alta vulnerabilidade das sementes das espécies à predação e à desidratação, podendo apresentar baixas porcentagens de emergência, alta suscetibilidade às condições microclimáticas (DOUST et al., 2006), fase inicial de estabelecimento mais crítica (CAMARGO et al., 2002), crescimento inicial lento e alta mortalidade devido à herbivoria e às condições climáticas extremas (BONILLA-MOHENO; HOLL, 2010; GUNARATNE et al., 2011).

São inconvenientes do uso dessa técnica: problemas de dormência de sementes; germinação irregular; predação por formigas e pássaros; deslocamento na superfície

em razão das águas pluviais; soterramento pelo solo ou pela serapilheira, o que afeta diretamente a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas, além de efeitos bioquímicos e alelopáticos (SANTOS JUNIOR et al., 2004).

Entretanto, a redução dos custos associados à sementeira direta pode superar as desvantagens decorrentes do baixo estabelecimento das plântulas e oferecer vantagens econômicas, principalmente se forem utilizadas espécies que forneçam retorno econômico ao agricultor (ENGEL; PARROTTA, 2001; LAMB et al., 2005).

Deve-se ressaltar que o sucesso da sementeira direta está na dependência da criação de um microambiente com condições tão favoráveis quanto possíveis para uma rápida emergência e o estabelecimento das plântulas (SMITH, 1986). Para isso, alguns fatores devem ser levados em consideração, como época de coleta de sementes, disponibilidade de sementes em quantidades suficientes para cumprir os requisitos básicos da restauração (HOOPER et al., 2005, SAMPAIO et al., 2007), melhor método de sementeira, menor flexibilidade para controlar as condições de germinação e o crescimento precoce de plântulas, predação de sementes e herbivoria de plântulas (MONTES-HERNÁNDEZ; LO'PEZ-BARRERA, 2013), irradiância luminosa (GAVIRIA; ENGELBRECHT, 2015), presença de gramíneas exóticas (ORTEGA-PIECK, 2011) e umidade do solo (BENTOS et al., 2008; GAVIRIA; ENGELBRECHT, 2015).

As sementes devem ficar em contato com o solo mineral e, se possível, cobertas a uma profundidade compatível para uma germinação bem-sucedida (ARAKI, 2005). Dessa forma, o recobrimento das sementes visa à conservação da umidade e à emergência homogênea, protegendo as sementes das chuvas fortes e de oscilações de temperatura na superfície do solo após a sementeira (AGUIRRE, 2012). Assim, é indicado que haja umidade permanentemente disponível na camada de solo junto à semente, até a fase em que as raízes tenham penetrado nas camadas mais profundas e possam garantir o suprimento de água. Segundo Santos Junior (2000), o preparo do solo, anterior à sementeira, reduz as barreiras físicas a serem encontradas pela plântula, aumenta a absorção de água pelo solo e torna disponíveis nutrientes situados nas camadas inferiores do solo.

Estudos como os de Santos (2009) e de Araki (2005) mostram bons resultados na implantação de sementeira direta para a recuperação de áreas degradadas no Cerrado. Santos Júnior et al. (2004) avaliaram a eficácia dessa técnica em áreas de mata ciliar, com resultados satisfatórios. Ferreira et al. (2009) também obtiveram

resultados significativos na sobrevivência de espécies via semeadura direta, em uma área de mata ciliar.

Além disto, o uso da técnica de semeadura direta em larga escala e com grande diversidade de espécies arbóreas vem se mostrando viável na restauração florestal nas cabeceiras do Rio Xingu, no Mato Grosso (ISA, 2013). De acordo com o Instituto Socioambiental (ISA), por meio do informativo da Campanha Y Ikatu Xingu, o custo da semeadura direta fica até quatro vezes mais baixo quando comparado ao do plantio de mudas tradicional, que é de R\$ 4.000,00 por hectare, sem o cercamento, e de R\$ 7.000,00 com cercas e manutenção. Já o uso da técnica de semeadura direta mecanizada tem valor entre R\$ 1.715,65 e R\$ 3.325,50 em áreas onde é necessário o cercamento para proteger dos animais, incluindo a manutenção.

3. MÉTODOS DE APLICAÇÃO DA SEMEADURA DIRETA

Os métodos utilizados para fazer a semeadura direta no campo para implantação de florestas são:

- 1) semeadura direta em pontos ou covas;
- 2) semeadura direta em linhas ou sulcos;
- 3) semeadura direta a lança;
- 4) muvuca de sementes; e
- 5) semeadura em bolas ou bombas de sementes.

Esses métodos podem ser aplicados em várias escalas, devido à possibilidade de mecanização (CAMPOS et al., 2012; DURYEYEA, 2012). Assim, a escolha do método de semeadura irá se adequar à realidade econômica, social e cultural de cada projeto.

3.1 Semeadura direta em pontos ou covas

A semeadura em pontos ou covas consiste em semear um determinado número de sementes em pequenas covas no terreno e, em seguida, adicionar uma pequena camada de solo sobre elas. Essa técnica oferece melhor controle sobre o espaçamento de plantio, porém é um processo mais lento e trabalhoso.

Para espécies que apresentam elevadas taxas de germinação, têm sido utilizadas três sementes por cova (Figura 1A,B). Já para as espécies pioneiras de

sementes pequenas como lobeira (*Solanum lycocarpum*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), candiúba (*Trema micrantha*), embaúba (*Cecropia spp.*) e aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), dentre outras que apresentam baixa taxa de emergência (< 20%), tem-se usado a semeadura direta com dez sementes por cova. Esses baixos valores obtidos para as espécies supracitadas, provavelmente, estejam associados ao carreamento das sementes para camadas mais profundas do solo durante as chuvas. Uma alternativa que parece bastante viável para contornar esse problema é o uso de tratamentos pré-germinativos antes da semeadura no campo e o uso de protetor físico (Figura 1C,D).



Figura 1

Imagens ilustrativas do processo de semeadura direta em cova na restauração ecológica de uma área de extração de cascalho, localizada no Parque Estadual do Biribiri, Diamantina, MG, destacando a abertura da cova (A), a distribuição das sementes na cova (B), as sementes pré-germinadas (C) e o uso de protetor físico (D).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

3.2 Semeadura direta em linhas ou sulcos

A semeadura em linha apresenta a vantagem de controle sobre o espaçamento nas entrelinhas, e parte dos mesmos pressupostos ecológicos relacionados à semeadura a lanço. Contudo, a distribuição das espécies em linhas possibilita o desenvolvimento de gramíneas invasoras nos espaços entre as linhas do plantio, fato que não ocorre na semeadura a lanço. Neste cenário, adiciona-se à técnica a aplicação dirigida de herbicida nos espaços entre as linhas, buscando suprimir o filtro ecológico representado pela competição entre gramíneas invasoras e as espécies nativas semeadas.

A abertura de linhas de plantio para semeadura direta pode ser realizada com arado de aiveca, que inverte a leiva do solo, retirando da linha de plantio o banco de sementes de plantas daninhas, o que diminui a infestação futura desse local (RODRIGUES et al., 2009). Em se tratando de pequenas propriedades rurais, a semeadura direta em linhas ou sulcos (Figuras 2A e 2B) poderá ser realizada com o auxílio de uma enxada, sendo removida toda a cobertura vegetal e aberta a linha ou sulco de plantio. A semeadura poderá ser realizada de forma manual na linha de plantio e, em seguida, adicionada uma pequena camada de solo sobre as sementes.

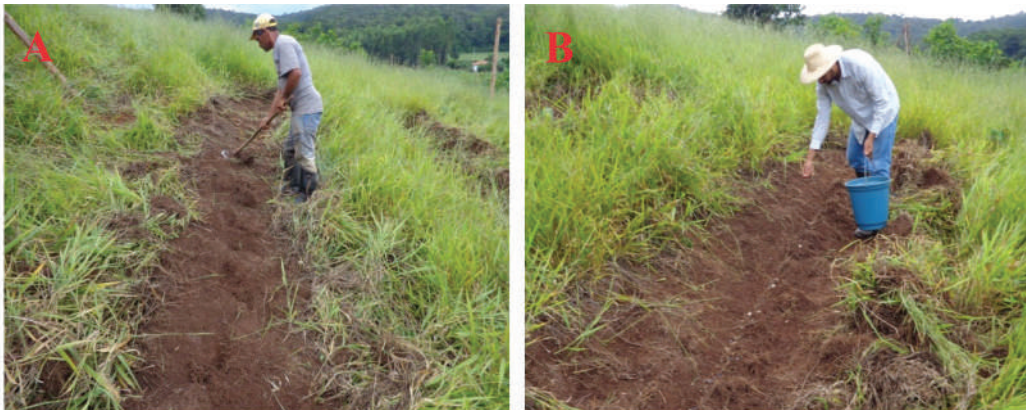


Figura 2

Imagens ilustrativas do processo de semeadura direta em linhas ou sulcos na restauração ecológica de uma área de pastagem abandonada na RPPN Fartura, em Capelinha, MG, destacando a abertura das linhas de plantio com enxada (A) e a distribuição a lanço das sementes (B).

Fonte: Wander Gladson Amaral.

Doust et al (2006), avaliando diversos tratamentos de semeadura para recuperação de florestas tropicais na Austrália, constataram que o método de semeadura a lanço foi ineficaz, resultando em baixo estabelecimento e desperdício de sementes. Já os tratamentos em que as sementes foram enterradas apresentaram maiores taxas de estabelecimento, o que evidencia que os melhores tratamentos são aqueles em que é possível a manipulação do substrato, a fim de melhorar as condições para germinação e estabelecimento das espécies.

3.3 Semeadura direta a lanço

A semeadura a lanço em área total consiste na distribuição de forma homogênea das sementes em toda área-alvo da restauração (Figura 3). Suas maiores vantagens são a rapidez e o baixo custo, mas também apresenta algumas desvantagens, como a falta de controle da densidade de plantio e a predação de sementes em grande quantidade. Segundo Costa e Pinã-Rodrigues (1996), esse método é pouco eficiente, pois estando as sementes na superfície do solo, a germinação e o estabelecimento de plântulas são dificultados.



Figura 3

Detalhes da realização da semeadura direta de forma manual e a lanço na restauração de uma área de pastagem desativada na RPPN Fartura, em Capelinha, MG, após a aplicação de herbicida pós-emergente para controle populacional de braquiária.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

3.4. Muvuca de sementes

A muvuca de sementes começou a ser disseminada no Brasil pelo trabalho do grupo Mutirão Agroflorestal, com Ernst Göstch, nas décadas de 1980 e 1990, focado no desenvolvimento e na multiplicação de sistemas agroflorestais produtivos. A partir dessas experiências, o Instituto Socioambiental (ISA) e diversos parceiros da Campanha Y Ikatu Xingu começaram, em 2006, a testar a técnica em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL) no centro-norte de Mato Grosso, mais especificamente nas cabeceiras do Rio Xingu. Dessa forma, o Instituto Socioambiental (ISA) teve papel fundamental na difusão do sistema mecanizado de semeadura de espécies florestais, com grande sucesso no estado de Mato Grosso (CAMPOS et al., 2012; ANTONIAZZI et al., 2013).

A muvuca de sementes consiste em misturar sementes de espécies nativas arbóreas, arbustivas e agrícolas de diferentes estádios sucessionais (Figura 4), selecionadas de acordo com seu grupo funcional, evitando-se, no momento da semeadura, realizar uma separação entre pioneiras e não pioneiras e valorizando a riqueza de espécies. A mistura das mais variadas sementes garante a diversidade, visando estimular a sucessão ecológica natural com o mínimo de intervenção, além de enriquecer e proteger o solo para o efetivo desenvolvimento das espécies nativas (ALMEIDA, 2016).

A semeadura das sementes pode ser mecanizada ou manual. Quando mecanizada, é adicionado ao mix de sementes um material de preenchimento/substrato, podendo ser terra, areia, esterco de curral peneirado ou serragem, com a finalidade de distribuir as sementes de forma homogênea na área. De acordo com o ISA (2013), a proporção volumétrica indicada é de duas partes de sementes para uma de material de preenchimento.

Essa mistura pode ser plantada de forma manual ou mecanizada, devendo ser ressaltado que, quando se consegue mecanizá-la, obtém-se uma redução de custos, com maior rendimento operacional. Essa técnica é aplicada com sucesso em regiões onde a mecanização da agricultura é amplamente usada, pois o produtor rural pode iniciar o processo de restauração utilizando o próprio maquinário da fazenda (ANTONIAZZI et al., 2013). Nesses casos, para a realização do plantio, utilizam-se plantadeiras de grãos e lançadeiras acopladas a tratores, o que viabiliza a plantação de grandes áreas, que demorariam a ser recuperadas com o plantio de mudas.

As sementes que não se adequam ao maquinário e aos implementos agrícolas no processo de semeadura mecanizada, pelas suas características morfológicas



Figura 4

Detalhes da composição da muvuca de sementes com presença de espécies arbóreas e herbáceas (A), (B) e (C), distribuídas de forma manual e a lanço (D), na restauração de uma área de pastagem desativada na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

(principalmente frágeis, como as dos ipês), são semeadas a lanço na área, simultaneamente à passagem do maquinário. Da mesma forma acontece para as sementes que só germinam sobre o solo, ou seja, aquelas sementes que não germinam quando enterradas.

Do ponto de vista ecológico, a muvuca de sementes realizada por meio da semeadura a lanço (Figuras 5A-F) parte do pressuposto que a regeneração natural na área a ser restaurada pode estar sendo inibida por filtros ecológicos relacionados à chegada e ao estabelecimento das espécies. A técnica procura superar os filtros



Figura 5

Sequência fotográfica da implantação da técnica de muvuca de sementes na restauração ecológica de pastagens abandonadas na RPPN Fartura, em Capelinha, MG, em que: parcela-testemunha, ocupada por braquiária e sem aplicação de herbicidas (A), parcelas em que foi aplicado o manejo, visando o controle da braquiária com a aplicação de herbicidas e o uso da sementeira direta de forma manual e a lanço, aos 30 (B), 60 (C), 90 (D), 120 (E) e 180 (F) dias após a aplicação dos tratamentos, com destaque para a presença das mudas de espécies arbóreas.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

relacionados à chegada de propágulos, por meio da simulação da chuva de sementes (CAVA, 2014).

Para superação de filtros ecológicos relacionados ao estabelecimento das espécies, a técnica inclui a semeadura de leguminosas junto com espécies nativas, pois elas promovem a rápida colonização do solo, criando microclima adequado para o crescimento de espécies nativas, promovem mudanças físicas e químicas no solo, principalmente em relação à fixação biológica de nitrogênio, além de criarem um ambiente sombreado. Neste sentido, o feijão-de-porco, o feijão-guandu, o feijão-caupi, o nabo-forrageiro, a crotalária, o azevém, a mucuna-preta e o girassol são algumas espécies que podem vir a compor a muvuca de sementes.

O sombreamento promovido pelas leguminosas e pelas espécies de rápido crescimento inibe o desenvolvimento de gramíneas invasoras, reduzindo a competição entre elas e as espécies arbóreas semeadas (Figura 6), além de criar microclima que facilita o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies nativas semeadas (CAVA, 2014), protegendo-as contra ventos fortes, ressecamento do solo, erosão, formigas- cortadeiras e outros inimigos naturais (URZEDO et al., 2016).

O plantio mecanizado de sementes não é indicado para terrenos com declividade muito elevada, devido ao risco de erosão e tombamento das máquinas. Além disso, há produtores que não possuem equipamentos, nem tratores adequados (CURY; CARVALHO-JR., 2011). Dessa forma, a semeadura manual e a lança é mais recomendada.

Em relação aos plantios em áreas de lavoura, onde o solo já é comumente preparado, recomenda-se o plantio a lança, no qual é necessária uma gradagem prévia para revolvimento do solo, ou então o plantio direto com a plantadeira. Quando se trata de áreas utilizadas anteriormente para fins de pastagem, o solo precisa ser preparado com trator e grade, para descompactação e retirada do capim, sendo, às vezes, também necessário o uso de herbicida (CURY; CARVALHO-JR., 2011).

Devido à elevada densidade de braquiária em áreas de pastagens abandonadas e ao grande acúmulo de palhada, a realização de aração e gradagem em área total é recomendada para propiciar condições favoráveis do sítio, para que ocorra a germinação das espécies de interesse (Figura 7).

O preparo da muvuca de sementes começa com o planejamento de quais espécies farão parte da futura floresta. Caso não se conheçam as espécies que fazem parte da biota local, um levantamento florístico de uma área de mata próximo



Figura 6

Detalhes do papel fundamental das herbáceas no combate à braquiária, em especial o comportamento bastante agressivo da mucuna-preta (A) e (B) e a grande produção de serapilheira das leguminosas, formando uma camada espessa que contribui para o estabelecimento inicial das espécies arbóreas (C) e (D). Imagens ilustrativas da restauração ecológica em áreas de pastagens abandonadas na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

à região que será reflorestada deverá ser realizado, para indicar as espécies que poderão vir a compor o mix de sementes.

As sementes a serem utilizadas na muvuca de sementes deverão passar por um teste de germinação, para avaliar sua viabilidade e, assim, definir o número de sementes para cada espécie. Na Tabela 1 está a relação de espécies arbóreas e herbáceas utilizadas na restauração de uma pastagem abandonada na RPPN Fartura,



Figura 7

Detalhes do uso de grade pesada no controle populacional e incorporação de resíduo de braquiária (A) e (B) na restauração ecológica de pastagens desativadas na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

em Capelinha, MG, além da taxa de germinação e o número de sementes aplicados na muvuca de sementes.

As espécies indicadas para compor a muvuca de sementes foram selecionadas por apresentar características importantes quando se pensa em restauração de pastagens abandonadas e/ou degradadas, como: as espécies pertencentes à família das leguminosas apresentam elevada rusticidade, grande produção de sementes, rápido crescimento, além de tolerarem a competição com as gramíneas invasoras.

3.5 Semeadura de bolas ou bombas de sementes

O método de bombas ou bolas de sementes foi inicialmente preconizado e utilizado por Fukuoka (1978), para semear espécies agrícolas, visando eliminar danos por predação das sementes, promover a germinação pela retenção de umidade e facilitar o crescimento de espécies agrícolas anuais.

As bolas de sementes são confeccionadas a partir de uma mistura de argila, matéria orgânica, sementes e água (FUKUOKA, 1985; ORTOLANI et al., 2015). A preparação das bolas de sementes foi adaptada para uso em reflorestamento, mais do que a semeadura, levando-se em consideração a significativa variabilidade na dimensão das sementes de árvores. Isso não se refere apenas às proporções dos

Tabela 1

Detalhamento da composição de espécies presentes na muvuca de sementes, número médio de sementes por quilograma, percentual de germinação e número de sementes por espécie no mix usado na restauração ecológica em uma área de pastagem abandonada na RPPN Fartura em Capelinha, MG

Muvuca de Sementes					
	Nome		Sementes/kg	Germinação (%)	Sementes/m ²
	Científico	Vulgar			
Árborea	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico	7.000	88	6
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	15.000	56	4
	<i>Cassia ferruginea</i>	Canafistula	5.800	70	4
	<i>Machaerium nictans</i>	Bico-de-pato	8.000	30	4
	<i>Machaerium oppacum</i>	Jacarandá do cerrado	2.000	60	4
	<i>Dalbergia villosa</i>	Jacarandazinho	4.000	54	6
	<i>Senegalia polyphylla</i>	Monjoleiro	10.000	86	6
	<i>Senna macranthera</i>	Fedegoso	18.000	82	6
	<i>Zeyhera tuberculosa</i>	Bolsa-de-pastor	10.000	68	4
	<i>Mabea fistulifera</i>	Canudo-de-pito	5.000	46	4
Total 1					48
Herbácea	<i>Helianthus annuus</i>	Girassol	15.000	74	8
	<i>Mucuna pruriens</i>	Mucuna-preta	1.500	78	8
	<i>Cajanus cajan</i>	Feijão-guandu	12.000	76	8
Total 2					24
Total geral					72

diferentes componentes, mas principalmente ao tamanho final da bola. Na ausência de chuva, as bolas de sementes têm a finalidade de evitar a predação das sementes e aumentar sua permanência no solo, até que haja condições propícias para a germinação (JONES et al., 2014).

As bolas ou bombas de sementes podem ser confeccionadas com uma mistura de duas partes de argila e uma de matéria orgânica umedecida e recheada com sementes de espécies florestais e espécies de adubação verde. O Núcleo de Estudo em Recuperação de Áreas Degradadas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (NERAD) tem utilizado esse método para a semeadura de espécies arbóreas com sementes pequenas, em áreas onde há barreiras para a

chegada de sementes oriundas de remanescentes naturais. Esse método funciona como um pélete contendo sementes de várias espécies (Figura 8), com dimensões de 2 a 3 cm de diâmetro. Recomenda-se que sejam utilizadas principalmente sementes pequenas, pois as sementes com pesos maiores que 3 g podem ser propagadas de forma eficiente por semeadura direta (KNOWLES; PARROTA, 1995). As sementes maiores também exigiriam bolas de sementes maiores e precisariam ser plantadas, logo que possível, após a coleta.



Figura 8

Detalhes do material utilizado (A), formato das bolas de sementes (B), germinação em campo (C) e germinação em casa de vegetação (D).

Fonte: Bruna Mara Leão.

Uma bola de sementes pode conter de 1 a 20 sementes, a depender do tamanho. Ela deve ser coberta com uma camada de composto, para a germinação, seguida de uma camada de argila, para impermeabilização.

Na formação das bolas de sementes deve ser priorizado o uso de espécies que têm o potencial de preencher as lacunas que a natureza não pode fornecer no restabelecimento do ecossistema original (MARTINEZ-GARZA; HOWE, 2003). Portanto, outros fatores norteadores na determinação da composição das espécies que farão parte das sementes para a semeadura são a natividade, a produtividade, a disponibilidade e a forma como pode facilitar a sucessão (HOLL, 2002).

O primeiro “bombardeio de sementes” foi registrado em 1930, quando aviões foram empregados para reflorestamento de algumas áreas montanhosas em Honolulu. Esse método já foi utilizado no antigo Egito, para reabastecer as margens do Nilo após as inundações, e também na Ásia, principalmente em áreas áridas, devido à sua capacidade de proteger as sementes de aves e roedores (ORTOLANI et al., 2015). Por seus excelentes resultados, essa técnica foi considerada para aplicação em silvicultura.

A semeadura direta por meio de bolas de sementes pode ser feita tanto de forma manual, com lançamento das bolas por pessoas em mutirões, visando ao reflorestamento, quanto de forma mecanizada, por meio do uso de aeronaves. A semeadura direta, incluindo bolas de sementes, talvez também possa ser realizada por aviões e helicópteros, mas geralmente está fora do orçamento da maioria dos projetos de reflorestamento. Este método poderia ser particularmente útil para restauração de áreas inacessíveis.

4. FATORES QUE AFETAM O SUCESSO DA SEMEADURA DIRETA

4.1 Seleção de espécies

Para Santos (2009), a escolha das espécies nativas que farão parte de um projeto de restauração é um dos principais fatores limitantes, pois, além do potencial de emergência e sobrevivência das mudas em campo, as espécies utilizadas devem também propiciar um ambiente adequado à colonização de outras espécies.

A seleção de espécies para iniciativas de restauração é uma etapa importante, devido à grande variação de sucesso de estabelecimento (ENGEL; PARROTTA 2001; DOUST, ERSKINE, LAMB 2008), o que indica a necessidade de estudos sobre a adequabilidade das espécies para semeadura direta, que é determinante

para o sucesso da restauração (PALMA; LAURANCE, 2015). Ainda, a seleção de espécies pode influenciar fortemente a trajetória futura dos parâmetros ecológicos: melhoria, estagnação ou retorno ao estado degradado anterior à restauração (RODRIGUES et al., 2009).

De acordo com Kageyama e Gandara (2004), a semeadura direta de sementes florestais pode ser utilizada tanto para a introdução de espécies pioneiras em áreas sem cobertura florestal, como para a introdução de espécies de crescimento lento (secundárias tardias e clímax) no enriquecimento de florestas secundárias. Além da implantação de espécies nativas ocorrentes na região, o conhecimento da classificação das espécies em grupos ecológicos e o seu comportamento em diferentes condições de sítio, principalmente com relação ao ritmo de crescimento, são importantes no processo de seleção (OLIVEIRA-FILHO, 1994). Outros aspectos a serem considerados na escolha das sementes são a não utilização de espécies alelopáticas (BASSO, 2008) e a presença de dormência em algumas espécies florestais.

Porém, a semeadura direta é bastante eficiente para o estabelecimento de apenas algumas espécies (DOUST et al., 2008; CAMPOS-FILHO et al., 2013). Assim, as pesquisas atuais buscam conhecer as espécies e as características funcionais que têm sucesso na restauração, como também aprimorar técnicas que superem gargalos de germinação e sobrevivência de plântulas, para que um espectro maior de espécies seja contemplado com essa técnica, e ela não seja um filtro de diversidade para a restauração (SILVA, 2015).

Os estudos realizados pelo NERAD têm evidenciado que algumas espécies, como tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* e *Enterolobium gummiferum*), jatobá (*Hymenaea courbaril* e *Hymenaea stignocarpa*), angico (*Anadenanthera columbrina*), barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*), vinhático (*Plathymenia reticulata*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), cedro (*Cedrela fissilis*), fedegoso (*Senna macranthera*), ipês (*Handronthus ssp.*), dentre outras, têm apresentado altas taxas de emergência, desde que se utilizem sementes de boa qualidade fisiológica.

4.2 Coleta de sementes

A coleta de sementes influencia a qualidade do plantio, além de ser um fator limitante, pela dificuldade e pelo custo de coleta (DURIGAN et al., 2013; PALMA; LAURANCE, 2015). Essa situação limita a capacidade de obter sementes de alta

qualidade de espécies nativas para atender à demanda cada vez mais crescente (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007) da cadeia da restauração.

Segundo Broadhurst et al. (2015), a fragmentação e a diminuição dos fragmentos florestais não só reduzem a disponibilidade de fragmentos com vegetação nativa para suprir o mercado de sementes e mudas, mas também estão impactando de forma negativa as fontes de recursos genéticos e a disponibilidade de espécies para projetos de restauração ecológica.

Se a coleta é realizada em uma população que está dentro de uma paisagem fragmentada, com um pequeno tamanho populacional e amplamente espaçada ou isolada, o risco de endogamia é uma consideração importante (SEBBENN, 2006; BROADHURST et al., 2008), pois as espécies resultantes desses cruzamentos são suscetíveis de conduzir à depressão endogâmica, afetando negativamente a qualidade das sementes e a sustentabilidade dos projetos de restauração ecológica.

De acordo com Higa e Duque Silva (2006) e Piña-Rodrigues et al. (2007), a coleta de sementes para compor programas de recuperação florestal segue alguns pressupostos que garantem a amostragem e a manutenção da variabilidade genética das espécies:

a) marcar matrizes distanciadas entre si em pelo menos 100 metros, ou duas vezes a altura da árvore, para evitar coletar sementes de árvores parentes;

b) coletar sementes em pelo menos 30 árvores matrizes para reflorestamentos ambientais e em pelo menos 45 para a implantação de pomares de sementes, para fundar populações com um mínimo de variabilidade genética e potencial evolutivo;

c) marcar muito mais árvores matrizes do que se pretende coletar de sementes (ex: para 30 árvores matrizes, marcar 50 a 60), para garantir a coleta do número de matrizes desejado em todos os eventos reprodutivos;

d) marcar matrizes dentro da mesma zona genética (divergência genética menor que 5%), para aumentar a probabilidade de sucesso do reflorestamento, em termos de sobrevivência e crescimento;

e) coletar sementes preferencialmente na parte superior da copa, para reduzir a possível proporção de sementes advindas de autofecundação;

f) coletar grande quantidade de sementes por árvore e misturá-las em quantidades iguais ou aproximadamente iguais por matriz (controle gamético), para maximizar o tamanho efetivo na amostra; e

g) é de fundamental importância que as sementes utilizadas na formação do pomar sejam colhidas em fragmentos da região de implantação.

As dificuldades em coletar sementes de um grande número de matrizes são várias: coleta de sementes próximo ao local de venda de sementes; densidade baixa de indivíduos na vegetação nativa; pequena quantidade de sementes produzidas por cada matriz; frutificação mais cedo ou mais tarde do que esperado, o que pode implicar a necessidade de voltar à área para coletar os frutos maduros ou a perda mesmo naquele ano; intensidade de frutificação, que varia em razão dos indivíduos e de ano para ano, devendo ser ressaltado que em determinadas espécies a frutificação não é anual; a seleção fenotípica de matrizes, que reduz o número de matrizes disponíveis para coleta, entre outras (HIGA; DUQUE SILVA, 2006).

Apesar de se enfatizar a importância da coleta adequada de sementes, obtidas em número representativo de árvores matrizes, com baixo grau de parentesco e em áreas de ocorrência natural (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007), o seu alto custo, em virtude da fragmentação, representa um obstáculo para a coleta (HIGA; DUQUE SILVA, 2006).

Contudo, outro problema encontrado pelos coletores e pelas redes de sementes de espécies nativas é o fato das principais fontes de sementes com ampla variabilidade genética se encontrarem em Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente, onde a coleta de sementes é controlada e/ou proibida pela legislação vigente. Em Unidades de Conservação, a coleta de sementes deverá ser solicitada à direção ou ao conselho gestor da unidade e, após a aprovação, ser conduzida conforme regras locais.

As dificuldades em se obter sementes e/ou mudas regionais diversificadas, de qualidade e em quantidades suficientes para atender à crescente demanda imposta pelos projetos de restauração ecológica, deixa claro que o investimento na produção de mudas e sementes é imprescindível para garantir que projetos futuros de restauração atendam aos critérios mínimos de diversidade (SOUZA; BATISTA, 2004). Soma-se a esse fato o pouco conhecimento a respeito de técnicas silviculturais de espécies nativas, principalmente entre aquelas que ocorrem em baixas densidades nas florestas naturais e que são responsáveis pela alta diversidade das florestas tropicais (KAGEYAMA; LEPSCH-CUNHA, 2001; SCUDELLER et al., 2001).

As sementes das espécies arbóreas poderão ser adquiridas das redes de sementes, distribuídas nas diferentes Regiões do País. Já as sementes de adubos

verdes poderão ser adquiridas por meio de empresas comercializadoras de sementes. No caso de pequenas propriedades, o agricultor poderá optar por realizar a coleta de sementes em sua propriedade, reduzindo ainda mais os custos de implantação da restauração ecológica, sendo necessária uma orientação prévia por profissionais capacitados.

A coleta de sementes de várias espécies arbóreas na região de Capelinha, MG, principalmente para as espécies anemocóricas, deve ser realizada entre os meses de julho e outubro, que correspondem ao período seco na região (Figura 9).



Figura 9

Detalhes da coleta de sementes de espécies arbóreas (A), acondicionamento individual para cada espécie (B) e (C) e transporte (D), realizados na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

A coleta de sementes de espécies arbóreas nativas deverá ser realizada pelos agricultores, nas horas vagas, como forma de reduzir os custos da semeadura direta e, conseqüentemente, da restauração florestal em pequenas propriedades rurais. É recomendada a formação de pequenos mutirões, com grupos de três ou quatro agricultores, para a realização dessa atividade.

4.3 Efeitos do microssítio

O sucesso da semeadura depende da criação de um microssítio com condições tão favoráveis quanto possíveis para uma rápida germinação (SMITH, 1986). Deve haver umidade disponível na camada do solo junto à semente, até a fase em que as raízes tenham se desenvolvido e penetrado em camadas profundas, para que possam garantir o suprimento de água. Em determinadas situações, uma leve cobertura de herbáceas anuais ou gramíneas pode aumentar a eficiência da semeadura direta.

Diversos autores identificaram a preparação do sítio como um fator indispensável no estabelecimento das sementes em campo (SMITH, 1986; ANDRADE, 2008), já que em áreas degradadas a exposição do solo a intempéries resulta na alteração de suas características físicas, químicas e biológicas, retardando ou inviabilizando o estabelecimento de qualquer espécie. Portanto, é necessário o preparo do solo antes da semeadura, para reduzir as barreiras físicas (filtros ecológicos) a serem encontradas pelas plântulas, aumentando, assim, a absorção de água pelo solo e disponibilizando nutrientes situados nas suas camadas inferiores, além de outros fatores (SANTOS JUNIOR, 2000).

Araki (2005) relatou que o sucesso também depende de precipitação suficiente, para manter a parte superficial do solo úmida durante o período de germinação e o estágio seguinte. Assim, a semeadura direta deve ser realizada logo no início da estação chuvosa. Esse tempo minimiza o período de exposição ao sol e a predadores de sementes, o que reduz a dessecação das sementes e aumenta a sobrevivência das plântulas (HOLL; LULOW 1997).

4.4 Controle de plantas competidoras

A restauração ecológica na Mata Atlântica é frequentemente realizada em áreas degradadas, colonizadas por gramíneas exóticas invasoras (MARTINS, 2011). Essas gramíneas têm como características: maior velocidade de colonização, difícil controle populacional, competição por água, luz e nutrientes com as espécies nativas, além de apresentarem elevada produção de fitomassa, mesmo em condições

de baixa fertilidade natural dos solos. Elas são apontadas como as principais responsáveis pelos casos de insucesso em programas de restauração ecológica, principalmente nos estádios iniciais.

Portanto, é necessário realizar o manejo inicial das gramíneas invasoras, por meio da utilização de herbicida dessecante, no momento da semeadura (Figura 10). Os sistemas de manejo da cobertura vegetal preconizam o mínimo possível de movimentação do solo, por meio da eliminação superficial ou dessecação da vegetação existente apenas no ponto ou na linha de semeadura. Com isso, é possível formar uma camada de cobertura morta, que irá funcionar como protetor físico, melhorando, assim, as condições físicas e químicas do solo, com o aumento da umidade do solo e da infiltração de água e a redução dos danos causados pelo escoamento superficial de água (HAYWOOD, 1999), além de agir como barreira à germinação de espécies de gramíneas invasoras, que têm sementes pequenas, com pouca reserva e geralmente fotoblásticas positivas (MARTINS, 2011).

O controle químico poderá ser realizado por meio da aplicação do herbicida glifosato, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , na dose de 1.440 g ha^{-1} . A aplicação deverá ser realizada com céu claro, solo úmido, temperatura abaixo de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, umidade relativa média superior a 70% e velocidade do vento inferior a 3 m.s^{-1} .

Sun et al. (1995) constataram que a competição com gramíneas e a falta de fertilidade do solo são os fatores que mais afetam a sobrevivência das mudas. As pastagens abandonadas e/ou degradadas não possuem número suficiente de propágulos viáveis no banco de sementes do solo para alavancar o processo de regeneração natural (GASPARINO, 2006), ou apresentam características físicas, químicas ou biológicas que atrasam significativamente esse processo (NEPSTAD, UHL, SERRAO, 1991), como compactação do solo, distância dos remanescentes florestais, longas estações de seca, competição com espécies invasoras, herbivoria e alta degradação do solo (HOLL et al., 2000).

O uso de espécies arbóreas de rápido recobrimento e de herbáceas de adubação verde em consórcio com espécies de diversidade pode auxiliar no controle de plantas competidoras, do mesmo modo que a semeadura de adubos verdes nas entrelinhas dos plantios (ISERNHAGEN, 2010).



Figura 10

Detalhes da aplicação de herbicida com a utilização do pulverizador costal (A) e (B) efeito da dessecação da braquiária aos 30 dias após aplicação do glifosato (C) e presença do surgimento das plântulas de espécies arbóreas provenientes da muvuca de sementes sob a palhada morta da braquiária (D), em uma área de pastagem abandonada em processo de restauração florestal na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Wander Gladson Amaral.

4.5 Quebra de dormência

No processo de semeadura direta, as sementes das espécies a serem utilizadas devem estar prontas para se estabelecerem no ambiente. Sendo assim, a dormência assume papel primordial, devendo ser superada antes da semeadura (SANTOS-JR., 2000). A dormência de sementes é uma das principais estratégias utilizadas por espécies vegetais para aumentar suas taxas de sobrevivência e o estabelecimento de plântulas (MCIVOR; HOWDEN, 2000), pois possibilita que a germinação

ocorra apenas quando é mais provável que as condições para o estabelecimento das plântulas sejam mais adequadas (FINCH-SAVAGE;LEUBNER-METZGER, 2006).

Segundo Mattei e Rosenthal (2002), a superação de dormência de sementes aumenta a taxa de emergência da maioria das espécies arbóreas e, conseqüentemente, a eficiência da técnica de semeadura direta na restauração de áreas degradadas.

Resultados científicos reforçam a ideia de que o intervalo de tempo desde a chegada da semente até a germinação é um fator determinante na restauração de vegetação nativa (SAMPAIO et al., 2007; BONILLA-MOHENO; HOLL, 2010). Portanto, a quebra de dormência é muitas vezes necessária, para aumentar, uniformizar e/ou acelerar a germinação, como meio de evitar a predação de sementes, a competição e a exposição das sementes a fungos e outros patógenos (CAMARGO et al., 2002; GUARINO; SCARIOT, 2014).

4.6 Densidade de sementes

Estudos que difinem as densidades de sementes a serem utilizadas na semeadura direta para fins de restauração ecológica são escassos, não havendo uma metodologia- padrão (BURTON et al., 2006). A densidade ideal de semeadura será de acordo com a urgência com que a cobertura vegetal deverá ser estabelecida e com a disponibilidade de sementes. Neste contexto, Flores-Aylas (1999), estudando a semeadura de espécies arbóreas nativas em casa de vegetação, ressaltou que um simples aumento na densidade de sementes por área não é o suficiente para garantir o sucesso da semeadura, e sim aliar isto a uma prévia preparação do sítio que receberá o plantio.

4.7 Tamanho de sementes

As características morfológicas das sementes estão relacionadas às características morfológicas da plântula: sementes maiores tendem a ter cotilédones hipógeo-armazenadores, enquanto sementes menores tendem a ter plântulas com cotilédones epígeo-foliáceos (BARALOTO; FORGET, 2007), conseqüentemente plântulas de cotilédones epígeo-foliáceos podem ter maior dificuldade em romper o solo ou a camada de serapilheira durante sua emergência, comparadas a plântulas de cotilédones hipógeos.

Sementes grandes possuem maior quantidade de reserva, promovendo maior tolerância de sementes e plântulas a condições desfavoráveis, como baixa disponibilidade de luz, água, herbivoria e nutrientes, resultando em plântulas maiores e mais vigorosas (CAMARGO et al., 2002; GARCIA-ORTH; MARTÍNEZ-RAMOS, 2008). Sementes pequenas possuem pouca reserva e são dependentes de luz para a fotossíntese mais precocemente (VAN ULFT, 2004).

A forma da semente também influencia os resultados de germinação: sementes arredondadas penetram mais facilmente no solo, persistindo por mais tempo no banco de sementes antes de germinar, enquanto sementes achatadas, mesmo permanecendo sobre a superfície do solo, germinam mais rapidamente devido ao tegumento de revestimento ser mais fino, o que facilita o contato do embrião com o solo e a embebição da semente (TUNJAI; ELLIOT, 2012).

4.8 Predação de sementes

A predação de sementes tem sido considerada como um dos filtros seletivos para a regeneração de espécies em florestas tropicais (PEÑA-CLAROS; DE BOO, 2002) e pastagens abandonadas (JONES et al., 2014). Assim, o resultado da predação de sementes pode interferir no padrão de restauração, tendo impacto principalmente no recrutamento de plântulas. As taxas de predação de sementes aumentam nos períodos de seca, por haver variações sazonais na disponibilidade de recursos alimentares. Dessa forma, evitar o contato direto entre sementes e potenciais predadores aumenta o estabelecimento de mudas (FERREIRA et al., 2009).

Estudos relacionados às sementes utilizadas na semeadura direta com uma fina camada de terra evidenciaram que essa simples medida aumenta a taxa de germinação das sementes (CAMARGO et al., 2002) e ajuda a evitar sua predação, principalmente por formigas e aves (FERREIRA et al., 2009).

A predação por formigas e pássaros é considerada um dos maiores problemas na implantação de áreas por semeadura direta, e pode ser atenuada com a utilização de protetores físicos, que propiciam uma diminuição significativa em relação às áreas implantadas sem o uso de algum tipo de proteção (SCHNEIDER et al., 1999; MATTEI; ROSENTHAL, 2002).

Sun e Dickinson (1995) constataram que a semeadura direta tem mais possibilidade de ser bem-sucedida quando as sementes são enterradas, podendo melhorar a germinação por meio do bloqueio da luz solar direta, mantendo um microclima úmido e evitando o ataque de potenciais predadores.

4.9 Uso de protetor físico

A utilização de protetores físicos sobre as sementes tem como objetivo propiciar melhorias na sua germinação e sobrevivência das mudas, criar um microambiente favorável ao crescimento das plântulas (FERREIRA, et. al., 2007), além de minimizar as perdas provocadas pelo ataque de pássaros e pelas formigas (MALAVASI; KLEIN; MALAVASI, 2010). Contudo, o uso de protetor físico fica condicionado à restauração de pequenas propriedades rurais, em virtude da dificuldade de sua implantação em grandes áreas.

Wang et al. (2012) concluíram que o uso de protetor físico (folheado de madeira ou copo de plástico) aumentou a germinação de sementes, pois criou um microambiente favorável para o processo germinação, além de reduzir a ocorrência de enterro das sementes quando o solo era movido pela água da chuva e de proteger as plântulas contra predadores, favorecendo o desenvolvimento inicial das mudas (MATTEI, 1997). Experiências com o uso de protetores físicos apontam para o aumento da sobrevivência média de plantios de espécies nativas em ambientes de condições inóspitas (ANDRADE, 2008; CARRIJO et al., 2009; SANTOS et al., 2012).

O uso de protetor físico mostrou-se muito eficiente na prática de semeadura direta na restauração ecológica (Figura 11), em uma área de cascalheira no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG (dados não publicados). Esses protetores podem ser confeccionados com diferentes tipos de materiais, como garrafa pet, copo plástico de 250 ml e laminado de madeira.

O uso do protetor físico mostrou-se efetivo tanto para a germinação e sobrevivência, quanto para o desenvolvimento inicial de mudas de espécies tardias, como *Cedrela fissilis*, *Copaifera langsdorffii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia gonoacantha* e *Handroanthus serratifolia* (SANTOS JÚNIOR, 2000).



Figura 11

Detalhes do uso de protetor físico na sementeira direta em cova de *Solanum lycocarpum* (A) e *Stryphnodendron polyphyllum* (B), na restauração ecológica de uma cascalheira no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de sementeira direta é uma metodologia que vem confirmando ser eficiente para a reintrodução de espécies nativas na Mata Atlântica, pois se apresenta como alternativa promissora, do ponto de vista ecológico, econômico, silvicultural e social, para a restauração ecológica em pequenas e grandes escalas, podendo ser ajustada de acordo com as características do projeto de restauração.

A sementeira a lanço e de forma manual apresenta resultados satisfatórios na restauração de pastagens abandonadas em pequenas propriedades rurais, sendo necessário realizar o controle populacional da braquiária com a utilização de herbicidas, sem a remoção da cobertura morta, que irá funcionar como protetor físico para as plântulas recém-germinadas, criando um microclima favorável ao seu desenvolvimento inicial e protegendo-as contra a herbivoria.

A muvuca de sementes em área de pastagens abandonadas, onde o banco de sementes do solo é ausente, auxilia na superação dos filtros ecológicos biológicos relacionados à chegada e ao estabelecimento das espécies, alavancando o processo de sucessão secundária.

Deve-se ressaltar que o sucesso da sementeira direta é dependente da criação de um microambiente com condições tão favoráveis quanto possíveis para uma rápida emergência e o estabelecimento das plântulas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração.** 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica.** 3. ed. Ilhéus: Editus, 2016. p. 100-137.
- ANDRADE, A. P. A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffi* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong em área degradada pela mineração.** 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ANTONIAZZI, L.; SARTORELLI, P.; COSTA, K. et al. **Restauração florestal em cadeias agropecuárias para adequação ao código florestal** – Análise econômica de oito estados brasileiros. São Paulo: Imput/Agroicone, 2013. 35 p.
- ARAKI, D. F. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas.** 2005. 172 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- BARALOTO, C.; FORGET, P. M. Seed size, seedling morphology, and response to deep shade and damage in neotropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 6, p. 901-911, 2007.
- BASSO, F. A. **Hidrossemeadura com espécies arbustivo-arbóreas nativas para preenchimento de áreas degradadas na Serra do Mar.** 2008. 84p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BENINI, R. M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal.** The nature conservancy. São Paulo: Graftec, 2017. 135 p.
- BENTOS, T. V.; MESQUITA, R. D. C. G.; WILLIAMSON, G. B. Reproductive phenology of Central Amazon Pioneer Trees. **Tropical Conservation Science**, v. 1, p. 186-203, 2013.
- BONILLA-MOHENO, M.; HOLL, K. D. Direct seeding to restore tropical mature-forest species in areas of slash-and-burn agriculture. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 2, p. 438-445, 2010.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO

DE ÁREAS DEGRADADAS, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2002. p. 123-145.

BROADHURST, L. M.; LOWE, A.; COATES, D. J. et al. Seed supply for broadscale restoration: maximising evolutionary potential. **Evolutionary Applications**, v. 1, n. 4, p. 587-597, 2008.

BROADHURST, K.; ALROUH, B.; YEEND, E. et al. Connecting events in time to identify a hidden population: birth mothers and their children in recurrent care proceedings in England. **British Journal of Social Work**, v. 45, n. 8, p. 2245-2260, 2015.

BURTON, C. M.; BURTON, P. J.; HEBDA, R. et al. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 3, p. 379-390, 2006.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration ecology**, v. 10, n. 4, p. 636-644, 2002.

CAMPOS, R. J. B.; AMADOR, D. B.; AZEVEDO, V. A. **Experiência da fazenda São Luiz com plantios agroflorestais mecanizados – relato de experiência**. 2012. 4 p.

CAMPOS-FILHO, E. M.; DA COSTA, J. N. M. N.; DE SOUSA, O. L. et al. Mechanized direct-seeding of native forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, n. 7, p. 702-727, 2013.

CAVA, M. G. B. **Restauração do cerrado: a influência das técnicas e de fatores ecológicos sobre o desenvolvimento inicial da comunidade lenhosa**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, Botucatu, 2014.

COLE, R. J.; HOLL, K. D.; KEENE, C. L. et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1590-1597, 2011.

COSTA, L. G. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Viabilidade técnica da recuperação de áreas degradadas**. Belém: FCAP, 1996. 26 p. (Serviço de Documentação e Informação).

CURY, R. T. S.; CARVALHO-JR, O. **Manual para restauração florestal – Florestas de transição**. v. 5. Belém: IPAM, 2011. 78 p. (Série Boas Práticas).

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 234, n. 1, p. 333-343, 2006.

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest ecology and management**, v. 256, n. 5, p. 1178-1188, 2008.

- DURIGAN, G.; GUERIN, N.; DA COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 2012-0165, 2013.
- DURYEA, M. L. **Forest regeneration methods: natural regeneration, direct seeding and planting**. Florida: University of Florida, 2012. 13 p.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central Sao Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 152, p. 169-181, 2001.
- FERREIRA, A. R.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Revista Cerne**, v. 13, n. 3, p. 271-279, 2007.
- FERREIRA, R. A.; SANTOS, P. L.; ARAGAO, A. G. et al. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 37-46, 2009.
- FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v. 171, n. 3, p. 501-523, 2006.
- FLORES-AYLAS, W. W. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta: efeito de micorriza e fósforo**. 1999. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- FUKUOKA, M. **The one-straw revolution: an introduction to natural farming**. New York: The New York Review of Books, 1978.
- FUKUOKA, M. **The natural way of farming**. Tokyo and New York: Japan Publications Inc, 1985. 5 p.
- GARCÍA-ORTH, G.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed dynamics of early and late 585 successional tree species in tropical abandoned pastures: seed burial as a way of 586 evading predation. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3. p. 435-443, 2008.
- GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. et al. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em area de dominio ciliar. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.
- GAVIRIA, J.; ENGELBRECHT, B.M.J. Effects of drought, pest pressure and light availability on seedling establishment and growth: their role for distribution of tree species across a tropical rainfall gradient. **Plos one**, v. 10. n. 11, p. 1-20, 2015.
- GUARINO, E. S. G.; SCARIOT, A. Direct seeding of dry forest tree species in abandoned pastures: Effects of grass canopy and seed burial on germination. **Ecological Research**, v. 29. p. 473-482, 2014.

GUNARATNE, A. M. T. A.; GUNATILLEKE, C. V. S.; GUNATILLEKE, I. A. U. N. et al. Release from root competition promotes tree seedling survival and growth following transplantation into human-induced grasslands in Sri Lanka. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 2, p. 229-236, 2011.

HAYWOOD, J. D. Durability of selected mulches, their ability to control weeds, and influence growth of loblolly pine seedlings. **New Forests**, v. 18, n. 3, p. 263-276, 1999.

HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. Apresentação. In: HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2006.

HOBBS, R. J.; NORTON, D. A. Ecological filters, thresholds, and gradients in the resistance to ecosystem reassembly. In: TEMPERTON, V. M. et al. **Assembly rules and restoration ecology**. Washington, DC: Island Press, 2004. p. 73-95.

HOLL, K. D.; LOIK, M. E.; LIN, E. H. V. et al. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.

HOLL, K. D.; LULOW, M. E. Effects of species, habitat and distance from the edge on post-dispersal seed predation in a tropical rain forest. **Biotropica**, v. 29, p. 459-468, 1997.

HOLL, K. D.; LOIK, M. E.; LIN, E. H. V. et al. Tropical forest restoration in abandoned pastures in Costa Rica: obstacles and opportunities. **Restoration Ecology**, v. 8, p. 339-349, 2000.

HOLL, K. D. Tropical moist forest. In: PERROW, M.; DAVY, A. J. (Ed.). **Handbook of ecological restoration**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 539-558.

HOOPER, E. R.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p. 1165-1174, 2005.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **ISA lança vídeo sobre plantio mecanizado de florestas**. Disponível em: <<http://siteantigo.socioambiental.org/nsa/detalhe?id=3206>>. Acesso em: 09 out. 2013.

ISERNHAGEN, I. **Uso de sementeira direta de espécies arbóreas ativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. 2010. 94 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

JONES, R. M.; JONES, R. J. Effect of stocking rates on animal gain, pasture yield and composition, and soil properties from setaria-nitrogen and setaria-legume pastures in coastal south-east Queensland. **Tropical Grassland**, v. 37, n. 2. p. 65-83, 2003.

JONES, L.C.; SCHWINNING, S.; ESQUE, T. C. Seedling ecology and restoration of blackbrush (*Coleogyne ramosissima*) in the Mojave Desert, United States. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 5, p. 692-700, 2014.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Ed.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 383-395.

KAGEYAMA, P.; LEPSCH-CUNHA, N. M. **Singularidade da biodiversidade nos trópicos**. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Ed.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. São Paulo: Vozes, 2001. 432 p.

KNOWLES, O. H.; PARROTTA, J. A. Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. **Commonwealth Forestry Review**, v. 74, p. 230-243, 1995.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005.

MALAVASI, U. C.; KLEIN, J.; MALAVASI, M. M. Efeito de um protetor físico na semeadura direta de duas espécies florestais em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 781-787, 2010

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 “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

MARTINEZ-GARZA, C.; HOWE, H. F. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. **Journal of Applied Ecology**. v. 40, p. 423-429, 2003.

MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. A. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 649-654, 2002.

MATTEI, V. M. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 91-100, 1997.

MCIVOR, J.; HOWDEN, S. M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v. 25, p. 213-222, 2000.

MELLO, V. A.; GRIFFITH, J. J.; DEMARCO JR., P. et al. Efeito de poleiros artificiais na dispersão de sementes por aves. **Revista Árvore**, v. 24, p. 235-240, 2001.

-
- MONTES-HERNÁNDEZ, B.; LÓPEZ-BARRERA, F. Seedling establishment of *Quercus insignis*: A critically endangered oak tree species in southern Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 310, p. 927-934, 2013.
- NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; SERRÃO, E. A. S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**, v. 20. n. 6, p. 248-255, 1991.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.
- ORTEGA-PIECK, A. Early seedling establishment of two tropical montane cloud forest tree species: the role of native and exotic grasses. **Forest Ecology Management**, v. 261, p. 1336-1343, 2011.
- ORTOLANI, M. R.; SCHIRONE, A.; CAMILLOTTI, G. et al. Aerial reforestation by seed bombs. In: IVETID, V.; STANKOVID, D. (Ed.). **Proceedings: International Conference Reforestation Challenges**. Belgrade, Serbia: Reforesta, 2015. p. 227-233.
- PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go?. **Applied Vegetation Science**. v. 18. p. 561-568, 2015.
- PEÑA-CLAROS, M.; BOOT, R. G. A.; DORADO-LORA, J. et al. Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. **Forest Ecology and Management**, v. 161, p. 159-168, 2002.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NOGUEIRA, E. S.; PEIXOTO, M. C. et al. Estado da arte da produção de sementes de espécies florestais na Mata Atlântica. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. S. et al. **Parâmetros técnicos para a produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR/UFRRJ, 2007. p. 11-34.
- PITT, J. **Relatório ao governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1969. 245 p.
- RADEL, D. **Semeadura direta manual de espécies nativas do cerrado em área de reserva legal na fazenda entre Rios, Paranoá, DF**. 2013. 24 f. (Bacharelado em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa, 2017.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.
-

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2009. p. 235-247.

SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D.; SCARIOT, A. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in Central Brazil? **Restoration Ecology**, v. 15, p. 462-471, 2007.

SANTOS JUNIOR, N. A. **Estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em sistema de semeadura direta**. 2000. 96 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SANTOS JÚNIOR, N. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar, **Cerne**, v. 10, n. 1, p. 103-117, 2004.

SANTOS, A. L. C. **Diagnóstico dos fragmentos de Mata Atlântica de Sergipe através do sensoriamento remoto**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2009.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. S. P. Implantação de povoamentos de *Dodonea viscosa* (L.) Jacq. com mudas e semeadura direta. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 29-33, 1999.

SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 152, p. 185-199, 2001.

SEBBENN, A. M. Sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Org.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 93-138.

SILVA, R. R. P. **Semeadura direta de árvores do cerrado: testando técnicas agroecológicas para o aperfeiçoamento do método**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SMITH, D. M. **The practice of silviculture**. New York: John Wiley, 1986. 527 p.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, n. 1/3, p. 185-200, 2004.

SUN, D.; DICKINSON, G. R. The competition effect of *Brachiaria decumbens* on the early growth of direct-seeded trees of *Alphitonia petriei* in tropical north Australia. **Biotropica**, v. 28, n. 2, p. 272-276, 1995.

SUN, D.; DICKINSON, G. R.; BRAGG, A. L. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 73, n. 1/3, p. 249-257, 1995.

TOUMEY, J. W.; KORSTIAN, C. F. **Seeding and planting in the practice of forestry**. New York: John Wiley, 1967. p. 205-218.

TUNJAI, P.; ELLIOTT, S. Effects of seed traits on the success of direct seeding for restoring southern Thailand's lowland evergreen forest ecosystem. **New Forests**, v. 43, n. 3, p. 319-333, 2012.

URZEDO, D. I.; SILVA, R. R. P.; JUNQUEIRA, R. G. P. et al. **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei – Arranjos socioprodutivos na restauração florestal: o caso da semeadura direta e da rede de sementes do Xingu**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. 359 p.

van ULFT, L. H. Regeneration in natural and logged tropical rain forest. Modelling seed dispersal and regeneration of tropical trees in Guyana. **Tropenbos Guyana**, Series 12, Tropenbos-Guyana Programme, Georgetown, 2004.

WANG, J.; REN, H.; YANG, L. Factors influencing establishment by direct seeding of indigenous tree species in typical plantations and shrubland in South China. **New Forests**, v. 42, n. 1, p. 19-33, 2012.

WINSA, H.; BERGSTEN, U. Direct seeding of *Pinus sylvestris* using microsite preparation and invigorated seed lots of different quality: 2-year results. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 1, p. 77-86, 1994.

CAPÍTULO 9

Restauração florestal de áreas de Mata Atlântica sob invasão biológica

*Gleica Cândido Santos
Israel Marinho Pereira
Lilian de Almeida Brito
João Carlos Guimarães Costa
Miranda Titon*

1. INTRODUÇÃO

O processo histórico de intensa alteração da Mata Atlântica, iniciado desde a ocupação do território brasileiro e a exploração dos recursos naturais, reflete os altos níveis de degradação e fragmentação da paisagem verificados atualmente. Esse bioma, que detém elevada biodiversidade e endemismo (MYERS et al., 2000), embora seja considerado um dos mais importantes do mundo, encontra-se seriamente ameaçado. As profundas modificações da paisagem comprometeram gravemente a resiliência em várias áreas. Esse cenário favoreceu a chegada e o estabelecimento de diversas espécies invasoras em todo o domínio da Mata Atlântica, resultando em intensa invasão biológica, e atualmente constitui a principal dificuldade de restauração ecológica desses ambientes (SOUZA et al., 2012).

Invasão biológica é considerada uma das maiores causas de perda de diversidade no mundo (MMA, 2006) e pode ser entendida como o processo de contaminação biótica no qual espécies que não ocorrem naturalmente em uma área são introduzidas, intencionalmente ou não, e devido à rusticidade e ausência de predadores, patógenos e concorrentes se estabelecem, alterando e prejudicando o ecossistema local (ZILLER, 2001).

Normalmente, o ambiente tende a se equilibrar e absorver as mudanças, devido à resiliência, no entanto alterações ambientais decorrentes de invasão biológica

podem ser mais complexas, podendo se agravar com o passar do tempo, com a expansão da área ocupada por espécies invasoras e com a consequente supressão de espécies nativas (ZILLER, 2001).

A elevada taxa de invasão biológica e fragmentação da vegetação acarretam perdas tão drásticas e intensas que, em muitos casos, apenas a intervenção humana é capaz de restituir as condições de autossustentabilidade dos ecossistemas. No entanto, remediar os danos causados por espécies invasoras é uma tarefa difícil e exige muito empenho em ações de restauração ecológica (SCHOLZ, 2013), inclusive no que diz respeito à escolha da(s) técnica(s) e dos modelos a serem utilizados.

Não existem técnicas que são melhores que outras, mas sim mais adequadas à realidade e à especificidade da área a ser restaurada. A realização de um diagnóstico minucioso da área a ser restaurada, para conhecer a capacidade de restabelecimento da resiliência de cada sítio avaliado, possibilita escolher ações que maximizem o aproveitamento de características e as potencialidades locais na promoção da sucessão ecológica. Isso tem como reflexo não apenas a redução dos custos de restauração, mas, também, maior confiabilidade de sucesso das ações (ISERNHAGEN et al., 2009). Porém, nenhum aspecto deve ser considerado isoladamente; a seleção entre distintos modelos de restauração deve ser alicerçada em um complexo de atributos locais que levem ao equilíbrio de variáveis ecológicas, sociais, técnicas e econômicas.

Projetos de restauração, por mais bem planejados que sejam, não garantem qual trajetória será traçada pela área e as condições que apresentará no futuro. No entanto, o conhecimento apurado sobre os fatores que promovem o funcionamento do sistema, além da elaboração criteriosa do diagnóstico ambiental, efetivamente, auxiliarão na tomada de decisões acertadas sobre qual(is) a(s) melhor(es) estratégia(s) de restauração, ampliando as chances de êxito do projeto e reduzindo a perda de recursos (ISERNHAGEN et al., 2009).

2. PLANEJAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Na restauração florestal, vários aspectos devem ser levados em consideração, como a perspectiva ecológica, econômica, social e técnica.

No que se refere aos aspectos econômicos, deve-se ponderar a finalidade da restauração, pois os interesses são bastante diversificados, englobando desde pequenos produtores rurais, que pretendem restaurar parte de sua propriedade

que se encontra degradada, grandes fazendas, que buscam a certificação de seus produtos e necessitam se adequar ambientalmente, até grandes empreendimentos, que têm suas licenças liberadas mediante a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Do ponto de vista ecológico e técnico, é necessário que o profissional responsável pela restauração faça um diagnóstico minucioso da área a ser restaurada, com caracterização completa dos meios bióticos e abióticos. Esse detalhamento permite que a área seja estratificada conforme a aptidão de cada sítio, conseqüentemente é possível obter uma avaliação mais precisa dos métodos e das técnicas de restauração compatíveis, bem como dimensionar adequadamente a demanda de serviços e insumos (BOTELHO et al., 2001). Projetos de média a ampla escala necessitam desse zoneamento ambiental, que deve ser iniciado por meio da interpretação de imagens de satélite ou de fotografias aéreas, com posterior checagem em campo (MARTINS, 2009).

A caracterização do meio biótico deve contemplar o potencial de regeneração natural (RN) da vegetação, com destaque para presença, localização na paisagem e qualidade de fragmentos remanescentes nas proximidades; presença de árvores isoladas na área; tipo de matriz da circunvizinhança; tráfego de animais silvestres; presença de formigueiros e cupinzeiros; presença de animais domésticos; e nível de infestação por gramíneas exóticas invasoras, como capim-gordura, braquiária, capim-colômbio, bambu ou taquara, ou ainda por samambaias. Quanto ao meio abiótico, o detalhamento deve abranger o(s) nível(is) de degradação, as classes de solo, as condições topográficas, o regime hídrico, a fertilidade do solo, a presença de processos erosivos, a umidade do solo e as atividades antrópicas da circunvizinhança.

No diagnóstico, devem ser levadas em conta as seguintes fases:

2.1 Histórico de uso do solo

O histórico de uso da área fornece informações a respeito do período de interferência/perturbação. Pode ser feito com o auxílio de imagens aéreas das datas desejadas, bem como por meio de informação de órgãos ambientais, dos antigos proprietários ou vizinhos do imóvel.

Áreas anteriormente ocupadas por pastagens, geralmente, apresentam maior quantidade de formigueiros e maior dificuldade de controle das gramíneas, que são extremamente agressivas e dificultam o estabelecimento de espécies nativas,

além de onerarem muito os custos do projeto de restauração. Já os usos intensivos da terra, como períodos curtos de pousio, queimadas frequentes e superpastejo, acarretam redução da disponibilidade de nutrientes e capacidade de retenção de água, aumentando a compactação do solo e atuando como restrição física ao acesso de sementes e estabelecimento de mudas (CHAZDON, 2012).

2.2 Identificação do ecossistema de Mata Atlântica a ser restaurado

A Mata Atlântica é composta por um conjunto de fisionomias, cada uma com suas respectivas peculiaridades, portanto recomendações de restauração generalistas são inviáveis. Por exemplo, margens de rios, lagos, reservatórios e entorno de nascentes, embora sejam ecossistemas ciliares, apresentam características típicas de solo, umidade, drenagem e tempo de inundação. Logo, as espécies que ocorrem nesses ambientes devem ser adaptadas e podem divergir entre áreas. Deve-se considerar também que a Mata Atlântica apresenta amplo gradiente quanto ao porte da vegetação, contemplando desde os ecossistemas campestres até os florestais, os quais apresentam características distintas em termos de substrato, o que confere restrições (ou favorecimento) ao estabelecimento e desenvolvimento de determinadas formas de vida.

2.3 Níveis de alteração e fatores de degradação

Deve ser a primeira avaliação realizada pelo técnico responsável pelo projeto de restauração. Faz-se necessário o enquadramento do nível de alteração, que pode ser classificada como perturbada, quando há um uso conflitante, mas ainda mantém sua resiliência (banco de sementes, plântulas, RN e brotação por raízes), podendo se autorregenerar após a eliminação dos fatores de perturbação; ou degradada, quando a área perdeu sua resiliência, ainda que não haja alterações na estrutura do solo.

O tipo e a intensidade da degradação devem ser identificados, bem como a alteração nos atributos químicos, físicos e/ou microbiológicos do solo. A presença de erosões e/ou voçorocas, a compactação e a proporção de solo exposto são limiares das ações de intervenção.

A detecção do fator de degradação é primordial para o sucesso do projeto, pois toda restauração ecológica exige a eliminação direta ou, em alguns casos, indireta da fonte perturbadora. Caso contrário, qualquer esforço que for realizado não será suficiente, pois a causa da degradação permanecerá ativa, exercendo pressão contínua no ambiente ao longo do tempo. Neste sentido, a partir do isolamento

desses fatores, a vegetação nativa terá melhores condições para se estabelecer, aumentando a eficiência das ações de restauração e a otimização do uso de recursos (ISERNHAGEN et al., 2009).

2.4 Reconhecimento da paisagem

É necessário verificar a presença, a distância, o grau de conservação e a conectividade de fragmentos remanescentes. Áreas degradadas situadas próximo a remanescentes florestais em bom estado de conservação, com existência de fluxo de propágulos entre eles, teoricamente apresentam condições mais adequadas para que a restauração florestal seja factível em curto prazo, podendo, inclusive, dispensar ações artificiais em muitas situações (PARROTTA et al., 1997; SUGANUMA et al., 2014; NAVE et al., 2016). No entanto, deve-se estar atento, também, ao tipo de matriz na qual a área a ser restaurada está inserida, pois esta constituirá fonte potencial ou restritiva à restauração, conseqüentemente ela deve ser levada em consideração na seleção coerente das ações de intervenção.

2.5 Mapeamento das áreas e zoneamento ambiental

O zoneamento ambiental baseia-se na obtenção de informações detalhadas obtidas a respeito da área-alvo de restauração, bem como das áreas adjacentes, abrangendo desde o estudo de imagens de satélite ou fotografias aéreas, até a validação dessas informações em campo. O produto final desse processo é um mapa detalhado da área, que é exigido para projetos de média e grande escala de abrangência. Esse é um instrumento essencial para que sejam adotadas ações diferenciadas de conservação, manejo e restauração para cada uma das situações constatadas, conforme os graus de interferência antrópica e potenciais de autorrecuperação/resiliência apresentados (ISERNHAGEN et al., 2009).

O potencial de autorregeneração de uma área é dependente da associação entre o uso pretérito e atual do solo, juntamente com os atributos da paisagem regional (ISERNHAGEN et al., 2009), e pode ser avaliado por meio do banco de sementes do solo, da capacidade de rebrota de indivíduos remanescentes e da expressão da RN (MARTINS, 2009). A existência de árvores adultas isoladas na área e/ou a proximidade de fragmentos remanescentes também contribui para a resiliência local.

Aconselha-se que os projetos levem em consideração as características da sub-bacia hidrográfica, de forma a potencializar os serviços ambientais decorrentes

das ações implantadas, com destaque para a recarga de lençol freático, quando da restauração de encostas e topos de morro.

O(s) mapa(s), produto final do zoneamento, deve(m) conter os seguintes atributos essenciais na tomada de decisões:

- 1) caracterização das condições físicas e químicas dos solos;
- 2) estimativa da área total a ser restaurada;
- 3) estratificação das áreas com base na paisagem, no tipo e na intensidade de degradação;
- 4) detalhamento da vegetação presente (% por tipo de cobertura);
- 5) detalhamento da topografia (% de áreas planas e acidentadas);
- 6) posição e condições das estradas e trilhas existentes;
- 7) delimitação das Áreas de Preservação Permanente, com indicação dos trechos adequados e daqueles que não se adequam à Lei de Proteção da Vegetação Nativa; e
- 8) quando houver, localização de Unidades de Conservação.

Quanto mais detalhada for a checagem das respectivas condições do local, em campo, mais fiel será o mapa final (ISERNHAGEN et al., 2009). A gama de informações coletadas não objetiva meramente a construção de um mapa de uso e ocupação do solo, mas sim a identificação do potencial de autorrecuperação de cada uma das situações da paisagem, o que permite particularizar as ações de restauração, potencializando a probabilidade de sucesso dessas ações e reduzindo os custos do projeto (ISERNHAGEN et al., 2009).

3. FATORES DE DEGRADAÇÃO: ELIMINAÇÃO E PREVENÇÃO

Após obtenção do diagnóstico local, a etapa seguinte, indispensável e crucial, se resume no isolamento da área e na retirada do(s) fator(es) de degradação. Somente após a execução dessas ações é que devem ser introduzidos os métodos e as técnicas de restauração propriamente ditos. Qualquer que seja a fonte de degradação identificada nas áreas, ela deve ser eliminada para possibilitar a expressão da regeneração natural (RN) e, conseqüentemente, a restauração desses locais. Os fatores de degradação mais recorrentes estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1

Principais fatores que desencadeiam a degradação florestal e as respectivas ações para

Fator	Problema Ocasionado	Ação Mitigadora/Preventiva
Gado	Pastejo e pisoteio comprometem a RN e compactam o solo.	Cercamento do local: utilizando cercas, cujo ultimo fio de arame deve, preferencialmente, ser liso e distante aproximadamente 40 cm da superfície do solo, para não restringir o acesso de animais silvestres. Ou uso de cercas vivas (formadas por árvores ou arbustos).
Fogo	Destrói a vegetação, acelera a perda de nutrientes e retarda o início da sucessão.	Educação ambiental para evitar a prática da queimada e construção de aceiros no entorno das áreas.
Deriva de Herbicidas	Danifica a vegetação: efeito contrário aos esforços de restauração, podendo levar a mortalidade de indivíduos sobreviventes e regenerantes.	Cautela e controle da aplicação em áreas próximas e nas áreas em restauração (atenção para condições de vento).
Erosões, Ravinas ou Voçorocas	Carreamento de solo e matéria orgânica, soterramento, desaterramento ou carreamento das mudas (Figura 1), assoreamento dos cursos d'água.	Obras de drenagem, paliçadas, terraços e pequenas barragens de contenção.
Cultivos	Eliminam o potencial de autorregeneração das áreas.	Suspensão da exploração da área.
Desmatamento	Redução de fragmentos e abertura para invasão biológica.	Isolamento do local com a construção de cercas e fiscalização.
Espécies Invasoras	RN é reduzida ou praticamente nula.	Controle químico (quando permitido) ou mecânico das invasoras.
Formigas e Cupins	Ataques aumentam mortalidade das mudas plantadas e da RN.	Uso de formicidas e cupinicidas.

É válido ressaltar que todas as práticas adotadas devem sempre visar à conservação do solo e da água. É muito comum a realização de plantios de mudas em áreas degradadas sem o controle do processo erosivo, porém, quando o plantio é realizado nessas condições, com o passar do tempo as plantas tendem a ser carregadas ou soterradas (Figura 1).

Dentre as boas práticas de conservação do solo, destacam-se a construção de terraços, os canais escoadouros, as bacias de captação de água, o plantio em nível, a cobertura vegetal com espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, a instalação de



Figura 1

Detalhes do carregamento de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (landi) em área degradada submetida à restauração, sem a adoção de medidas de conservação de solo, Diamantina, MG.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

paliçadas de bambu e sacos de terra e a implantação de cordões de pedra e vegetados (CAPECHE et al., 2008).

Caso haja necessidade ou interesse de converter povoamentos florestais de cunho comercial, como os de eucalipto, em Reserva Legal, sugere-se, primeiramente, realizar a análise da diversidade e potencial da RN no sub-bosque desses povoamentos. Em seguida, inicia-se a gradual retirada dos indivíduos do povoamento, por meio do corte. Em parte dos indivíduos restantes pode ser realizado o anelamento do caule, para que, após a morte das árvores, elas permaneçam no ambiente, atuando como poleiros para aves e induzindo o processo de RN. A própria RN indicará a necessidade de adensamento ou enriquecimento da área, com plantio

de espécies autóctones, ou a utilização de outras técnicas de restauração. As ações devem visar sempre à presença satisfatória da RN.

4. REGENERAÇÃO NATURAL NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA

A regeneração natural (RN) refere-se às fases iniciais de crescimento de uma floresta, ou seja, corresponde ao estoque de indivíduos dentro do ecossistema (MIRANDA NETO, 2011). Ocorre em todas as etapas sucessionais, e as espécies regenerantes são distintas, dependendo do estágio de crescimento ou desenvolvimento em que a floresta se encontra (CHAZDON, 2016). Condiz, acima de tudo, com a maneira pela qual as florestas são capazes de se recuperar de distúrbios naturais ou antrópicos (MARTINS, 2007). Assim, a RN constitui um dos maiores indicadores do potencial de resiliência de uma área a ser restaurada, pois é capaz de refletir o momento em que a manutenção funcional desse sítio torna-se autossustentável, não exigindo mais intervenções de manejo que catalisem a sucessão florestal. Ou seja, projetos de restauração ecológica devem sempre estabelecer medidas que resultem na retomada da RN desses locais. Assim, a indução e a condução da RN são fundamentais para aumentar a resiliência do ambiente.

A RN representa o recrutamento de indivíduos e é dependente da chuva e do banco de sementes, do banco de plântulas e da brotação de raízes e outros tecidos meristemáticos. O processo de dispersão, por si só, não garante o sucesso da regeneração; é preciso que um conjunto de condições de solo e clima e a relação com os predadores sejam apropriadas para o estabelecimento das plantas jovens (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993).

Quando a área-alvo de restauração ainda apresenta algum grau de resiliência, pode ser necessária apenas a eliminação do agente perturbador ou de um elemento que esteja agindo como barreira para a regeneração, como o fogo, a presença de espécies invasoras ou o pisoteio e a herbivoria por animais domésticos. Moraes et al. (2013) sugerem que alguns animais, sob manejo adequado, podem ser utilizados de maneira positiva no controle da planta invasora pelo pastejo.

Almeida (2016) afirma que a RN é muito afetada por fatores abióticos e pela disponibilidade destes, assim como por fatores bióticos como a competição e a presença de predadores e microrganismos do solo, por exemplo, micorrizas e bactérias fixadoras de nitrogênio. A combinação desses e outros fatores irá

determinar quais espécies sobreviverão e se estabelecerão tanto em ambientes naturais como em restauração.

A restauração florestal por meio da RN apresenta como vantagens a simplicidade tecnológica das atividades executadas, o baixo custo quando comparado com o do plantio de mudas, a independência da disponibilidade de mudas, já que os propágulos são provenientes da própria área ou de áreas contíguas, assim como a diversidade genética e a riqueza de espécies típicas do ecossistema de referência. É válido ressaltar que a RN constitui importante ferramenta na restauração florestal de extensas áreas geográficas, onde outras técnicas podem ser inviáveis devido ao elevado custo (MAGNAGO et al., 2015).

A simplicidade das ações de restauração pela RN é fator muito importante na Mata Atlântica, onde grande parte dos imóveis rurais é ocupada por agricultores familiares que, em sua maioria, não possuem condições financeiras para realizar procedimentos onerosos, como o plantio de mudas. Portanto, o uso da RN na restauração florestal é uma forma ecológica, econômica e de fácil aceitação pelos produtores rurais (MARTINS et al., 2014).

Como desvantagens, tem-se que em determinadas situações a RN constitui um processo lento quando comparado ao de outras técnicas de restauração, por exemplo, o plantio de mudas, e é dependente da presença de fontes de propágulos nas proximidades, de solos pouco degradados (com boas condições estruturais) e da ausência de espécies competidoras agressivas. Assim, em ambientes com elevada invasão biológica, a RN não deve ser utilizada como metodologia exclusiva de restauração (SOUZA et al., 2012).

Outro fator limitante é a dificuldade de prever a trajetória do processo sucessional. Isso significa que quando há motivação econômica a restauração requer a aplicação de outras técnicas conjuntas à RN, como a condução da regeneração das espécies de interesse ou enriquecimento da área com mudas ou sementes dessas espécies. Essas medidas visam favorecer a produção de espécies de relevância econômica para futuro manejo sustentável, conforme possibilita o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

4.1. Indução da regeneração natural na restauração florestal da Mata Atlântica

Nem sempre a restauração florestal requer intervenções diretas, como o plantio de mudas, podendo, simplesmente, propiciar condições para a ocorrência

da regeneração natural (RN), com o isolamento das áreas em relação ao fator de degradação (NORDEN et al., 2009).

A indução da RN deve sempre ser o primeiro procedimento investigado na restauração ecológica, uma vez que apresenta custo reduzido e tende a promover ganhos em diversidade, propiciados pelos meios de propagação autóctone ou de áreas próximas (NASCIMENTO, 2001). Caso os fragmentos adjacentes às áreas que serão restauradas apresentem bom estado de conservação e elevado potencial para a chuva de sementes (Figura 2A), a indução da RN pode ser adotada para favorecer a chegada de espécies no local (Figura 2B). A indução da RN consiste em adotar ações de manejo, geralmente em área total, que estimulem os processos de RN, como o isolamento da área, o controle de plantas competidoras, o controle de formigas e cupins, a descompactação do solo, a implantação de poleiros atrativos para aves, etc. Todas essas práticas visam promover a melhoria das condições do sítio e, assim, propiciar a chegada e a germinação de sementes, facilitando o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies de interesse. O manejo utilizado pode ser constituído de um conjunto de técnicas ou de apenas uma, o que depende das condições específicas de cada sítio a ser restaurado.

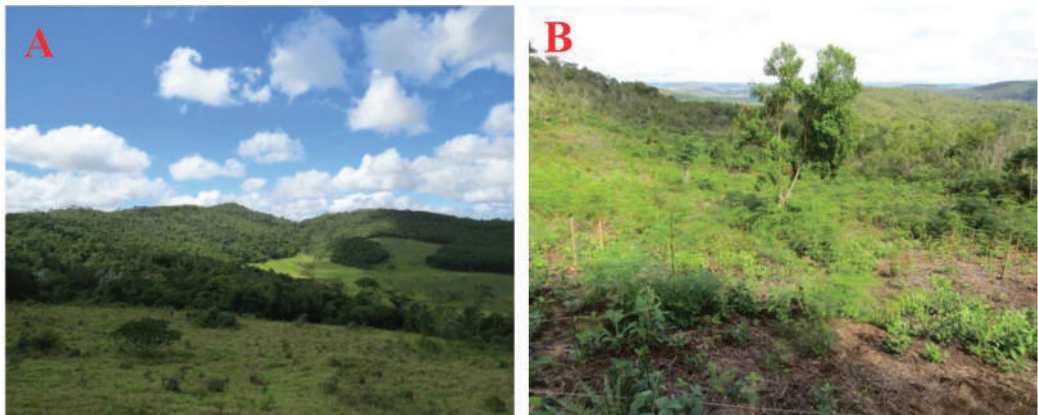


Figura 2

Detalhes da presença de remanescentes florestais em bom estágio de conservação na circunvizinhança da área em restauração (A) e indução da regeneração natural por meio da eliminação de samambaia do campo (B) em área de Mata Atlântica, na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Israel Marinho Pereira.

Deve-se atentar para o fato de que o potencial da RN na restauração florestal, por si só, depende estritamente de condições de paisagem pouco fragmentada ou de elevada resiliência, situação pouco frequente no contexto de áreas com ocorrência de espécies invasoras, como braquiárias e samambaias. Quando as condições não forem propícias para a RN, deve-se optar por outros métodos de restauração, como o plantio de mudas. É válido ressaltar que na ausência da vegetação remanescente o vento e os morcegos passam a ter papel ainda mais relevante na dispersão de sementes pequenas. Com a instalação de poleiros, a tendência é que as aves frugívoras se tornem mais constantes, aumentando a diversidade e complexidade do sistema em regeneração (CHAZDON, 2012).

A diminuição ou eliminação das espécies competidoras agressivas deve ser realizada para propiciar a germinação e/ou chegada de sementes de outros locais, assim como a maior sobrevivência das plântulas regenerantes nas áreas em restauração e redução da suscetibilidade de ocorrência de incêndios (GARCÍA-ORTH; MARTÍNEZ-RAMOS, 2011).

O controle das espécies indesejáveis geralmente é realizado por meio de práticas de capina e roçada, realizadas de maneira manual ou mecanizada. A capina apresenta resultados mais duradouros que a roçada, pois expõe o sistema radicular da planta competidora, todavia seu rendimento operacional é inferior. Neste aspecto, não é indicado o uso da capina em grandes áreas a serem restauradas, sendo recomendada a utilização desta técnica apenas na manutenção de plantios (executada nas linhas na forma de faixas) ou na condução da RN (coroamento das mudas) (RESENDE; LELES, 2017). Além disso, a capina, quando comparada com a roçada, aumenta a exposição do solo aos processos erosivos.

Na possibilidade legal do uso de herbicidas, o controle inicial de gramíneas deve ser feito com o uso de grupos químicos e formulados de baixa toxicidade, como o glyphosate, ou por herbicidas seletivos. É válido ressaltar que o uso de graminicidas preserva a integridade da RN, ou seja, evita a perda dos regenerantes, o que geralmente ocorre durante a roçada (SILVA, 2014), especialmente de espécies arbustivas e arbóreas. Também, o uso de herbicida ocorrerá por um período muito restrito, apenas até o fechar de copas, quando o sombreamento atuará no controle da espécie invasora. Em termos de risco de contaminação ambiental, esse cenário é muito diferente do uso em cultivos agrícolas, onde a aplicação do herbicida é realizada mais de uma vez por cultivo, por vários anos consecutivos.

Costa (2016), estudando a indução da RN na RPPN Fatura, em Capelinha, MG, promoveu o controle populacional da samambaia por meio de roçada mecanizada e aplicação dos herbicidas glyphosate e paraquat (Figura 3a,b), com remoção ou não da serapilheira. Seis meses após, verificou que o controle químico proporcionou maior redução de samambaia e que a remoção da serrapilheira favoreceu o ingresso de indivíduos e o aumento da diversidade (Figura 3c,d). Em casa de vegetação, o autor avaliou também a resposta das espécies nativas *Anadenanthera colubrina* (angico), *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-macaco), *Inga sessilis* (ingá) e *Platycyamus regnelii* (pau-pereira), bem como da *Pteridium aquilinum* (samambaia), pela elevação da saturação por bases do substrato coletado na área de estudo. As espécies angico e orelha-de-macaco mostraram-se sensíveis à acidez do solo, enquanto as espécies ingá e pau-pereira apresentaram maior tolerância. A samambaia apresentou aumento da massa seca com a elevação da saturação por bases, evidenciando que a calagem, isoladamente, não é uma prática adequada para o controle dessa espécie invasora.



Figura 3

Detalhes dos efeitos causados pelos herbicidas paraquat (A) e glyphosate (B). Área com incidência de samambaia, seis meses após controle da espécie com roçada mecânica, sem remoção de serapilheira (C), e aplicação de glyphosate com remoção de serrapilheira de samambaia (D).

Fonte: Danilo César de Abreu Costa.

Como toda ação de restauração, a indução da RN deve ser monitorada e, se necessário, manejada conforme os resultados obtidos. O monitoramento permitirá constatar, em tempo hábil, se a técnica está desencadeando a regeneração necessária para o retorno e a permanência da vegetação nativa, conforme os objetivos preestabelecidos para o projeto, e alertar para o uso de alguma técnica de manejo adaptativo. Para garantir o sucesso da RN em área com dominância de espécies exóticas agressivas, geralmente é necessário atentar também para a manutenção das condições favoráveis à RN proporcionadas até então, denominada condução da regeneração natural.

4.2. Condução da regeneração natural na Mata Atlântica

A condução da RN trata da execução de ações de manutenção periódicas realizadas de maneira pontual (em cada indivíduo regenerante) ou em área total, que têm por objetivo garantir o crescimento das plantas manejadas e a preservação da densidade da RN. As ações mais adotadas nesse manejo são o controle de plantas competidoras indesejáveis (coroamento, capina ou roçada), a adubação, o plantio de espécies companheiras, como os adubos verdes, entre outras (Figura 4).



Figura 4

Condução da regeneração por meio do plantio de mucuna-preta, como adubo verde, nas entrelinhas do plantio de restauração em área infestada por braquiária – detalhe para a biomassa produzida (A) e para o coroamento dos indivíduos arbóreos em área infestada por samambaia (B), na RPPN Fartura, em Capelinha, MG.

Fonte: Gleica Cândido Santos.

As ações de condução visam propiciar condições favoráveis à RN, similarmente aos cuidados que uma muda plantada receberia, como adubação, coroamento e limpeza no seu entorno, principalmente eliminando as gramíneas exóticas (NAVE et al., 2016). Do ponto de vista ecológico, essa técnica possibilita a preservação das espécies e formas de vida já adaptadas à região. Do ponto de vista econômico, o aproveitamento dos indivíduos jovens preexistentes na área a ser restaurada significa a redução de custos do projeto, ponto importante de ser considerado.

O controle do efeito negativo da competição é fundamental para o crescimento dos regenerantes nas áreas em restauração, principalmente quando ele é realizado em áreas sob invasão biológica ou em pastagens desativadas, pois algumas espécies exóticas, como os capins braquiária, gordura e colônio, constituem um potente filtro para o sucesso da RN (Figura 5). A densa camada de biomassa produzida por espécies invasoras dificulta a chegada e a germinação de sementes, bem como a chegada de luz em quantidade e qualidade adequadas para o crescimento de plântulas, atuando como barreira ecológica neste sentido.



Figura 5

Detalhes da potencial competição com a RN proporcionada por braquiária (A) e samambaia do campo (B).

Fonte: Israel Marinho Pereira.

O melhor controle de espécies invasoras, como as gramíneas, acontece quando se associam técnicas de controle químico, mecânico, físico e cultural. A escolha do(s) método(s) utilizado(s) sempre objetiva o desfavorecimento da espécie invasora e/ou o favorecimento da espécie nativa, de modo que eles podem ser

aplicados associados (manejo integrado) ou separadamente, visando aumentar a eficiência do controle (MARTINS, 2006).

A capina feita objetivando o coroamento das mudas tem se mostrado fundamental para a sobrevivência de plantas, e, se possível, sua execução deve preceder a roçada para facilitar a visualização dos indivíduos regenerantes. Ela pode ser realizada com o uso de enxadas ou com a aplicação dirigida de herbicidas sistêmicos de baixa toxicidade, mantendo-se um raio de 50 cm ao redor das plantas (Figura 6a).



Figura 6

Coroamento, com raio de 50 cm, realizado por meio de enxada em área invadida por samambaia e capim-gordura na RPPN Fatura, em Capelinha, MG (A), e por meio de *mulching*, em área de pastagem desativada em Conceição do Mato Dentro, MG (B).

Fonte: Gleica Cândido Santos.

A técnica de *mulching*, que consiste no uso de diferentes materiais para a cobertura física do solo, também pode ser utilizada no intuito de inibir a germinação e o crescimento das plantas de comportamento invasor que se encontram na área. O uso do papelão na base das mudas (Figura 6b), com função de promover a manutenção do coroamento no primeiro ano das plantas arbustivas e arbóreas de interesse, tem demonstrado grande potencial, pois não danifica as raízes das espécies de interesse. Além disso, é um material biodegradável que permanece no campo por mais de um ano e apresenta custo relativamente baixo, quando comparado com o de outras técnicas de controle (MARTINS et al., 2004; SILVA, 2015; GONÇALVES, 2016). No entanto, os estudos utilizando esse tipo de material são ainda incipientes e os resultados podem variar principalmente em razão do regime hídrico, das características edáficas e da espécie invasora que se deseja controlar.

Uma alternativa ao uso de papelão é a utilização de lona dupla face para silagem, que tem duração superior à do papelão, porém com custo superior e necessidade de retirada após o controle de matocompetição (Figura 7). Embora a barreira física proporcionada pela lona controle a competição entre espécies de interesse e espécies indesejáveis, ela, por outro lado, impede a chegada de novos propágulos ao solo e o crescimento da regeneração natural nas áreas cobertas com o material.



Figura 7

Lona dupla face utilizada em silagem, aplicada como ferramenta para o controle de matocompetição em área minerada de bauxita, em Poços de Caldas, MG.

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

A adubação verde ganha destaque entre as técnicas de controle cultural por exercer grande importância no controle de plantas com características invasoras, funcionando principalmente como barreira física (FONTANÉTTI et al., 2004). Além disso, acrescenta-se sua influência benéfica quanto aos componentes químico, físico

e biológico ao solo, atribuída, em grande parte, ao fato de as espécies introduzidas para esse fim estabelecerem interações com bactérias fixadoras de nitrogênio.

4.3. Fatores limitantes à regeneração natural

4.3.1 Histórico da área

O sucesso da restauração ecológica depende, entre outros fatores, do tipo de perturbação na área de interesse, da intensidade, da extensão, da gravidade e da duração do evento (AIDE et al., 2000; CHAZDON 2003, 2012). Algumas atividades, como a mineração, eliminam o banco de sementes e as plântulas do solo e originam ambientes com condições muito restritivas ao estabelecimento da vegetação, logo se tem a RN praticamente nula. Já áreas agrícolas e pastagens, embora ofereçam condições menos restritivas, apresentam limitações quanto ao estabelecimento da RN em virtude do uso recente de herbicidas com alto efeito residual, da alta biomassa produzida pelas gramíneas exóticas e demais espécies invasoras (barreira física) e da ação do fogo.

Florestas sucessionais em cinco regiões da Bacia Amazônica apresentaram taxas de crescimento em altura mais rápidas em pousios de cultivo itinerante do que em pastagens abandonadas ou em campos utilizados para agricultura mecanizada (MORAN et al., 2000), o que demonstra que a trajetória da restauração se diverge em relação ao uso anterior do solo. Assim, quanto maior a intensidade da degradação do solo, as possibilidades de presença da RN tendem à nulidade.

4.3.2 Presença de espécies indesejáveis

A intensa fragmentação da Mata Atlântica colaborou para a elevada invasão biológica nesse bioma, onde espécies como braquiárias, capim-colonião, capim-gordura e samambaias impedem o crescimento e o desenvolvimento de outras espécies, tornando-se monodominantes e limitantes à regeneração natural. Diante disso, áreas a serem restauradas nesse bioma sempre estarão sujeitas à presença de espécies indesejáveis, em maior ou menor quantidade, que precisam ser controladas para expressão satisfatória da RN (CHEUNG et al., 2009).

A competição traçada por espécies invasoras, como gramíneas, tem sido considerada uma das principais barreiras à RN em áreas degradadas (HOLL et al., 2000; MARUSHIA; ALLEN, 2011). Essas espécies podem causar efeitos negativos no estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das espécies nativas (PIRES

et al., 2012), resumidamente, relacionados à intensa competição acima e abaixo do solo. No entanto, a intensidade da competição e seus efeitos dependerão do tipo de espécie daninha e das espécies nativas envolvidas (CELIS; JOSE, 2011).

4.3.3 Distância das fontes de propágulos

A proximidade da fonte de propágulos pode influenciar diretamente o estabelecimento da RN em áreas manejadas para restauração florestal (COSTALONGA, 2006), pois há uma tendência de diminuição do número de indivíduos e espécies arbóreas com o aumento da distância em relação aos remanescentes do ecossistema de referência (PUERTA, 2002). A relação entre a distância dos fragmentos e a intensidade da chuva de sementes é inversa, ou seja, quanto maior a distância menor a intensidade de propágulos, principalmente zoocóricos (PEREIRA et al., 2013), o que significa que distâncias grandes entre fragmentos prejudicam o enriquecimento das áreas em regeneração (RODRIGUES et al., 2004). Assim, o isolamento na paisagem faz com que a sucessão natural seja lenta e o sucesso da restauração florestal seja praticamente inviável por meio de processos sucessionais (MAGNAGO et al., 2015), sendo necessária a adoção de intervenções artificiais.

Em estudo realizado por Rodrigues et al. (2004), em área degradada pela mineração de ouro em Matupá, MT, verificou-se que a regeneração de espécies arbustivo-arbóreas foi mais abundante nas parcelas mais próximo do remanescente florestal, evidenciando a importância de fragmentos como fonte de sementes. Cubiña e Aide (2001) relataram que a taxa de dispersão de novas sementes diminui com o aumento da área desmatada e a distância da borda da floresta. Grandes clareiras expõem os frugívoros a maiores ameaças de predação e menor oferta de frutos carnosos, fundamentando a diminuição da chuva de sementes (DUNCAN; CHAPMAN, 2002).

Em estudo sobre o processo de restauração florestal em áreas mineradas de bauxita na Amazônia, Parrotta et al. (1997) comprovaram que a chuva de sementes é satisfatória em distâncias inferiores a 640 m em relação ao ecossistema de referência.

4.3.4 Banco de sementes

A presença da RN e o grau de sua expressão estão diretamente relacionados a fatores locais, como o nível de degradação do solo e do banco de sementes. O grande problema é que o banco de sementes geralmente fica exaurido de espécies

arbóreo-arbustivas após vários anos de uso da terra para pastagens ou lavouras (CHAZDON, 2012). Wijdeven e Kuzee (2000) relataram que a densidade do banco de sementes, e a consequente disponibilidade de sementes, é um fator limitante na restauração florestal nas pastagens da Costa Rica, dominadas por gramíneas e ervas.

Nos casos em que o banco de sementes foi eliminado ou é limitado para se expressar, por causa do filtro ecológico que a elevada invasão biológica representa, a RN vai depender exclusivamente da existência do fluxo de propágulos entre os remanescentes florestais e a área a ser restaurada (NAVE et al., 2016). Diante desta realidade, há a possibilidade da RN ocorrer, porém são necessárias medidas de condução e enriquecimento, assim como o cenário em que a RN inexista ou seja praticamente nula, exigindo medidas de intervenção de maior intensidade para alcançar a restauração.

4.3.5 Tipo de matriz

Quando as áreas a serem restauradas constituem manchas inseridas em uma matriz composta por ecossistemas de referência (Figura 8a,b), a restauração é mais acessível pela facilidade do trânsito de animais e pela dispersão de propágulos de espécies autóctones. Por outro lado, quando a matriz é composta por pastagens ou culturas de ciclo curto, a área em restauração tende a receber propágulos de espécies invasoras constantemente, pois elas se dispersam pelo vento, inviabilizando a RN nesses locais.

Quando o objetivo é restaurar uma área inserida dentro de extensa matriz de pastagem, a presença da fauna silvestre na área em restauração pode ser praticamente ausente, o que impede que os animais exerçam papel-chave na etapa inicial da restauração, dificultando que a RN ocorra, seja conduzida ou até mesmo induzida com sucesso.

4.3.6 Posição da área a ser restaurada em relação aos fragmentos remanescentes

Fatores abióticos, como a posição topográfica da área a ser restaurada, podem ser relacionados à disponibilidade de condições e recursos nos ambientes e, inclusive, à facilidade de chegada de propágulos nesses locais. A ocorrência de barreiras geográficas pode limitar a chegada de propágulos mesmo que a área de referência não esteja distante da área a ser restaurada (Figura 9).



Figura 8

Restauração ecológica em áreas mineradas de bauxita, em Poços de Caldas, MG, localizadas em matriz de Floresta Estacional Semidecidual, nos anos de 2008 (A) e 2018 (B).

Fonte: João Carlos Costa Guimarães.

Sabe-se que o tipo de solo e a exposição, inclinação e posição relativa no terreno influenciam a ocorrência e a diversidade da vegetação (ROSSI; QUEIROZ NETO, 2001). Portanto, esses fatores tornam-se imprescindíveis no prognóstico do potencial e da velocidade da RN. Áreas com declividade acentuada são mais propícias a processos erosivos, o que retarda ou inviabiliza a RN e, conseqüentemente, a sucessão ecológica natural (CHADA et al., 2004; VALLADARES et al., 2012). Em contrapartida, áreas de baixada tendem a acumular sedimentos, o que pode acarretar o soterramento da RN.

Juntamente com a declividade, a exposição do relevo a condições intensas de luminosidade tende a favorecer a colonização por espécies invasoras, uma vez que essas, em sua maioria, possuem metabolismo C4 e são eficientes no uso da luz, sem que ocorra a saturação da fotossíntese (KLUGE et al., 2015). Essa característica faz parte de uma gama de vantagens competitivas que conferem a esse grupo de plantas uma excelente adaptação a ambientes que passaram por distúrbios (MATOS; PIVELLO, 2009).

As características químicas, físicas e biológicas do solo tendem a variar de acordo com o relevo, conseqüentemente a posição da área a ser restaurada pode reunir características que desencadeiem a RN ou que atuem restringindo o processo (Figura 9).

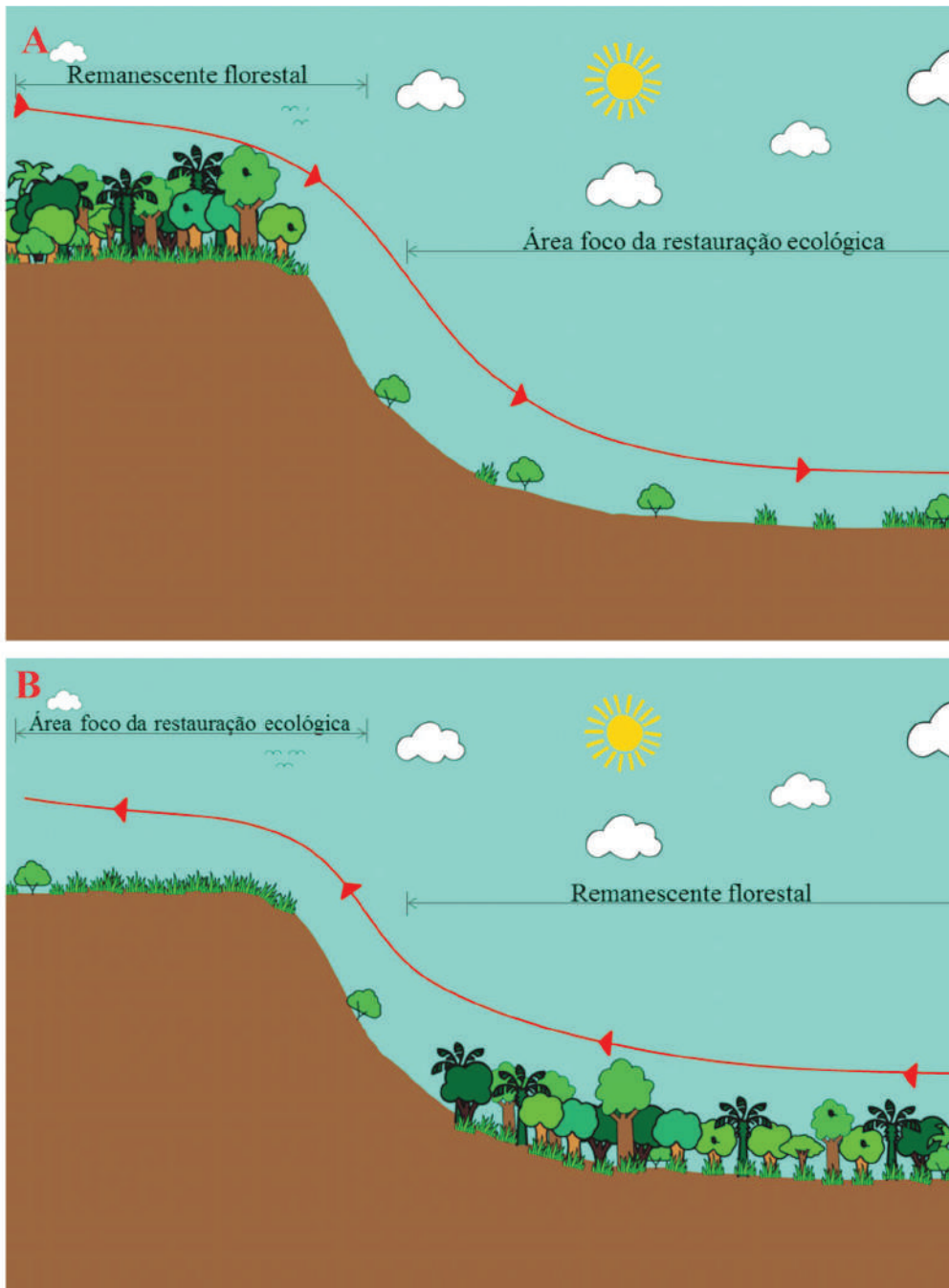


Figura 9

Situações em que a chegada de propágulos é facilitada (A) e dificultada (B).

Fonte: Lillian de Almeida Brito.

Em vista disso, áreas que apresentem uma ou mais limitações à RN exigirão intervenções de manejo que contornem os prejuízos causados, fazendo-se necessário o uso de regeneração artificial como ferramenta catalisadora da sucessão.

5. PLANTIO DE MUDAS E SEMEADURA NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA

A regeneração artificial consiste na introdução de propágulos em áreas de interesse. Embora a regeneração natural (RN) seja uma técnica que alia bons resultados a menores custos, a maioria das situações exige uma intervenção mais direta, como o plantio de mudas, para obtenção de resultados desejados em menor período de tempo. Na restauração florestal, essa é uma técnica muito utilizada, pois contribui tanto para promover a recuperação da estrutura e da função do ecossistema em ambientes desprovidos de RN, quanto para incrementar e acelerar esses processos, mesmo onde exista bom potencial para RN.

Embora seja uma técnica promissora, a aplicação da regeneração artificial somente levará a restauração ao sucesso se os fatores de perturbação da área forem identificados na fase de planejamento e removidos adequadamente. O compromisso com o restabelecimento dos processos ecológicos, focados na funcionalidade do ecossistema, é fundamental para que o processo de dinâmica se estabeleça de maneira semelhante aos ambientes de referência e a autossustentabilidade se instale no ambiente restaurado (MAGNAGO et al., 2015).

Neste sentido, o uso de elevada diversidade inicial nas ações de restauração expande a expectativa de sucesso da restauração ecológica (RODRIGUES et al., 2009), até porque pouco se sabe a respeito do desempenho de espécies nativas perante a gama de filtros ecológicos presentes nas áreas com incidência de espécies invasoras.

No entanto, a escolha das técnicas apropriadas dependerá das condições específicas de cada sítio, conforme estratificação obtida no detalhamento da área e do zoneamento ambiental. Locais de pasto abandonado, por exemplo, ainda que com a presença esparsa de indivíduos arbustivo-arbóreos regenerantes, apresentam condições restritas à autorrestauração. Quando esses locais compreendem uma elevada densidade de indivíduos arbóreos (capoeiras), as intervenções para a restauração tendem a assumir caráter mais brando (CALEGARI et al., 2013), muitas vezes tornando desnecessário o plantio em área total.

5.1. Plantio em área total

O plantio em área total implica um grau de intervenção superior ao das demais técnicas e deve ser recomendado em áreas com ausência ou presença quase nula de regeneração natural (RN). Os plantios têm por objetivo acelerar o processo de sucessão secundária (MORAES et al., 2006; MORAES et al., 2013), porém requerem planejamento da composição, da proporção, do arranjo espacial, da taxa de crescimento e da distribuição das espécies de acordo com as características e a destinação das áreas.

O plantio adensado de espécies de rápido crescimento, por exemplo utilizando o espaçamento de 1 x 1 m, embora apresente maior custo de implantação, tende a acelerar o controle das gramíneas invasoras, promovido pelo sombreamento das espécies arbustivo-arbóreas, o que reduz as atividades de manejo e, conseqüentemente, os custos com manutenção (MARTINS, 2009). Bento (2010), ao estudar o custo da restauração de clareiras decorrentes da mineração na Amazônia Central, verificou que, independentemente da técnica de restauração utilizada, a atividade de limpeza da área, principalmente para a remoção de gramíneas invasoras, é a principal consumidora de recursos.

5.2. Plantio de adensamento (ou recobrimento)

Consiste no plantio de espécies iniciais da sucessão com função de recobrimento dos espaços não ocupados pela RN. É recomendado para preencher eventuais falhas da regeneração natural (ATTANASIO et al., 2006). As espécies utilizadas no plantio de recobrimento devem ter como característica, além do rápido crescimento, a capacidade de formar copas densas e amplas, sendo assim eficientes sombreadoras do solo. A rápida formação de um dossel reduz a invasão por espécies competidoras, como gramíneas exóticas, samambaias e lianas agressivas (NAVE, 2005; RODRIGUES et al., 2009; ALMEIDA, 2016). Outra característica desejável para as espécies desse grupo é que tenham florescimento e produção precoce de sementes (NAVE et al., 2016), além de boa interação com a fauna.

Vale ressaltar que a distribuição espacial da RN é normalmente muito heterogênea, concentrando-se em pontos específicos, formando agrupamentos. Neste sentido, por mais que a quantidade de indivíduos regenerantes seja adequada, a irregularidade de distribuição pode resultar em áreas não ocupadas pelas espécies nativas (ISERNHAGEN et al., 2009). Assim, o plantio de adensamento pode ser utilizado como ferramenta para contornar a irregularidade de ocorrência da RN e

promover a ocupação do solo de maneira mais uniforme, evitando a permanência de locais de maior exposição aos raios solares, ao vento e às gotas de chuva, prevenindo o processo erosivo e/ou a chegada e o estabelecimento de espécies invasoras.

5.3. Plantio de enriquecimento (ou diversidade)

Visa ampliar a riqueza e a diversidade de espécies em ambientes que apresentem estágio/grau de perturbação intermediário (RODRIGUES; GANDOLFI, 1996). Além das espécies arbóreas, o enriquecimento deve contemplar as diversas formas vegetais originais da formação florestal em questão, como lianas, herbáceas e arbustos (ISERNHAGEN et al., 2009).

A situação mais comum é o enriquecimento de ambientes que já possuem determinado grau de expressão da regeneração natural (RN), como as capoeiras, porém onde a sucessão permanece estagnada por décadas (OLIVEIRA NETO et al., 2015). Um exemplo dessa situação é abordado por Pereira et al. (2014), em trabalho realizado em um lixão desativado no município de Diamantina, MG. O objetivo dos autores foi o enriquecimento da área que já estava em processo de recuperação, e para isso utilizaram as espécies já estabelecidas na área (pioneiras) como sombreadoras das espécies implantadas para enriquecimento (clímax). Os autores constataram que espécies clímax podem ser favorecidas pelo sombreamento proporcionado pelas espécies pioneiras, principalmente quando estas apresentam copa mais ampla, uma vez que há maior controle de plantas daninhas (como gramíneas agressivas), diminuindo a competição.

Outra situação recorrente em grandes áreas de agricultura e pastagens é a necessidade de enriquecimento de florestas maduras, que em virtude do isolamento reprodutivo apresentam problemas na conservação de espécies arbóreas tardias (OLIVEIRA NETO et al., 2015).

O processo resume-se à introdução, via sementeira ou plantio, de espécies de interesse ecológico ou que apresentem potencial econômico, quando for o caso. É primordial priorizar a seleção de espécies autóctones que, preferencialmente, atraiam animais e reconstituam funções e serviços ecossistêmicos. As espécies tolerantes à sombra, que estão localmente extintas ou cuja densidade seja muito baixa, são indicadas para promover a diversidade e acelerar a sucessão ecológica (OLIVEIRA NETO et al., 2015). Caso a proposta da restauração apresente, além do aspecto ecológico, cunho econômico, deve-se optar por espécies que também forneçam produtos madeireiros e/ou não madeireiros de interesse. O enriquecimento de

capoeiras com espécies de múltiplo uso pode contribuir para uma fonte permanente de recursos para o pequeno produtor rural (MENDONÇA, 1997) e impedir que outras ações de degradação venham a ocorrer.

A escolha das espécies para plantios de enriquecimento deve ser feita com cautela (OLIVEIRANETO et al., 2015), pois as plantas respondem de maneira distinta a variações ambientais no campo, como diferentes condições de disponibilidade de luz e fertilidade do solo, o que pode limitar o pleno desenvolvimento dos indivíduos (ENGEL; POGGIANI, 1990).

Quando o plantio de enriquecimento se der pelo uso de sementes, é preciso obter informações quanto à germinação e à necessidade de tratamentos especiais para superação de dormência das espécies selecionadas. A irregularidade de germinação, comum em sementes de espécies nativas, pode exigir o replantio em locais com ocorrência de falhas (KAGEYAMA; GANDARA, 2004). A coleta de sementes em outros fragmentos (de mesmo tipo de ecossistema de referência) promove o resgate da diversidade genética (ISERNHAGEN et al., 2009) e o aumento do sucesso em longo prazo.

O enriquecimento por meio do plantio de mudas de rápido crescimento é mais efetivo quando considerado o breve fechamento de dossel, porém trata-se de uma atividade de custo maior, principalmente na restauração de grandes áreas. Já a semeadura direta de espécies não pioneiras é uma forma mais eficiente de enriquecer um sistema existente, inclusive de pastagem, ainda mais quando este faz uso de árvores fixadoras de nitrogênio, sendo menos dispendiosa. Desta forma, sugere-se o uso da semeadura direta como medida complementar para esforços de restauração mais intensivos (COLE et al., 2011).

5.4. Semeadura direta

Técnica fundamentada na introdução das sementes diretamente no solo, sem passar pela fase de produção de mudas. As vantagens da semeadura direta são a redução dos custos de transporte e de mão de obra (DOUST et al., 2006); o envolvimento de menos equipamentos e estruturas físicas necessárias em um viveiro; a possibilidade de ser aplicada em áreas de difícil acesso, onde o plantio de mudas seria uma técnica muito onerosa ou inviável (CLOSE; DAVIDSON, 2003), além de contornar a limitação referente à baixa quantidade de informações sobre propagação de espécies, principalmente nativas.

Contudo, é indispensável a obtenção de informações a respeito da germinação e do desenvolvimento das espécies. Como as plantas crescem e se estabelecem nas condições do próprio local de plantio, a mortalidade inicial é alta quando comparada com a do plantio de mudas, o que exige o uso de grande quantidade de sementes ou ressemeadura. No entanto, nem sempre se dispõe de sementes de alta qualidade e alto teor germinativo nas quantidades necessárias, de modo a permitir sua utilização, dificuldade esta também expressa por Suñe e Franke (2006). Adicionalmente, conta-se com imprevisibilidades das taxas de germinação em campo (ARAKI, 2005).

Aguirre et al. (2015) estudaram algumas espécies arbóreas na restauração de área de pastagem abandonada pertencente a um trecho de mata ciliar no município de Piracaia, SP. O sucesso no estabelecimento das espécies estudadas (*Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae), *Croton floribundus* Spreng., *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil., *Erythrina falcata* Benth., *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna, *Sequoiaria langsdorffii* Moq., *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. e *Cedrela fissilis* Vell.) foi relacionado ao tamanho das sementes utilizadas, ao tratamento de pré-hidratação (sem tratamento de quebra de dormência) e à cobertura das sementes após a sementeira. Das 4.224 sementes semeadas, apenas 631 indivíduos germinaram (14,93%) e 558 indivíduos conseguiram sobreviver e se estabelecer após o primeiro ano. Constatou-se que a pré-hidratação, no geral, não melhorou o desempenho da germinação das espécies, no entanto o recobrimento das sementes foi crucial para esse processo (terra e palha). Verificou-se ainda que sementes pequenas podem ter desempenho aceitável na técnica e utilidade para a colonização das áreas restauradas.

A sementeira direta pode ser uma técnica que viabiliza economicamente a restauração em pequenas propriedades rurais, onde o produtor pode coletar as sementes e fazer a sementeira em áreas perturbadas ou degradadas. No entanto, vale destacar que, em virtude da agressividade das espécies exóticas invasoras, especialmente as gramíneas, provavelmente o manejo de controle da competição nas entrelinhas da sementeira deverá ser feito por um período longo, quando essa técnica é utilizada (pelo menos três anos iniciais ou até o fechamento do dossel).

É evidente que o desempenho das espécies semeadas depende do sítio específico em que se dará a restauração. Espécies que apresentaram resultados satisfatórios quando introduzidas em ecossistema de mata ciliar, possivelmente, não apresentarão bom desempenho em áreas declivosas, com restrição de água e nutrientes. Assim, a sementeira direta para espécies florestais nativas é um processo que está em constante aprimoramento, e exige estudos para detalhamento de sua aplicabilidade (ARAKI, 2005). Maiores detalhes sobre essa técnica encontram-se no capítulo 8.

6. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA

O ponto de partida para essa seleção é observar a ocorrência das espécies nos ecossistemas de referência presentes na paisagem regional (MCDONALD et al., 2016). A escolha pode ser embasada em inventários florísticos ou no conhecimento popular sobre espécies nativas da região. As espécies selecionadas devem ter suas peculiaridades (exigência quanto à luz e à fertilidade do solo, ritmo de crescimento, germinação e fornecimento de produtos madeireiros e/ou não madeireiros) positivamente associadas ao objetivo pretendido e à estratégia utilizada (plantio em área total, adensamento, enriquecimento, semeadura direta, etc.). O desempenho das espécies conforme o planejado aumenta as chances de inserção do ecossistema prejudicado em uma trajetória na qual ele pode evoluir e se adaptar, novamente, sem ajuda (CLEWELL; ARONSON, 2013).

Sempre que possível, deve-se selecionar o maior número de espécies, contemplando variados ritmos de crescimento. Espécies nativas que ocorrem naturalmente em áreas degradadas são excelentes opções quando a restauração envolve ambientes com solo exposto, espécies invasoras e baixa fertilidade. Deve-se ter em mente que a riqueza e a densidade de espécies plantadas refletem-se também na riqueza da RN, assim uma maior diversidade de espécies nativas eleva as perspectivas de retomada do processo sucessional (FONSECA et al., 2017).

Espécies com bom ritmo de crescimento vertical (em altura) e horizontal (em copa) são essenciais para promover rapidamente o tocar de copas e o consequente sombreamento do solo, controlando espécies invasoras e dificultando seu retorno. A seleção deve, contudo, considerar plantas nativas de maior interação planta-animal, por exemplo, que sirvam de abrigo e repouso para animais, produzam frutos atrativos para dispersores e realizem associações com microrganismos de interesse, como bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico e fungos micorrízicos.

Avaliar o nível de degradação do solo é fundamental para definir espécies adequadas, adubos e adubação. A escolha equivocada das espécies provavelmente resultará em elevada mortalidade dos indivíduos; a escolha do adubo incorreto pode promover a contaminação do lençol freático, e a adubação, por sua vez, dependerá da presença de nutrientes no solo e de sua disponibilidade para as plantas.

Na Mata Atlântica, algumas famílias botânicas como Araceae, Arecaceae, Cecropiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Piperaceae e Rubiaceae são muito importantes na

dieta de animais, principalmente de pássaros e morcegos frugívoros (CAZETTA et al., 2002; MARIOT et al., 2003; PASSOS; PASSAMANI, 2003, FADINI; JUNIOR, 2004; GRESSLER et al., 2006; IZAR, 2008); portanto, devem ser priorizadas. Todavia, as espécies devem ser selecionadas com base em diferentes síndromes de polinização (abelhas, borboletas, aves, etc.) ou de dispersão (morcegos, aves, roedores, etc.). A atenuação da redundância funcional das plantas introduzidas pode determinar a presença de um maior ou menor número de espécies animais associadas ao plantio.

Atentando sempre ao grande propósito de controlar a vegetação invasora, as espécies arbóreas nativas devem ser rústicas, com taxas de crescimento que as tornem competitivas (MORAES, 2013). O potencial econômico das espécies nativas para a restauração (frutífera, melífera, madeireira, medicinal, etc.) também deve ser considerado, principalmente para pequenos produtores rurais, como forma de promover retorno econômico ao longo do tempo e valorização social. Neste sentido, as condições e as dinâmicas ecológicas, climáticas e socioeconômicas podem ser alicerces para a tomada de decisões quanto à seleção dos atributos e conjuntos de espécies que possam gerar os serviços desejados do ecossistema (ALEXANDER et al., 2016).

A seleção das espécies e as estratégias de restauração apropriadas evidenciam que a manutenção dos meios de subsistência seja devolvida ao sistema, ao mesmo tempo em que se obtém um aumento significativo em outros serviços do sistema (ALEXANDER et al., 2016). Uma das premissas da restauração ecológica é exatamente a retomada das funções e dos serviços conjuntamente com as espécies típicas do ecossistema de referência, diferentemente da reabilitação, em que a biodiversidade não é o fundamento elementar das ações. Portanto, a conveniência e a relevância de diferentes serviços ecossistêmicos ditarão a forma de restauração ou reabilitação a ser realizada (ALEXANDER et al., 2016).

7. ARRANJO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL NO PLANTIO DE MUDAS

7.1. Modelos e arranjos de plantio

A escolha da estratégia de restauração está condicionada à avaliação de numerosas características locais, que envolvem aspectos ecológicos, econômicos, sociais e políticos (CHAZDON, 2012). Dentre estes podem ser citados: possibilidade de geração de renda para a comunidade local, custos envolvidos no processo de

restauração, resiliência da área, presença de remanescentes, banco de sementes, fertilidade do solo, histórico de uso da área, relevo, serviços ambientais prestados pela floresta, presença de processos erosivos e invasão biológica e sua intensidade (HOLL; AIDE, 2011; SHIMAMOTO, 2016). Diante disso, fica claro que a tomada de decisões exige um alinhamento entre esses fatores (URIARTE et al., 2010), que indicarão o nível de intervenção e o melhor modelo de restauração a ser adotado.

Áreas mais próximas a fragmentos conservados tendem a apresentar maior resiliência, logo a restauração florestal pode ser estabelecida por meio de ações mais simples, como o cercamento da área. Já áreas em intenso processo de degradação, bem como distantes das fontes de propágulos, geralmente necessitam de ações de intervenção em maior número e intensidade para alcançar os objetivos da restauração (Figura 10).

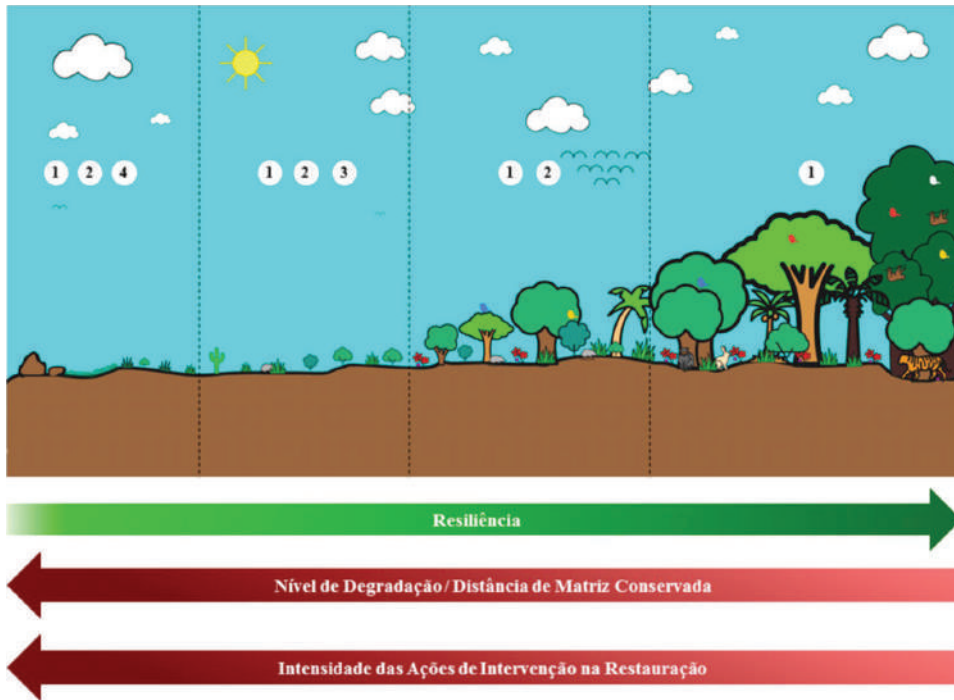


Figura 10

Esquema representativo dos diferentes níveis de intervenção x níveis de degradação x resiliência. Quanto mais conservado o ambiente, maior sua resiliência e menor a necessidade/grau de intervenções diretas para a restauração. Ações de interferência:

- 1) isolamento da área, 2) eliminação das espécies invasoras competidoras,
- 3) plantio de enriquecimento e 4) plantio em área total.

Fonte: Lillian de Almeida Brito.

Diversas técnicas de restauração são conhecidas e utilizadas em todo o mundo, porém a restauração ecológica valoriza a combinação de diversas metodologias, de acordo com as peculiaridades da área a ser restaurada e a intensidade da degradação, a fim de catalisar a gradual retomada funcional nesse sítio.

Os modelos de restauração consistem, principalmente, na seleção das técnicas e espécies a serem utilizadas, assim como na sua disposição em campo. Compreender os processos envolvidos na restauração auxilia na seleção de modelos mais precisos e acessíveis economicamente (FERRETTI, 2002), uma vez que cada situação exigirá um julgamento específico em relação às técnicas a serem empregadas.

A seleção de técnicas e modelos de restauração deve ser embasada em estudos preliminares de solo, fitossociologia e florística da área, para que, uma vez conhecido o hábito das espécies e as características sucessionais, sejam tomadas decisões adequadas no projeto de restauração, dentre os vários modelos conhecidos para chegar ao equilíbrio climático (BARBOSA, 1999).

Cabe salientar que o clímax de uma comunidade é dinâmico. Nesse sentido, Bellotto et al. (2009) apontam que uma mesma área pode assumir inúmeros climaxes distintos, a depender de variações ambientais não previsíveis, como queimadas, veranicos e alagamentos, e de variações inerentes ao processo de distúrbio, como processos erosivos, alterações no ciclo da água e invasão biológica.

Além da escolha do modelo, também é necessário definir a combinação entre espécies na área e o arranjo em campo. As opções variam desde a adoção do plantio exclusivo de espécies arbóreas, até a combinação entre arbóreas, arbustivas e herbáceas (BOTELHO, 2001).

As técnicas que utilizam o plantio de mudas ou semeadura se baseiam em diferentes disposições no campo (arranjos), que estão vinculadas às características locais e ao capital disponível (BOTELHO, 2001).

A alocação de plantas na área a ser recuperada está diretamente relacionada às prioridades do projeto de restauração, e essa escolha acarretará maior ou menor operacionalidade em campo, a depender do arranjo e da distribuição, que pode ser aleatória ou sistemática. Uma avaliação prévia em campo define o nível de intervenção humana necessária, levando em consideração, entre outros fatores, a proximidade de remanescentes florestais que podem atuar como fontes propágulos para a área a ser restaurada (MAGNAGO et al., 2015).

A distribuição aleatória, como o próprio nome indica, não segue nenhum padrão simétrico de plantio. No entanto, o termo aleatório pode se referir tanto ao espaçamento de plantio quanto à distribuição das espécies, pertencentes a diferentes grupos ecológicos, na área. No primeiro caso, o plantio é totalmente aleatório e deve-se atentar em promover um ambiente harmônico, com a menor quantidade de exposição de solo possível. Já no segundo caso, o plantio é realizado em linhas e aleatorizam-se os grupos ecológicos na área. Esse tipo de plantio é comumente empregado em plantios de adensamento e enriquecimento.

As distribuições sistemáticas podem ser lineares (aleatória quanto ao grupo ecológico, regular com linhas de espécies pioneiras e não pioneiras ou quincôncio) ou em módulos (ilhas de diversidade, grupos de Anderson e plantio em leque). Os arranjos lineares são indicados em grandes áreas, para facilitar a operacionalização dos processos e, conseqüentemente, o maior rendimento e redução dos custos (BOTELHO et al., 2015). Kageyama e Gandara (2004) evidenciam que os plantios em módulos são mais indicados para áreas menores e parcelas experimentais, embora sejam mais exatos, uma vez que a operacionalização dos processos é dificultada. Entretanto, os autores enfatizam que, independentemente do modelo escolhido, o mais importante é adequar a quantidade de plantas aos grupos ecológicos e ao espaçamento, no menor período e de forma sustentável no tempo.

7.2 Plantio em módulos

Os modelos de plantio nos quais as espécies são combinadas de acordo com os aspectos sucessionais e/ou adaptativos são definidos por Martins (2007) como plantios em módulos. Botelho et al. (2015) complementam a definição afirmando que se tratam de plantios de mudas em diferentes agrupamentos de espécies, composições, densidades e tamanhos, que podem ser realizados em pontos definidos ou replicados em área total. Embora permitam uma série de ajustes, visando implantar as espécies mais adaptadas para cada ambiente a ser restaurado, esses modelos apresentam uso mais restrito por causa de certa dificuldade operacional de implantação, adequando-se a pequenas áreas ou a plantios de enriquecimento (BOTELHO et al., 2015).

Nesses modelos a área a ser restaurada é dividida em módulos, a depender de suas características, como: situação de degradação, proximidade de fragmentos conservados, presença de áreas alagáveis e/ou zona ripária, mudanças topográficas, edáficas e microclimáticas. A partir da análise do ambiente, diferentes técnicas são

adotadas para cada módulo, de maneira a utilizar espécies típicas de cada ambiente e definir as técnicas de restauração que serão mais efetivas (MAGNAGO et al., 2015).

7.2.1. *Plantio de mudas em ilhas de alta diversidade*

Consiste no plantio de árvores e outras formas de vida sem padrão uniforme de distribuição, mas sim de maneira aglomerada (*clusters*). Neste sentido, tem-se pequenos ambientes mais heterogêneos do que em plantios uniformes, o que pode favorecer uma alta diversidade de espécies regenerantes (REY BENAYAS et al., 2008). Além disso, normalmente, opta-se por espécies com florescimento e frutificação precoces, que são atrativas a dispersores e um incentivo para os produtores locais (LACERDA; PEREIRA, 2012).

Quando a área a ser restaurada é muito extensa e dispõe-se de pouco recurso financeiro para execução do projeto, pode-se optar pela utilização da nucleação por meio da implantação de ilhas de diversidade, como maneira de contornar a limitação do orçamento. Esse modelo baseia-se em estudos que mostram que a vegetação remanescente em uma área degradada, representada por pequenos fragmentos ou até mesmo por árvores isoladas, atua como núcleo de expansão da vegetação, por atrair animais que participam da dispersão de sementes, auxiliando na recuperação das funções biológicas na área (DAMASCENO, 2011). Ainda segundo o autor, há duas circunstâncias em que esse modelo é indicado: quando a área a ser recuperada é relativamente pequena e há remanescentes florestais próximo, para fornecer propágulos, ou quando a área a ser restaurada é grande, porém a implantação de ilhas por si só é suficiente para restauração. Na Figura 11 é possível observar um esquema de plantio em ilhas de alta diversidade. O plantio para a restauração florestal deve preconizar, sempre que possível, a conexão entre fragmentos, proporcionando a projeção de corredores ecológicos.

Todos os tipos de plantio em ilha priorizam o rápido recobrimento do solo para evitar a propagação de espécies invasoras e incrementar a biodiversidade local, atingindo o equilíbrio dinâmico. Recomenda-se que as ilhas ocupem de 15 a 30% da área e que o plantio combine pioneiras e não pioneiras na mesma ilha, ou o plantio de não pioneiras em ilhas e pioneiras em área total, ou, ainda, pioneiras em ilhas, para atrair dispersores, funcionando como espécies facilitadoras (DAMASCENO, 2011).

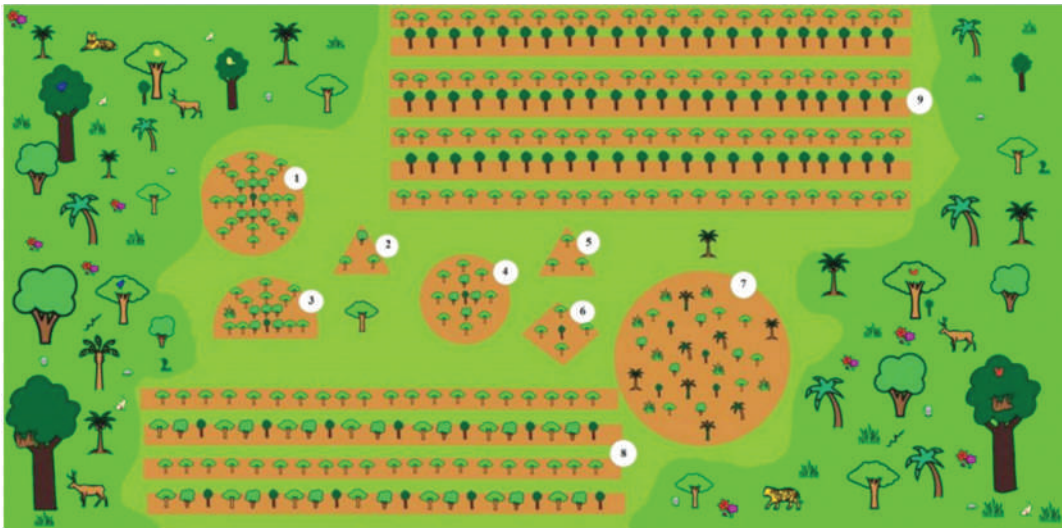


Figura 11

Ilustração de uma área sob processo de restauração florestal utilizando mix de técnicas, em que: 1) guarda-chuva; 2, 4, 5 e 6) Anderson; 3) leque; 7) ilha de alta diversidade; 8) linha de pioneira/linha de não pioneira; e 9) quincôncio.

Fonte: Lílian de Almeida Brito.

Ao realizar a restauração em área de Mata Atlântica degradada pela extração de cascalho no município de Catanduvas, SC, Camuzzato (2016) utilizou, dentre outras técnicas de nucleação, ilhas de alta diversidade, combinando 15 espécies. A autora justificou a escolha dessa técnica dizendo que a área está circundada por remanescentes florestais de considerável diversidade e que essa condição facilitará o restabelecimento do equilíbrio no ecossistema local.

Para a recuperação de uma área ripária com invasão biológica de braquiária no município de Bonito, MS, Lacerda e Pereira (2012) utilizaram diferentes formas de vida, incluindo até mesmo hortaliças, plantadas em ilhas de alta diversidade. Apesar de enfatizarem a necessidade de maior período de análise quanto à competição com a braquiária, as autoras concluíram que essa é uma técnica atrativa e que exige pouco investimento financeiro, uma vez que, além de alimentos, pode gerar renda para pequenos produtores e incentivar a adesão a projetos de restauração de forma voluntária.

7.2.2. Plantio em grupos de Anderson

Esse tipo de plantio, proposto por Anderson (1953), corresponde ao adensamento de pequenos grupos de árvores, espaçados entre si. Geralmente o espaçamento adotado nos grupos de 3, 5 ou 13 mudas (homogêneas ou heterogêneas) é de 50 cm (BECHARA, 2006; BECHARA et al., 2007; SOARES, 2009). Espécies pioneiras, intermediárias e clímax são utilizadas nesse modelo de plantio. Preconiza-se que seja plantada uma muda de espécie clímax (tolerante à sombra) no interior do núcleo, de forma que ela venha a ser sombreada pelas mudas de espécies pioneiras adjacentes (Figura 11). Para Reis et al. (2006), as espécies do interior têm o crescimento favorecido em detrimento das espécies laterais, que funcionam como bordas.

Segundo Bechara (2006), essa técnica de nucleação pode ser aplicada no abafamento de espécies invasoras como as gramíneas, de difícil controle em áreas infestadas. Reis et al. (2006) atribuem à técnica em questão o aumento da diversidade, assemelhando-se a áreas preservadas.

No trabalho desenvolvido em um remanescente de Mata Atlântica no Sul do País, Minella e Bündchen (2013) implantaram várias técnicas de nucleação (poleiros, núcleos de galharias, transposição de solo e plantio em grupos de Anderson) e verificaram, após um ano, que os grupos de Anderson constituíram o método de restauração mais efetivo dentre os adotados. As autoras ressaltaram a necessidade do plantio de mudas em áreas fragmentadas onde haja poucos provedores de propágulos em áreas adjacentes.

7.2.3. Plantio em leque

O plantio em leque, proposto por Nelder em 1962, é considerado um modelo sistemático. Esse tipo de plantio é formado por círculos concêntricos de raios congruentes, ou seja, o espaçamento inter e intralinhas é constante, assim como o ângulo que separa os raios. A área por planta cresce à medida que a distância aumenta em relação ao ponto de origem (Figura 11).

Ainda segundo Nelder (1962), há vantagens na adoção do plantio em leque quando se deseja estudar a influência do espaçamento no plantio, ou a competição entre espécies, sem necessidade de implantação de grandes parcelas experimentais ou preocupação com efeito de borda (como acontece em experimentos com parcelas tradicionais). Neste aspecto, o plantio em leque, além de permitir economia em espaço, possibilita também redução do número de mudas utilizadas. Segundo

Araújo (2015), o uso desse arranjo de plantio representou economia superior a 280% no número de mudas.

Adotar o plantio de espécies clímax no centro e de pioneiras à medida que o espaçamento entre linhas aumenta pode favorecer o desenvolvimento das espécies clímax, devido à melhoria das condições do sítio ou até mesmo pela promoção do sombreamento, de maneira semelhante ao que ocorre no plantio em grupos de Anderson.

Nascimento (2011), estudando a implantação de sistemas agroflorestais para pequenos produtores no estado de Sergipe, constatou que a adoção do plantio em leque facilita a avaliação de grande número de espaçamentos, o manejo e a abrangência, sem, no entanto, implicar a adoção de grandes áreas experimentais. Ao final do estudo, o autor concluiu que a adoção do plantio em leque em sistemas agroflorestais mostrou-se econômico, ecológico e socialmente favorável aos pequenos produtores, quando comparado ao monocultivo.

Ainda quanto à utilização do plantio em leque na implantação de sistemas agroflorestais (SAFs), Chauvet (2017), ao testar distintas associações de espécies (aroeira - *Myracrodruon urundeuva* + feijão-guandu – *Cajanus cajan* + mandioca - *Manihot esculenta*, aroeira + feijão-guandu e aroeira) plantadas no arranjo proposto por Nelder (1962), observou que a associação de aroeira e feijão-guandu reduziu a presença de *Urochloa decumbens* e permitiu ocorrência de espécie herbácea menos agressiva (*Richardia Grandiflora*) em fazenda experimental localizada em área de cerrado, no município de Couto de Magalhães de Minas, MG. O plantio de aroeira associado a feijão-guandu e mandioca, apesar de limitar a ocorrência de regeneração, mostrou-se eficiente no controle de herbáceas invasoras. Por fim, a aroeira a pleno sol não controlou a ocorrência de *Urochloa decumbens*, mas permitiu a regeneração arbustivo-arbórea oriunda de brotações de raízes preexistentes à implantação do experimento.

Para restauração de pilha de estéril oriunda da mineração de ferro (constituída de material proveniente de campo rupestre ferruginoso), em Conceição do Mato Dentro, MG, Araújo (2015) concluiu que o plantio em leque associado à transposição de *topsoil* propiciou alta taxa de sobrevivência das mudas e alta riqueza de espécies arbustivas e arbóreas, inclusive espécies regionais, além do rápido recobrimento do solo, fatos que a autora atribui à restauração dos processos do ecossistema local. Todavia, os espaçamentos adotados no período de avaliação não diferiram entre si e

necessitam de maior tempo de avaliação para determinar o espaçamento e a densidade de plantio mais adequados.

Marques (2012) estudou o crescimento das espécies nativas *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (pau-santo), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático), *Dalbergia miscolobium* Benth (jacarandá-do-cerrado) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira-preta) plantadas em delineamento sistemático tipo leque, submetidas a cinco tratamentos: sem aplicação de composto orgânico e com diferentes doses de composto - 0,0; 4,5; 9,0; 18,0; e 36,0 g dm⁻³ por cova. Após 12 meses, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para sobrevivência e incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para as espécies estudadas.

7.3. Plantio em linhas

7.3.1. Plantio aleatório

Esse modelo apresenta várias disposições dos grupos ecológicos, bem como distribuições entre as espécies empregadas. A sucessão secundária em clareiras embasou o plantio misto de espécies nativas, em busca da restauração de matas ciliares e demais áreas degradadas. Assim, o uso de espécies pioneiras, bem como a distinção de diversas espécies tropicais em grupos ecológicos, tem sido fundamental para o plantio aleatório (MACEDO, 1993).

Uma particularidade do plantio aleatório é a distribuição das mudas com base apenas na densidade por hectare, podendo ser implantado sem espaçamento predefinido, tal como apresentado por Guimarães et al. (2013) e Guimarães (2015), na restauração de áreas mineradas de bauxita, em Poços de Caldas, MG (Figura 8). Nesse estudo de caso, o projeto preconizou o plantio em área total, com densidade aproximada variando entre 4.000 e 4.400 mudas por hectare, sendo, para tanto, adotado o espaçamento médio entre plantas de 1,5 × 1,5 m, com arranjo desalinhado entre as mudas, de forma a propiciar uma aparência similar à de clareiras em processo de reconstrução.

Para o plantio aleatório em Mata Atlântica, Damasceno (2011) recomenda a proporção de 70% de espécies pioneiras e secundárias iniciais, 20% de secundárias tardias e 10% de espécies climáticas. A resolução SMA n^o 32/2014, que fixa as orientações para projetos de restauração ecológica no estado de São Paulo, determina que a proporção entre grupos de pioneiras e não pioneiras deve contemplar o limite mínimo de 40% para qualquer um dos grupos.

Quando se prioriza o aspecto visual próximo ao natural e a área a ser recuperada é pequena, o mais indicado é o plantio aleatório, que sempre deve distribuir as mudas de forma mais diversificada possível. No entanto, ao adotar essa distribuição, deve-se ter em mente as dificuldades operacionais no plantio e nas atividades posteriores, como o replantio e o controle das espécies competidoras agressivas (DAMASCENO, 2011; BOTELHO et al., 2015), uma vez que nesse modelo há demora no crescimento e o conseqüente retardamento na cobertura do solo pelo sombreamento das copas, deixando a área suscetível ao desenvolvimento de plantas invasoras (KAGEYAMA; GANDARA, 2000; BOTELHO et al., 2015; MAGNAGO et al., 2015).

Visando restaurar área de cerrado constituída por pastagem (braquiária), Lanzer (2015) realizou plantio aleatório de mudas e verificou que a área apresenta resiliência, apesar da degradação sofrida, isso porque a regeneração, principalmente de herbáceas, foi numerosa. Todavia, o autor aponta o alto índice de mortalidade, que pode ter sido provocado pela dominância de braquiária.

Contrapondo-se a esse fato, Klippel et al. (2015), trabalhando com restauração de Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, constataram que nos tratamentos em que se adotou o plantio aleatório foram obtidos melhores resultados, tanto em relação ao sombreamento da área (avaliado pelo maior índice de área foliar) quanto para o aumento da riqueza de espécies ao longo do tempo.

7.3.2. Plantio em linha com espécies pioneiras e não pioneiras

O arranjo em linhas é mais indicado para plantios em grandes áreas (BOTELHO et al., 2015), devido à facilidade de operacionalização dos processos. A alternância entre linhas de pioneira (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneira (secundárias tardias e clímax) é um exemplo de plantio regular; outro caso consiste na alternância de plantas pioneiras e não pioneiras na linha, tomando cuidado para que as linhas sejam desencontradas quanto aos grupos ecológicos (KAGEYAMA, 1986).

Modelos fundamentados no plantio em linhas com espécies pioneiras e não pioneiras baseiam-se na premissa de que as espécies pioneiras fornecerão sombra para as não pioneiras, que as substituirão ao longo do tempo. Além disso, espera-se que, com o tempo, a entrada natural de sementes no sistema se encarregue de aumentar sua diversidade. Nesse modelo, o plantio das espécies pioneiras e não pioneiras pode ser realizado simultaneamente ou em diferentes épocas.

Em plantios fracionados, a primeira fase contempla a introdução das espécies de rápido crescimento, que promovem o sombreamento e a melhoria das condições do sítio. Na segunda fase são inseridas espécies tolerantes à sombra, complementando a diversidade almejada. O plantio em diferentes épocas resulta em maiores custos de implantação, quando comparado ao plantio simultâneo, contudo a elevação da taxa de sobrevivência justifica essas intervenções em épocas distintas (SILVA et al., 2011).

A utilização de várias espécies, formando grupo de pioneiras e de não pioneiras, é um modelo complexo, que apresenta como maior vantagem a formação de uma floresta com maior diversidade e, portanto, mais semelhante ao processo de reconstrução de uma clareira de floresta tropical nativa. A floresta resultante tende a fornecer maior proteção ao solo, apresentar custo mais baixo ao longo do tempo, por exigir pouca manutenção, e ser menos suscetível a danos causados por pragas, doenças e por fatores ambientais, como geadas e estresse hídrico.

Por utilizar a combinação de várias espécies de diferentes grupos ecológicos, esse modelo é bastante flexível, permitindo uma série de adaptações, como, por exemplo, a variação na proporção de plantas de cada espécie de acordo com suas densidades em condições naturais.

Segundo Magnago et al. (2015), os espaçamentos comumente utilizados nesse tipo de plantio são 2×2 m, 3×2 m, $2 \times 2,5$ m e 2×4 m. Todavia, os plantios adensados são indicados para áreas submetidas à intensa degradação (ARAÚJO et al., 2014; GUIMARÃES, 2015), onde o rápido recobrimento do solo controlará a erosão, ou para áreas que apresentam infestação por gramíneas agressivas ou samambaias. O custo desse modelo de plantio é elevado por causa do maior número de mudas, porém tende a ser compensado com a menor necessidade de manutenção ao longo do tempo (MARTINS, 2009; GUIMARÃES et al., 2013).

O plantio em linhas pode ser planejado em linhas regulares, que permitem mecanização em ambos os sentidos, ou ainda em linhas desencontradas (quincôncio), como representado na Figura 11. Nesse último caso, as mudas de espécies não pioneiras encontram-se centralizadas e circundadas por quatro mudas de espécies pioneiras. Assim, as mudas de não pioneiras serão beneficiadas pelo sombreamento gerado pelas pioneiras. Esse modelo apresenta melhor distribuição espacial, e quando aliado à escolha balanceada entre grupos ecológicos e espécies acarreta aceleração do sombreamento e cobertura do solo, inibindo o crescimento de espécies exóticas invasoras exigentes em luz (BOTELHO et al., 2015).

De acordo com os resultados apresentados por Moreira (2002), na restauração de área ciliar com boas condições de solo, a distribuição das plantas em quincôncio não apresentou vantagens no fechamento do dossel e no crescimento das espécies, em relação à distribuição regular. O mesmo autor, ao testar o uso de plantios com 100% de espécies pioneiras e plantios mistos, verificou que o plantio com espécies pioneiras promove o fechamento de dossel mais rapidamente. Esse padrão pode ser utilizado em áreas de invasão biológica, mesmo que não existam fontes de sementes adjacentes, exigindo o posterior plantio de enriquecimento com espécies não pioneiras. Nessa condição, o principal filtro ao estabelecimento do processo de restauração decorre da competição exercida pelas espécies invasoras, sendo, portanto, fundamental o seu controle, o que constitui um dos grandes gargalos da restauração florestal nos dias de hoje e comumente torna o processo oneroso.

O sistema de plantio adensado (1×1 m) em linhas de pioneiras e não pioneiras, na proporção de 70% de pioneiras e 30% de não pioneiras, foi adotado por Machado et al. (2008), em trabalho realizado em Floresta Estacional Decidual, no qual compararam a produção de serapilheira em três porções de área revegetada (terço superior, médio e inferior), submetidas ao mesmo modelo de restauração supracitado. As observações dos autores apontaram melhor resultado (semelhante a fragmentos conservados) para o terço médio, devido à proximidade de um fragmento de floresta secundária. O terço superior, apesar de limítrofe à mata, localiza-se em cota mais elevada, dificultando a chuva de sementes (Figura 5), enquanto o terço inferior situa-se mais distante do fragmento, fato que justifica a classificação desses sítios como ambientes semelhantes a áreas degradadas.

Beltrame e Rodrigues (2007) ressaltaram que tão importante quanto a escolha do método de plantio é a escolha das espécies. Nesse estudo, os autores concluíram que no plantio de espécies pioneiras e não pioneiras em linha a utilização de *Cajanus cajan* (feijão-guandu) aumentou a sobrevivência das espécies, inclusive das pioneiras, o que, segundo eles, não era esperado, dada a exigência dessas espécies em relação à luz. Isso pode ser justificado pelo fato de essa espécie ser fixadora de nitrogênio, o que faz com que a fertilidade do solo aumente e as demais espécies sejam beneficiadas.

Carvalho (2016) estudou a restauração de uma área de Mata Atlântica sob invasão de *Pteridium aquilinum* (samambaia) na RPPN Fatura, em Capelinha, MG. A autora testou diferentes formas mecânicas de remoção da samambaia, modelos e densidades de plantio de espécies nativas. Aos nove meses de avaliação, constatou que as maiores médias de sobrevivência dos indivíduos introduzidos

foram encontradas nos tratamentos com a combinação da realização da gradagem, utilização do modelo de plantio sucessional misto e em maiores densidades. Contudo, os plantios mais adensados de espécies de rápido crescimento promoveram maior crescimento das mudas em altura, enquanto a remoção da samambaia por meio da gradagem convergiu em menores taxas de cobertura pela invasora, características desejáveis na restauração de áreas com invasão biológica. Ainda segundo a autora, as espécies *Machaerium amplum* e *Eremanthus erythropappus*, provenientes da RN, foram aquelas com maior número de indivíduos em ambientes de maior infestação pela samambaia.

Aproximadamente dois anos após o plantio realizado por Carvalho (2016), Costa (2017) verificou que o plantio misto adensado precedido de gradagem continua sendo o melhor tratamento para controlar as espécies invasoras, considerando a sobrevivência das mudas. Após execução das práticas de remoção da samambaia, outra espécie invasora, o capim-gordura, iniciou o processo de colonização da área. No entanto, a competição travada entre ambas invasoras limitou consideravelmente o crescimento das envolvidas, fato positivo quando se considera que essa moderação do crescimento das espécies indesejáveis pode proporcionar maiores chances de estabelecimento para as espécies florestais plantadas e os indivíduos regenerantes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restauração florestal em áreas sob invasão biológica demanda expressivos esforços para alcançar o êxito das atividades e a tomada da trajetória desejada. Além da escolha da(s) técnica(s) de restauração adequada(s), deve-se prezar o manejo integrado de plantas daninhas. As condições de cada sítio possibilitarão a utilização de práticas mais simples ou exigirão a adoção de ações de intervenção mais drásticas.

O controle de espécies invasoras competidoras é uma realidade e uma necessidade na restauração florestal ao longo da Mata Atlântica. O manejo exige constantes manutenções no decorrer do tempo, atividade que, por um lado, é responsável pelo aumento dos custos do projeto, mas que, por outro, configura como grande parte das causas de insucesso quando não realizada conforme necessário.

Toda técnica de restauração florestal, quando utilizada em áreas com abundância de fontes de propágulos e agentes dispersores, tende a expressar positivamente os resultados esperados. No entanto, as áreas com restrição desses elementos exigem maior esforço na seleção da(s) técnica(s) adequada(s), no monitoramento e nas

intervenções ao longo do tempo. É fundamental o discernimento de que cada método alcança êxito sob um conjunto de condições adequadas e particulares, geralmente não aplicáveis em outros lugares.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. G. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 4, p. 629-640, 2015.

AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B. et al. Forest regeneration in achronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 8, p. 328-338, 2000.

ALEXANDER, S.; ARONSON, J.; WHALEY, O. et al. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. **Ecology and Society**, v. 21, n. 1, p. 34, 2016.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. Ilhéus: Editus, 2016. 200 p.

ANDERSON, M. L. **Spaced-group planting**. UnasyIva. 1953. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x5367e/x5367e02.htm>>. Acesso em: 16 set. 2017.

ARAÚJO, L. C. **Restauração ecológica de campo rupestre ferruginoso em pilha de estéril**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

ARAÚJO, L. C.; PEREIRA, I. M.; CARVALHO, T. F. et al. Sobrevivência de cinco espécies do cerrado aos 12 meses após o plantio em uma cascalheira no Parque Estadual do Biribiri em Diamantina, MG. **MG.BIOTA**, v. 7, n. 3, 2014.

ARAKI, D. F. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ATTANASIO, C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. et al. **Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas restauração de matas ciliares**. 2006. 65 f. Apostila de recuperação. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz De Queiroz”. Piracicaba.

BARBOSA, L. M. Implantação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** 1999. p. 111-135.

- BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga.** 2006. 249 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BECHARA, F. C.; FILHO, E. M. C.; BARRETTO, K. D. et al. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 9-11, 2007.
- BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 19-28, 2007.
- BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; NAVE, A. G. et al. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para a avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** 1. ed. São Paulo: Instituto BioAtlântica, v. 1, p. 128-146, 2009.
- BENTO, R. A. **Custeio baseado em atividades das técnicas de restauração de áreas degradadas na Amazônia Central.** 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.
- BOTELHO, S. A.; FARIA, J. M. R.; FURTINI NETO, A. E. et al. **Implantação de florestas de proteção.** Lavras:UFLA/FAEPE, 2001. 81 p. (Textos acadêmicos).
- BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M.; BOAS, R. A. V. et al. Restauração de matas ciliares. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares.** Lavras: UFLA, 2015. p. 433-475.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C. et al. 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.
- CAMUZZATO, G. Melhor alternativa de recuperação de área degradada por mineração no município de Catanduvas/SC. **Anuário de Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba**, v. 1, p. e10796, 2016.
- CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R.; MELO, A. S. Estratégias de recuperação de áreas degradadas. In: TAVARES, S. R. L.; MELO, A. S.; ANDRADE, A. G. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p. 134-173.

- CARVALHO, T. F. **Estratégias para a Restauração de Áreas com Invasão de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn no Domínio da Mata Atlântica, na RPPN Fartura em Capelinha-MG.** 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.
- CAZETTA, E.; RUBIM, P.; LUNARDI, V. O. et al. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. **Ararajuba**, v. 10, p. 199-206, 2002.
- CELIS, G.; JOSE, S. Restoring abandoned pasture land with native tree species in Costa Rica: effects of exotic grass competition and light. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1598-1604, 2011.
- 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.
- CHAZDON, R. L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 6, n. 1-2, p. 51-71, 2003.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.
- CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento.** Trad. AMAZONAS, N.; CESAR, R. São Paulo: Oficina de textos, 2016.
- CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1048-1056, 2009.
- CLEWELL; A. F.; ARONSON, J. **Restauração ecológica: princípios, valores e estrutura de uma profissão emergente.** 2. ed. San Francisco: Island Press, 2013. 455 p.
- CLOSE, D. C.; DAVIDSON, N. J. Revegetation to combat tree decline in the Midlands and Derwent Valley lowlands of Tasmania: Practices for improved plant establishment. **Ecological Management & Restoration**, v. 4, p. 29-36, 2003.
- COLE, R. J.; HOLL, K. D.; KEENE, C. L. et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1590-1597, 2011.
- COSTA, D. C. A. Avaliação de Técnicas de Controle de *Pteridium Aquilinum* (L.) Kuhn. na RPPN Fartura em Capelinha, MG. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

- COSTA, V. A. M. **Manejo de Plantas Invasoras na Restauração em Área de Mata Atlântica Pós Fogo**. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.
- COSTALONGA, S. R. Banco de sementes em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto, e floresta natural, em Paulo Cândido-MG. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CUBIÑA, A.; AIDE, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**, v. 33, p. 260-267, 2001.
- DAMASCENO, A. C. F. **Manual sobre restauração de Matas Ciliares**. Vol. I – Noções Gerais e Vol. II – Modelos de Restauração. Salvador, 2011
- DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 333-343, 2006.
- DUNCAN, R. S.; CHAPMAN, C. A. Limitations of animal seed dispersal for enhancing forest succession on degraded lands. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution, and conservation**. New York: CAB International, 2002. p. 437-450.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, n. 43/44, p. 1-10, 1990.
- FADINI, R. F.; JUNIOR, P. M. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de Mata Atlântica de Minas Gerais. **Ararajuba**, v. 12, n. 2, p. 97-103, 2004.
- FERRETTI, A. R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. (Ed.). **A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 134 p.
- FONSECA, D. A.; BACKES, A. R.; ROSENFELD, M. F. et al. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e Mata Ciliar de Referência. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 521-534, 2017.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; MORAIS, A. R. et al. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.
- GONÇALVES, F. L. A. **Efeito do coroamento com papelão na supressão de gramíneas e no crescimento de espécies arbóreas**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

GUIMARÃES, J. C. C. **Restauração ecológica de áreas mineradas de bauxita na Mata Atlântica**. 2015. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

GUIMARÃES, J. C. C.; BARROS, D. A.; PEREIRA, J. A. A. et al. Cost analysis and ecological benefits of environmental recovery methodologies in bauxite mining. *Cerne*, v. 19, n. 1, p. 9-17, 2013.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; PATRÍCIA, L. et al. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1558-563, 2011.

HOLL, K. D.; LOIK, M. E.; LIN, E. H. V. et al. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. et al. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.): **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009. p. 87-127.

IZAR, P. Dispersão de sementes por *Cebus nigritus* e *Brachyteles arachnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: FERRARI, S. F.; RÍMOLI, J. **A primatologia no Brasil**. Aracajú: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental. UFS, 2008.

KAGEYAMA, P.Y. **Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do passa cinco visando a utilização para abastecimento público**. Piracicaba: ESALQ/USP/DAEE, 1986. 236 p (Relatório de Pesquisa).

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 249-269.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo/FAPESP, 2004. p. 249-269.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F. et al. Avaliação de métodos de restauração florestal de mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 69-79, 2015.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual Química**, v. 7 n. 1, p. 56-73, 2015.

- LACERDA, L.; PEREIRA, N. S. Recuperação de matas ciliares em Bonito, MS: resultados preliminares do Projeto Ilhas Verdes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 7, n. 2, 2012.
- LANZER, S. **Restauração ecológica em áreas de cerrado no município de Mineiros (GO)**. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015.
- MACEDO, A. C. **Revegetação**: matas ciliares e de proteção ambiental. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 24 p.
- MACHADO, M. R.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.
- MAGNAGO, L. F. S.; KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Modelos de restauração florestal. In: LELES, P. S. S., NETO, S. N. O. **Restauração e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: EDUR, 2015. p. 49-65.
- MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernnum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: 1. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.
- MARTINS, C. R. **Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim-gordura): uma espécie invasora do cerrado**. 2006. 162 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F. et al. **Papelão tratado**: alternativa para controle de plantas daninhas em plantios de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Colombo: Embrapa, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico 123),
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, p. 115-157, 2007.
- MARTINS, S. V. Restauração ecológica de remanescentes florestais. In: MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. p. 165-188.
- MARTINS, S. V.; SARTORI, M.; RAPOSO FILHO, F. L. et al. Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do Estado do Espírito Santo. **Cedagro**, 2014. 101 p.
- MARQUES, I. C. **Uso de composto orgânico e espécies de cerrado na revegetação de área remanescente de extração de cascalho em Diamantina – MG**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

- MARUSHIA, R. G.; ALLEN, E. B. Control of exotic annual grasses to restore native forbs in abandoned agricultural land. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 1, p. 45-54, 2011.
- MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O Impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres - alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, 2009.
- McCLANAHAN, T. R.; WOLFE, R. W. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology**, v. 7, n. 2, 1993.
- McDONALD, T.; JONSON, J.; DIXON, K. W. National standards for the practice of ecological restoration in Australia. **Restoration Ecology**, v. 24, n. S1, p. S4-S32, 2016.
- MENDONÇA, M. A. de F. **Seleção de leguminosas arbóreas para plantios de enriquecimento florestal: germinação das sementes e acompanhamento do crescimento após a introdução em capoeira em solo Podzólico Vermelho-Amarelo**. 58 f. 1997. Monografia (Faculdade de Ciências Agrárias - Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1997.
- MINELLA, G. M.; BÜNDCHEN, M. **Técnicas de nucleação aplicadas na recuperação de áreas degradadas**. Especialização em Diagnóstico Ambiental e Recuperação de Áreas Degradadas. Universidade Comunitária da Região de Chapecó, UNOCHAPECÓ. 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília: MMA, 2006. 24 p.
- MIRANDA NETO, A. **Avaliação do componente arbóreo, da regeneração natural e do banco de sementes de uma floresta restaurada com 40 anos, Viçosa, MG**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; LUCHIARI, C. et al. Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na reserva biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 477-489, 2006.
- MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S. et al. **Manual técnico para restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2013. 84 p.
- MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S.; TUCKER, J. M. et al. Strategies for Amazonian forest restoration: evidence for afforestation in five regions of the Brazilian Amazon. In: HALL, A. (Ed.). **Amazonia at the crossroads: the challenge of sustainable development**. Institute for London: Latin American Studies, University of London, 2000. p. 129-149.
- MOREIRA, M. A. **Modelos de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, A. V. S. **Avaliação de sistemas agroflorestais utilizando o modelo experimental Nelder como alternativa sustentável para a agricultura familiar no Estado de Sergipe, Brasil.** 92 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

NASCIMENTO, C. E. S. **A importância das matas ciliares:** rio São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. p. 26.

NAVE, A.G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP.** 218 f. 2005. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S. et al. **Manual de restauração ecológica:** técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia. São Paulo: LERF/ESALQ/USP: Bioflora Tecnologia da Restauração, 2015. 55 p.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, n. 18, p. 283-307, 1962.

NORDEN, N.; CHAZDON, R. L.; CHAO, A. et al. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, v. 12, p. 385-394, 2009.

OLIVEIRA NETO, S. N.; MARTINS, S. V.; LELES, P. S. S. Plantio de enriquecimento como estratégia de restauração de áreas alteradas. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Org.). **Restauração florestal e a bacia do rio Guandu.** 1. ed. Seropédica: UFRRJ, 2015, v. 1, p. 71-88.

PARROTTA, J. A.; KNOWLES, O. H.; WUNDERLE, J. M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, n. 99, p. 21-42, 1997.

PASSOS, J. G.; PASSAMANI, M. *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa (ES). **Natureza Online**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2003.

PEREIRA, I. M.; CARLOS, L.; GUIMARÃES, R. E. et al. The use of pioneer species as shaders for climax species. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, n. 3, p. 527-531, 2014.

PEREIRA, L. C. S. M.; OLIVEIRA, C. C. C.; TOREZAN, J. M. D. Woody species regeneration in Atlantic Forest restoration sites depends on surrounding landscape. **Natureza & Conservação**, v. 11, n. 2, p. 138-144, 2013.

PIRES, A.C.V.; PEREIRA, S. R.; FERNANDES, G. W. et al. Efeito de *Brachiaria decumbens* na herbivoria e no desenvolvimento de duas leguminosas nativas de cerrado. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 737-746, 2012.

PUERTA, R. Regeneração arbórea em pastagens abandonadas na região de Manaus em função da distância da floresta contínua. **Scientia Forestalis**, n. 62, p. 32-39, 2002.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “Espaço para o imprevisível”. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES E WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E APRIMORAMENTO DA RESOLUÇÃO SMA 47/03, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. (Ed.). **Controle de plantas daninhas na restauração florestal**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 13-26.

REY BENAYAS, J. M.; BULLOCK, J. M.; NEWTON, A. C. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use (Review). **Frontiers in Ecology and the Environment**. v. 6, n. 6, p. 329-336, 2008.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, n. 2, v. 1, p. 4-15, 1996.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; BARROS, L. C. Tropical rain forest regeneration in área degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 190, p. 323-333, 2004.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

ROSSI, M.; QUEIROZ NETO, J. P. Relações solo/paisagem em regiões tropicais úmidas: o exemplo da Serra do Mar em São Paulo, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 14, p. 11-23, 2001.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. São Paulo: Diário Oficial do estado de São Paulo em 05 abr. 2014.

SCHOLZ, I. **Árvores exóticas invasoras no Parque Municipal da Barreirinha (Curitiba, Paraná): subsídios ao manejo e controle**. 63 f. 2013. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2013.

- SHIMAMOTO, C. Y. **Serviços ecossistêmicos da floresta tropical: uma avaliação em diferentes escalas espaciais**. 129 f. 2016. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- SILVA, B. C.; CAVALCANTE, N. L. G.; ARAÚJO, L.C. **Recuperação da área de preservação permanente do campus de ciências agrárias e ambientais – FACTO**. 19 f. 2011. Monografia (Curso Tecnólogo Em Gestão Ambiental) – Faculdade Católica do Tocantins, Palmas, 2011.
- SILVA, A. P. **Fitotoxidez e crescimento de espécies florestais nativas submetidas à aplicação de herbicidas**. 127 f. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.
- SILVA, F. F. **Avaliação de tratamentos químicos para aumentar a durabilidade de discos de papelão para uso no coroamento de mudas em reflorestamentos**. 18 f. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.
- SOARES, S. M. P. **Técnica de restauração de áreas degradadas**. 9 f. 2014. Defesa do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG, 2009. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/estagio_Silvia_Soares1.pdf>. Acesso em: 24 set. 2017.
- SOUZA, L. M.; FARIA, R. A. V. B.; BOTELHO, S. A. et al. Potencial da regeneração natural como método de restauração do entorno de nascente perturbada. **Cerne**, v. 18, n. 4, 2012.
- SUGANUMA, M. S.; ASSIS, G. B.; DURIGAN, G. Changes in plant species composition and functional traits along the successional trajectory of a restored patch of Atlantic forest. **Community Ecology**, n. 15, p. 27-36, 2014.
- SUÑE, A. D.; FANKE, L. B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium rio-grandense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 29-36, 2006.
- URIARTE, M.; SCHNEIDER, L.; RUDEL, T. K. Synthesis: land transitions in the Tropics. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 59-62, 2010.
- VALLADARES, G. S.; GOMES, A. S.; TORRESAN, F. E. et al. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1376-1383, 2012.
- ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**, v. 30, n. 178, p. 77-79. 2001.
- WIJDEVEN, S. M. J.; KUZEE, M. E. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. **Restoration Ecology**, v. 8, p. 414-424, 2000.