

Recursos e estratégias para a restauração florestal

Ações para o Recôncavo da Bahia

Edson Ferreira Duarte

Organizador



Recursos e estratégias para a restauração florestal



Recursos e estratégias para a restauração florestal

Ações para o Recôncavo da Bahia



Editora UFRB

Cruz das Almas, 2016



Sílvio Luiz de Oliveira Sógliã - Reitor
Georgina Gonçalves dos Santos - Vice-Reitora



Editora UFRB

SUPERINTENDENTE

Sérgio Augusto Soares Mattos

CONSELHO EDITORIAL

TITULARES

Alexandre Américo Almassy Júnior

Celso Luiz Borges de Oliveira

Geovana da Paz Monteiro

Jeane Saskya Campos Tavares

Léa Araujo de Carvalho

Nadja Vladi Cardoso Gumes

Sérgio Augusto Soares Mattos (Presidente)

Silvana Lúcia da Silva Lima

Wilson Rogério Penteado Júnior

SUPLENTE

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Robério Marcelo Ribeiro

Rosineide Pereira Mubarack Garcia

Editora filiada à



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Copyright® 2016 por Edson Ferreira Duarte

Projeto gráfico, capa e editoração:
Edson Ferreira Duarte - ICB/UFG

Revisores:

Dr. Edson Ferreira Duarte - ICB/UFG
Dr. Grênivel Mota da Costa - CCAAB/UFRB
Dra. Rozimar de Campos Pereira - CCAAB/UFRB

Direitos dessa edição cedidos à EDUFRB

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto
n. 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio,
seja total ou parcial, constitui violação da Lei no 9.610/98.

R294 Recursos e estratégias para a restauração florestal: ações
para o Recôncavo da Bahia / organizado por Edson
Ferreira Duarte – Cruz das Almas/BA : UFRB, 2016.

154 p.; il.

ISBN 978-85-5971-009-0

1. Reflorestamento 2. Sistemas de Informações
geográficas 3. Mapas 4. Recôncavo Sul da Bahia I. Duarte,
Edson Ferreira.

CDD 634.956

Ficha Catalográfica elaborada por: Ivete Castro CRB/1073



Editora UFRB
Campus Universitário
Rua Rui Barbosa, 710 - Centro
44380-000 - Cruz das Almas/BA
Tel.: (75)3621-7672
gabi.editora@ufrb.edu.br
www.ufrb.edu.br/editora

Autores

Alessandra Nasser Caiafa

Bióloga/UNICAMP - Dra. em Biologia Vegetal/UNICAMP
Professora do CCAAB/UFRB

Claudia de Jesus dos Santos

Engenheira Agrônoma/CCAAB/UFRB
Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais/UFRB-Embrapa

Daiane Sampaio Almeida

Engenheira Florestal/CCAAB/UFRB
Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais/UEFS

Diego Castro da Silva

Estudante de Engenharia Florestal - CCAAB/UFRB

Edson Ferreira Duarte

Engenheiro Agrônomo FEIS/UNESP - Dr. em Produção Vegetal/UFG
Professor do ICB/UFG

Elton da Silva Leite

Engenheiro Florestal/UFV - Dr. em Engenharia Agrícola/UFV
Professor do CCAAB/UFRB

Everton Luis Poelking

Engenheiro Florestal /UFMS - Dr. em Solos e Nutrição de Plantas/UFV
Professor do CCAAB/UFRB

João Nakagawa

Engenheiro Agrônomo ESALQ/USP - Dr. em Ciências FCMBB/UNESP
Professor da FCA/UNESP

Ligia Silveira Funch

Biomédica UFPA - Dra. em Biologia Vegetal/UNICAMP
Professora da UEFS

Lucas Gomes de Souza

Estudante de Engenharia Florestal - CCAAB/UFRB

Marcelo Marques Costa

Engenheiro Agrônomo/CAJ/UFG - Dr. em Engenharia Agrícola/UFV
Professor do CAJ/UFG

Maria Otávia Silva Crepaldi

Bióloga/UFSCar - Dra. em Ciência Ambiental/USP
Pesquisadora na USP

Mariana Nogueira Bezerra

Estudante de Engenharia Florestal - CCAAB/UFRB

Janaine Isabela da Silva Rocha

Estudante de Engenharia Florestal - CCAAB/UFRB

Ricardo Franco Cunha Moreira

Engenheiro Agrônomo/UESB - Dr. em Genética e Melhoramento de Plantas/FCAV/UNESP
Professor do CCAAB/UFRB

Paullo Augusto Silva Medauar

Estudante de Engenharia Florestal - CCAAB/UFRB

Vinícius José dos Santos

Engenheiro Florestal - CCAAB/UFRB



Sumário

	<i>Página</i>
<i>Apresentação</i>	<i>vi</i>
<i>Agradecimentos</i>	<i>vii</i>
<i>Prefácio</i>	<i>viii</i>
Capítulo 1 - Mapeamento dos remanescentes florestais na região do Recôncavo da Bahia	
<i>Everton Luis Poelking; Paulo Augusto Silva Medauar; Edson Ferreira Duarte</i>	
1.1. <i>Introdução</i>	3
1.2. <i>A Mata Atlântica</i>	5
1.3. <i>O Recôncavo da Bahia</i>	6
1.4. <i>Levantamento de remanescentes florestais com imagens de satélites</i>	7
1.5. <i>Cobertura florestal no Recôncavo da Bahia</i>	7
<i>a. Mapeamento de fragmentos florestais</i>	7
<i>b. Caracterização e avaliação da vegetação e dos usos da terra</i>	8
1.6. <i>Efeitos da fragmentação florestal sobre as áreas remanescentes</i>	15
1.7. <i>Considerações finais</i>	16
1.8. <i>Bibliografia</i>	17
Capítulo 2 - Distribuição espacial de árvores matrizes em áreas remanescentes de Mata Atlântica no Recôncavo da Bahia	
<i>Edson Ferreira Duarte; Ligia Silveira Funch; Lucas Gomes de Souza; Daiane Sampaio Almeida; Ricardo Franco Cunha Moreira</i>	
2.1. <i>Introdução</i>	23
2.2. <i>Padrões de distribuição espacial de plantas</i>	24
2.3. <i>Efeito do tamanho da parcela</i>	26
2.4. <i>Distribuição espacial de árvores matrizes</i>	28
2.5. <i>Implicações da distribuição espacial para o fluxo gênico e para a colheita de sementes</i>	32
2.6. <i>Considerações finais</i>	35
2.7. <i>Bibliografia</i>	36

Capítulo 3 - Otimização e planejamento de rotas de colheita de sementes florestais

Elton da Silva Leite; Marcelo Marques Costa; Claudia de Jesus Santos; Mariana Nogueira Bezerra; Diego Castro da Silva

3.1. Introdução	45
3.2. O processo de otimização e rotas para a colheita de sementes florestais	48
3.2.1. Área de estudo	48
3.2.2. Roteirização (“routing”) de matrizes e da malha viária	48
3.2.3. Otimização das rotas para a colheita de sementes	49
3.3. Considerações finais	54
3.4. Bibliografia	54

Capítulo 4 - Produção e colheita de sementes em espécies florestais

Edson Ferreira Duarte; Ligia Silveira Funch; Ricardo Franco Cunha Moreira; João Nakagawa

4.1. Introdução	61
4.2. Produção de sementes florestais	62
4.2.1. Fenologia reprodutiva	62
4.2.2. Origem das sementes colhidas e intensidade de marcação das matrizes	65
4.2.3. Quantidade de sementes florestais produzidas	68
4.2.4. Quando colher sementes florestais	71
4.2.5. Maturação de sementes	72
4.2.5.1. Alterações morfo anatômicas durante a maturação	72
4.2.5.2. Alterações físicas e fisiológicas nas sementes durante a maturação	75
4.2.6. Colheita de sementes florestais	77
4.2.6.1. Princípios e intensidade de colheita de sementes	77
a. Respeito	77
b. Sustentabilidade	77
c. Equilíbrio	77
4.2.6.2. Variabilidade associada à colheita de sementes	78

4.2.6.3. <i>Colheita de frutos e sementes de espécies arbóreas</i>	82
4.2.6.4. <i>Coletores de sementes e equipamentos de proteção</i>	83
4.2.6.5. <i>Colheita no solo</i>	84
4.2.6.6. <i>Colheita na copa das árvores</i>	86
a. <i>Escalada em árvores com escadas</i>	87
b. <i>Escalada em árvores com blocantes</i>	89
c. <i>Escalada em árvores com cordas e equipamento de alpinismo</i>	90
4.2.7. <i>Formação de lotes de sementes florestais</i>	93
4.2.8. <i>Aspectos legais para a produção de sementes florestais</i>	93
4.3. <i>Considerações finais</i>	95
4.4. <i>Bibliografia</i>	95

Capítulo 5 - A restauração ecológica no Recôncavo Sul Baiano: cenário atual e necessidades futuras

Alessandra Nasser Caiafa; Maria Otávia Silva Crepaldi; Vinícius José dos Santos; Janaine Isabela da Silva Rocha

5.1. <i>Introdução</i>	105
5.2. <i>Os atores da restauração florestal no Recôncavo Sul Baiano</i>	107
5.3. <i>Desafios da restauração florestal no Recôncavo Sul Baiano</i>	115
5.3.1. <i>Conhecer o ecossistema de referência</i>	115
5.3.2. <i>O monitoramento de áreas restauradas</i>	116
a. <i>Mortalidade de mudas e plantas jovens</i>	117
b. <i>Cobertura de gramíneas na área</i>	117
c. <i>Fechamento do dossel</i>	118
d. <i>Composição e quantidade de serapilheira acumulada</i>	118
e. <i>Combinação de indicadores de qualidade</i>	119
5.4.3. <i>A restauração ecológica no contexto da paisagem: o caso do Recôncavo Sul Baiano</i>	122
5.4.4. <i>Relação entre restauração ecológica e o pagamento por serviços ambientais: plano para valoração das iniciativas de conservação do pequeno produtor rural</i>	123
5.5. <i>Considerações finais</i>	126
5.6. <i>Bibliografia</i>	127

Apresentação

A partir da compreensão de que a paisagem influencia o homem e que o homem também influencia a paisagem e seus processos ecológicos foi estruturado o presente trabalho, com o qual se objetiva auxiliar na compreensão dos recursos florestais necessários à restauração, bem como nas estratégias para acessá-los.

Para que o processo de restauração florestal seja eficiente é necessário realizar o levantamento local e regional, assim os recursos florestais e as estratégias a serem desenvolvidas devem passar pelo mapeamento e registro das árvores produtoras de sementes, bem como das vias de acesso e dos aspectos necessários para a produção e colheita de sementes florestais.

O planejamento do reflorestamento deve considerar os atores e os processos que garantam a efetiva recomposição florestal que são condições essenciais para o fluxo gênico e de animais e para que o reflorestamento cumpra as funções para as quais foi planejado.

O Recôncavo da Bahia é uma região brasileira que circunda a Baía de Todos os Santos e que também é reconhecida como o berço da agricultura no Brasil, mas em 500 anos de exploração esse território sofreu a alteração na paisagem natural pela substituição da cobertura florestal por atividades agrícolas. Mas com a necessidade de adequação dada pelo Código Florestal em vigor, foi produzida a presente obra para auxiliar no planejamento de ações regionais de recuperação florestal.

Os autores

Agradecimentos

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pelo apoio e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB/SECTI pelo apoio e pelo suporte financeiro.

Ao Biólogo Samuel Pereira da Silva pelo auxílio no levantamentos de dados em campo.

Aos Engenheiros Florestais Artur Felipe Gomes Ramos pelo auxílio no preparo de mapas das plantas de Jacaradá-da-Bahia, assim como à Fagner Taiano pelo preparo de mapas da vegetação.

À Professora Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira do IB/UFMG pela generosa orientação no mestrado do autor Edson Ferreira Duarte, que possibilitou a produção dos resultados da morfologia e anatomia das sementes apresentados no Capítulo 4.

Aos proprietários rurais do Recôncavo da Bahia que autorizaram o desenvolvimento dos estudos em suas áreas.

Prefácio

A presente obra é um dos primeiros resultados do Projeto de “Estratégias para o desenvolvimento de programas de colheita de sementes de espécies madeireiras da Mata Atlântica”, o qual está sendo desenvolvido em Rede por pesquisadores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Destaca-se que mesmo existindo uma grande diversidade de abordagens relativas aos temas tratados, os autores adotaram formas e ferramentas que melhor serviram para apresentar os assuntos e as propostas em cada capítulo, sem a pretensão de esgotar os assuntos.

Na literatura brasileira as obras que tratam da recuperação florestal nem sempre trazem o grau de modificação causado pelas ações humanas, isso ocorre por abordarem preferencialmente os aspectos conceituais. Por essa razão, objetivou-se demonstrar e analisar os aspectos mais relevantes para o planejamento da recomposição florestal no Recôncavo da Bahia.

As estratégias de recuperação florestal foram constituídas pelo diagnóstico dos recursos florestais disponíveis na área/região em que se pretende recuperar. Como primeiro passo, fez-se o mapeamento da cobertura florestal disponível e assim, foi possível compreender o estado de conservação e/ou degradação da paisagem natural.

Algumas espécies alvo em programas de reflorestamento e que apresentam potencial de produção de madeira também foram objeto de levantamentos. Uma vez que as plantas adultas podem ser fontes de sementes (matrizes) para a produção de mudas. Determinar sua localização e a estrutura espacial das espécies auxilia na compreensão do fluxo gênico e também na definição da distância a ser percorrida para a colheita de sementes de espécies nativas com variabilidade genética.

Outra estratégia foi a de otimizar as rotas a serem percorridas para se chegar mais rapidamente às plantas produtoras de sementes. Pois a redução no tempo de deslocamento é essencial para aumentar a eficiência no acesso aos recursos florestais.

E como a produção de sementes é imprescindível, a compreensão do processo foi abordada considerando a sazonalidade na produção em diferentes populações, as perdas durante a maturação, além da variabilidade presente. Com essas informações é possível es-

tabelecer o número de plantas que deverão ser marcadas como matrizes, além de compreender as limitações para produzir e colher sementes florestais. Devendo-se também atentar para os aspectos legais na produção comercial para garantir um produto idôneo.

As experiências de reflorestamento regional e os atores do processo também foram apresentados. Os quais podem servir como referência para as ações futuras e para a compreensão dos desafios para o estabelecimento da recomposição florestal, mas também, possibilitam compreender as oportunidades, tais como, o pagamento por serviços ambientais.



*Mapeamento dos
remanescentes florestais
na região do
Recôncavo da Bahia*



Capítulo 1 - Mapeamento dos remanescentes florestais na região do Recôncavo da Bahia

*Everton Luis Poelking; Paulo Augusto Silva Medauar;
Edson Ferreira Duarte*

1.1. Introdução

A produção florestal brasileira de madeira em tora, oriunda de florestas plantadas foi da ordem de 110,6 milhões de m³ no ano de 2005, destinando-se a produção de celulose e papel, e outros usos, tais como móveis e construção civil. Mas como a demanda é maior que a oferta, a produção também ocorre a partir de florestas nativas. No mesmo ano, a produção de madeiras em tora, oriundas de florestas naturais foi da ordem de 17,37 milhões de m³ (SBS, 2006).

O estado da Bahia produziu em 2005, cerca de 1,3 milhões de m³ de madeira em tora, a partir de suas florestas naturais, ocupando o 3º lugar no ranking dos estados brasileiros, atrás apenas do Pará e de Mato Grosso. A Bahia foi também, o principal produtor de lenha a partir de florestas nativas atingindo 45,3 milhões de m³, a qual é utilizada para produção de carvão consumido em siderúrgicas e para cocção em residências (SBS, 2006).

A demanda por madeira para fins energéticos, artesanato e outros produtos florestais aumentou a pressão extrativista nas áreas remanescentes. Mas o mapeamento é necessário para a preservação dos recursos vegetais existentes e seu aproveitamento racional.

Uma vez que a produção brasileira de madeira e outros produtos não madeireiros florestais tem sido feita, quase que exclusivamente, a partir da exploração insustentável dos recursos das florestas naturais, não ocorrendo reflorestamento com as espécies utilizadas como seria desejável. O que é agravado pela falta de sementes, uma vez que ainda há relativamente pouco conhecimento tecnológico a respeito da silvicultura da maior parte das espécies nativas brasileiras o que não permite a adoção de medidas aplicáveis extensivamente e que possam estimular e favorecer as ações e os investimentos sem incorrer em riscos potenciais.

O mapeamento da vegetação remanescentes é importante para estudos botânicos e de exploração sustentável, como a colheita de sementes florestais e a preservação de espécies da flora e da fauna. A conexão desses remanescentes pode ser feita por meio de corredores

ecológicos, que devem ser planejados a partir do mapeamento dos fragmentos vizinhos. Para Fonseca et al. (2003) o objetivo principal do planejamento de um corredor de biodiversidade é manter ou restaurar a conectividade da paisagem e facilitar o fluxo genético entre populações, o que aumenta as chances de sobrevivência e manutenção de espécies nas comunidades componentes a longo prazo.

A Lei Federal 12651/12 e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA nº9/96 com base nesse decreto, estabeleceu a seguinte definição de corredores de remanescentes de Mata Atlântica (CONAMA, 1996):

“Art.1º Corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária, em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes”

O mapeamento de paisagens com o uso de imagens de satélites e a análises das mudanças no uso da terra ajuda a medir o grau de desflorestamento. O poder dos dados de sensoriamento remoto se deve a sua capacidade de fornecer informações rápidas sobre a dinâmica da paisagem (Fonseca et al., 2003). Assim, o mapeamento das áreas subsidiarão projetos específicos como a criação de áreas protegidas adicionais, com a introdução de estratégias adequadas para restauração, mosaicos com multiusos da terra nos trechos estratégicos de ligação que permitam trânsito de populações entre as florestas próximas.

Adicionalmente, a legislação em vigor para a produção de sementes e mudas florestais exige que a produção seja feita em áreas e/ou em matrizes marcadas e cadastradas no Registro Nacional de Áreas e Matrizes (RENAM) (Brasil, 2003; Brasil, 2004). Para a produção de sementes de espécies nativas em áreas naturais, também é necessária a elaboração prévia de planos de colheita, que levem em consideração a localização geográfica das áreas e matrizes, além do acesso pela malha viária, visando otimizar o tempo, a ocupação dos coletores e o uso de equipamentos e de instalações. Contudo, esse conhecimento não ainda está disponível para as espécies arbóreas nativas ocorrentes no Recôncavo da Bahia.

Verifica-se a imprescindível necessidade de usar e/ou desenvolver sistemas de produção com embasamento técnico-científico. Nesse sentido, o presente trabalho pode contribuir para a compreensão dos aspectos socioeconômicos da silvicultura baiana e para a conservação do patrimônio genético e para subsidiar o planejamento da recuperação e da adequação ambiental no Recôncavo da Bahia. Para tanto, objetivou-se mapear os remanescentes florestais na região com usos de imagens de satélites e caracterizar o uso predominante das terras.

1.2. A Mata Atlântica

A Mata Atlântica é formada por uma variedade de formações vegetacionais, consistindo em um conjunto de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre. Esse bioma brasileiro é um dos que apresentam elevados índices de endemismo de plantas vasculares e vertebrados, somando 1.810 espécies, das quais são 389 endêmicas (MMA, 2009).

A Mata Atlântica ocupava originalmente uma área de 1.360.000 km², equivalendo a aproximadamente 16% do território brasileiro, distribuída em 17 Estados: 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 Norte, Ceará e Piauí. Mas devido aos séculos de ocupação, o bioma foi reduzido a menos de 8% de sua extensão original. O que restou ficou disposto de modo esparso, na costa brasileira e no interior das regiões Sul e Sudeste, além de também serem encontrados fragmentos no sul dos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e no interior dos estados do Nordeste (MMA, 2009).

O elevado grau de fragmentação florestal verificado na Floresta Pluvial Atlântica (Mata Atlântica) se deve a uma ocupação mais antiga na faixa costeira, onde vive cerca de 70% da população brasileira, exercendo desde o século XIX pressão sobre os recursos naturais, principalmente, pelos cultivos de cana-de-açúcar e de café (Tabarelli et al. 2006; MMA, 2009). Siqueira Filho e Tabarelli (2006) relataram a drástica redução de populações ou a extinção de algumas espécies vegetais endêmicas da Mata Atlântica em poucas décadas, causada pela redução de seus habitats.

1.3. O Recôncavo da Bahia

O Recôncavo da Bahia é uma região localizada no entorno da Baía de Todos os Santos, abrangendo a Região Metropolitana de Salvador, onde está a capital do Estado da Bahia. Integram também essa região, os municípios de Cabaceiras do Paraguaçu, Cachoeira, Castro Alves, Conceição do Almeida, Cruz das Almas, Dom Macedo Costa, Governador Mangabeira, Maragogipe, Muniz Ferreira, Muritiba, Nazaré, Santo Amaro, Santo Antônio de Jesus, São Felipe, São Félix, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Sapeaçu, Saubara e Varzedo (SEI, 2014) (Figura 1.1), ocupando uma área de 5.208,33 km². Sendo ainda observados recortes político-administrativos que englobam essa região, denominando-a de Recôncavo Sul, e que exclui a região metropolitana de Salvador, mas inclui os municípios de Amargosa, Aratuípe, Brejões, Elísio Medrado, Itatim, Jaguaripe, Jiquiriçá, Laje, Milagres, Nova Itararana, Salinas da Margarida, Santa Terezinha, São Miguel das Matas, Ubaíra, totalizando 33 municípios baianos em que a área ocupada é de 915.488,3 ha. Essa é uma área de ocorrência original de Mata Atlântica e de Caatinga (CAR, 1999).

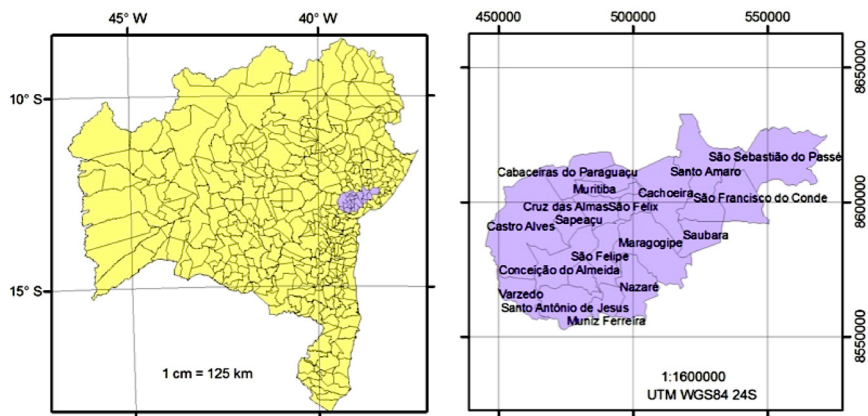


Figura 1.1. Região do Recôncavo da Bahia, Brasil (região destacada na cor roxa). Fonte: Elaborado pelos autores.

A ocupação humana, após o início da colonização no Brasil tem reduzido progressivamente as áreas naturais de Mata Atlântica, pois essa região foi uma das mais expressivas na produção agrícola baiana desde o período Colonial até as décadas recentes. E é reconhecida como berço da agricultura brasileira, sendo a primeira região de exploração agrícola para a exportação, baseada inicialmente na cana-de-açúcar,

posteriormente nos ciclos de cultivo de algodão, de café, de fumo e de citros. A vegetação original foi paulatinamente substituída pelas atividades econômicas e pela exploração de madeira, cedendo espaço para a cacauicultura, para o cultivo do dendê e das culturas de subsistência. A pecuária só passou a ser explorada mais tarde (Santos et al., 2009).

1.4. Levantamento de remanescentes florestais com imagens de satélites

A demanda por madeira para fins energéticos, artesanato e por outros produtos florestais aumentaram a pressão extrativista nas áreas remanescentes e promoveram a antropização 845,9 km², que corresponde a 84,46% da área do Recôncavo Sul. Em 1999 o Departamento de Defesa Florestal – DDF/SEAGRI realizou um levantamento da vegetação com base em imagens LANDSAT, encontrando 1,29% de áreas com manguezais; 0,47% de áreas cobertas por restingas (arbórea e/ou arbustiva); 8,11% coberta por floresta ombrófila; 5,17% por floresta estacional; 0,45% coberta por brejos e matas ciliares (CAR, 1999). Esses resultados revelaram um elevado grau de alteração nos recursos vegetais e seu intenso aproveitamento madeireiro.

Em levantamento de remanescentes de mata realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica, foi demonstrado que a Bahia contava com apenas 13,9% da Mata Atlântica original (SOS Mata Atlântica, 2014).

No levantamento feito no presente trabalho verificou-se que as áreas de floresta restringiram-se a pequenos fragmentos de até poucos metros quadrados (Figura 1.2). E que ainda são intensamente explorados reduzindo a abundância e a diversidade das espécies originais.

1.5. Cobertura florestal no Recôncavo da Bahia

a. Mapeamento de fragmentos florestais

O levantamento dos fragmentos florestais foi feito a partir do acervo de imagens do satélite LANDSAT 7 do ano de 2003, as quais foram obtidas gratuitamente do banco de imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e que permitiram o levantamento de áreas com de mais de 4 ha. Posteriormente, procedeu-se a classificação supervisionada das diferentes classes de uso das terras e fragmentos florestais classificando as áreas dos municípios com: florestas naturais, agropecuária, solo exposto, lâmina d'água (Figuras 1.3 a 1.6).

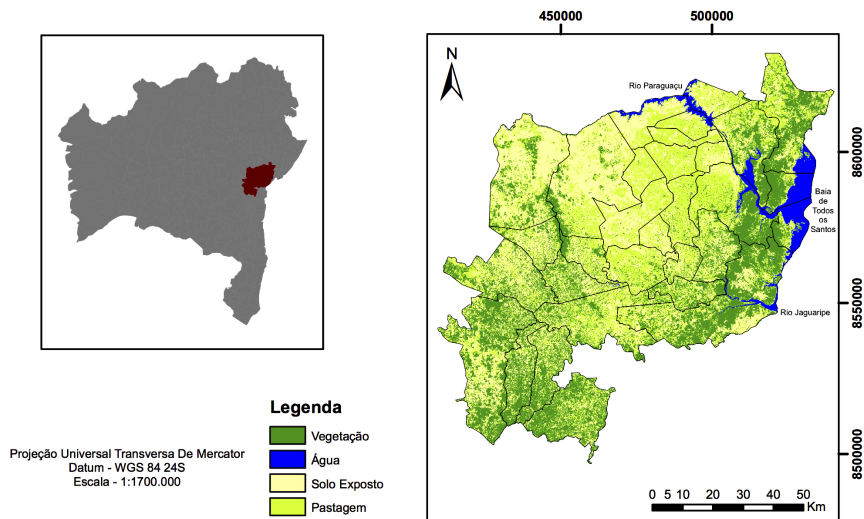


Figura 1.2. Levantamento de áreas Remanescentes de Mata Atlântica e do uso da terra no Recôncavo Sul da Bahia, Brasil (região destacada em vermelho). Fonte: Elaborado pelos autores.

A classificação supervisionada foi processada no programa de computador ArcGis 10.2[®]. O classificador adotado foi de maximaverossimilhança (MAXVER). As amostras de treinamento para o classificador foram tomadas em campo para cada uma das classes de uso da terra. E a conferência da classificação feita com o índice KAPPA para verificação da acurácia do classificador para os diferentes usos da terra (Cogalton e Green, 1999).

b. Caracterização e avaliação da vegetação e dos usos da terra

Os resultados apresentados na Tabela 1.2 são um refinamento na caracterização para cada município do Recôncavo Sul da Bahia, em que dos 915.488,3 ha mapeados, as áreas com cobertura vegetal corresponderam a 33,7%. As áreas com solo exposto corresponderam a 35,0% e aquelas ocupadas com pastagens corresponderam a 31,2% enquanto as áreas com água abrangeram uma proporção de 0,1% das áreas.

Destacaram-se os municípios que apresentaram mais de 50% de suas áreas com vegetação, entre os quais foram incluídos Jaguaripe, Jiquiriçá, Mutuípe, Presidente Tancredo Neves, Saubara e Ubaíra (Tabela 1.2). Em contraponto Cabaceiras do Paraguaçu, Conceição do Almeida, Cruz das Almas, Dom Macedo Costa, Governador Mangabeira, Muritiba, São Félix e Sapeaçu apresentaram menos de 5% de

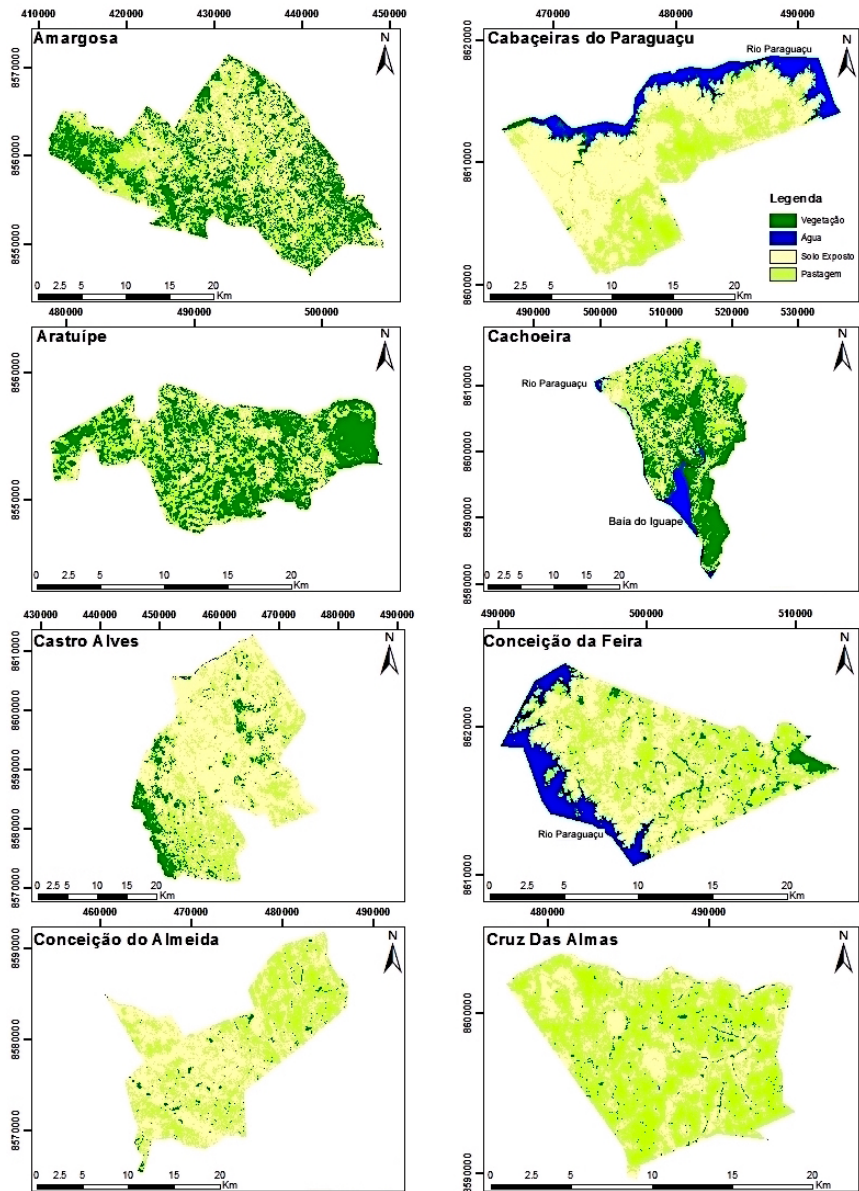


Figura 1.3. Mapeamento da cobertura florestal e do uso da terra em municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

suas áreas ocupadas com remanescentes da Mata Atlântica e/ou de Caatinga. O que sinaliza que os requerimentos cobertura florestal para

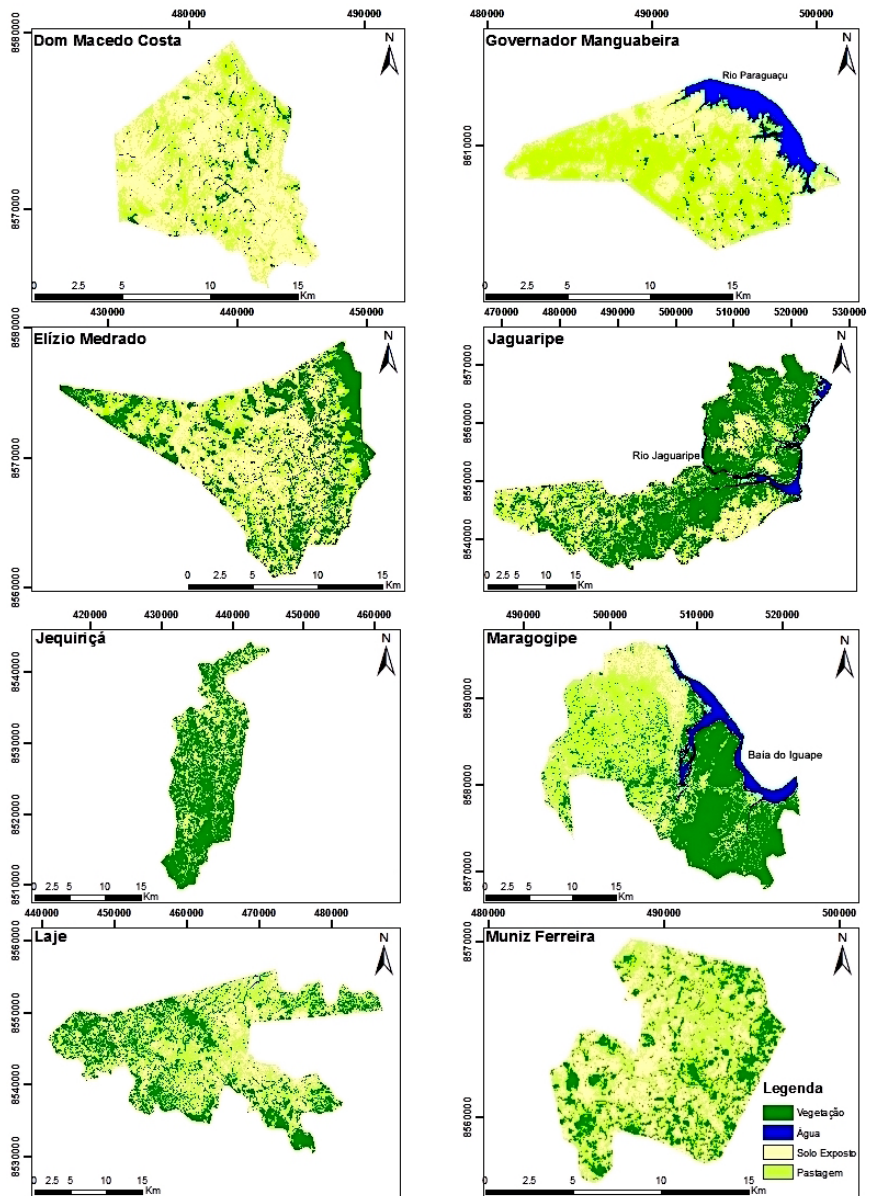


Figura 1.4. Mapeamento da cobertura florestal e do uso da terra em municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

atendimento do Código Florestal de com 20% das áreas das propriedades rurais com Áreas de Preservação Permanente e com a Reserva

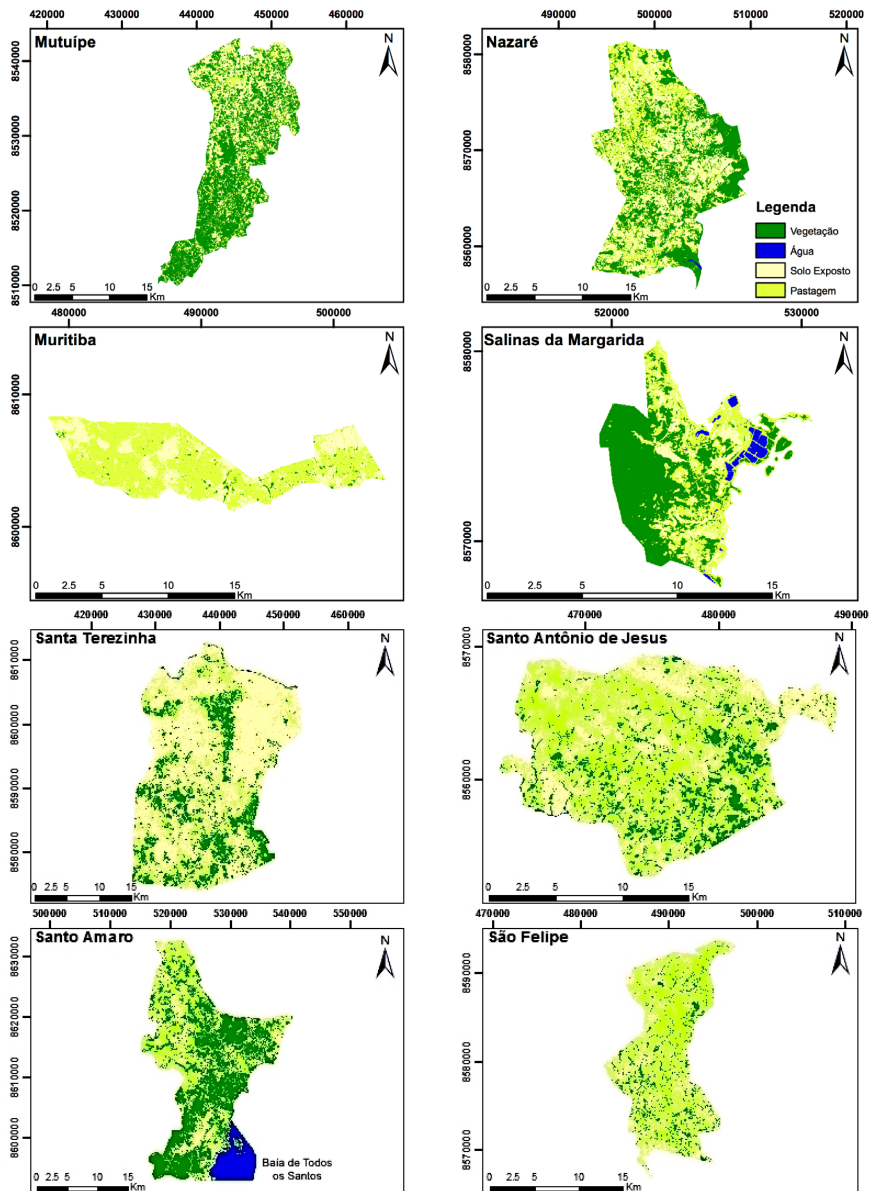


Figura 1.5. Mapeamento da cobertura florestal e do uso da terra em municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

Legal (Brasil, 2012) não estão sendo atendidos nesses municípios. Mas, naqueles em que a área de cobertura florestal é maior, possivelmente

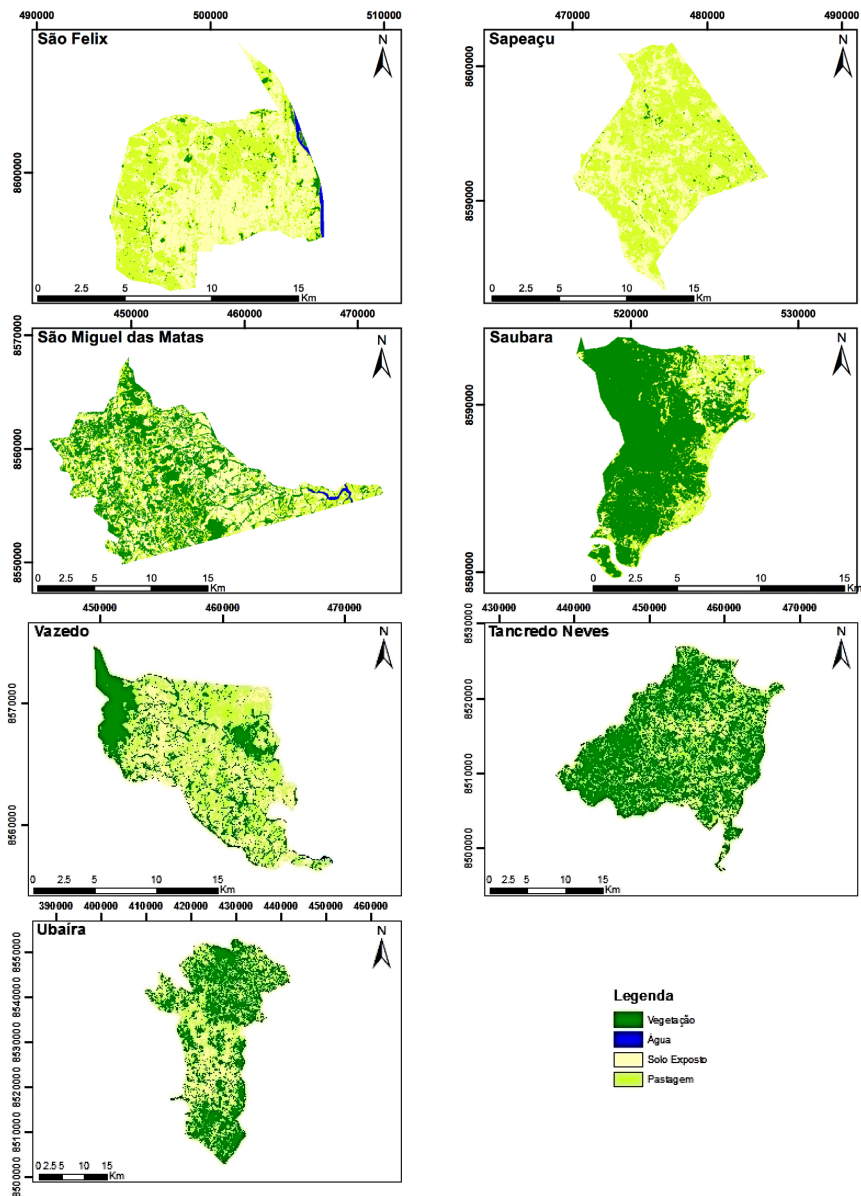


Figura 1.6. Mapeamento da cobertura florestal e do uso da terra em municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

será possível o pagamento por serviços ambientais, os quais foram também foram previstos na mesma legislação e regulamentado

Tabela 1.2. Porcentagem e áreas das classes de uso do solo e de água nos municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil.

Município	Vegetação		Solo exposto		Pastagem		Água	
	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Amargosa	34,8	15.539,0	35,9	15.998,0	29,3	13.058,4	0,0	0,9
Aratuípe	48,3	8.220,7	23,3	3.957,6	28,3	4.820,7	0,05	8,1
Cabaceiras do Paraguaçu	2,5	480,6	63,4	12.292,7	34,0	6.584,9	0,1	17,8
Cachoeira	44,4	16.055,7	22,8	8.249,2	32,7	11.825,5	8,2	11,5
Castro Alves	10,1	7.742,2	63,0	48.408,4	26,9	20.633,2	0,03	19,5
Conceição da Feira	7,4	1.019,4	44,7	6.440,1	46,8	6.282,5	0,1	10,3
Conceição do Almeida	2,2	628,7	54,4	15.483,8	43,4	12.363,2	0,0	0,6
Cruz das Almas	1,9	280,0	29,9	4.439,4	68,2	10.112,4	0,02	3,0
Dom Macedo Costa	4,5	423,4	60,0	5.631,5	35,5	3.333,6	0,0	0,0
Elísio Medrado	32,3	6.281,1	41,8	8.135,8	26,0	5.054,4	0,0	0,0
Governador Mangabeira	3,4	341,4	32,7	3.215,3	63,5	6.251,8	0,1	13,9
Jaguaripe	56,1	47.192,4	23,9	20.103,2	19,3	16.266,7	0,6	525,3
Jiquiriçá	63,2	15.318,9	22,5	5.455,6	14,3	3.468,1	0,01	1,4
Laje	31,1	15.519,4	32,2	16.087,7	36,7	18.338,4	0,06	31,5
Maragogipe	40,5	16.529,5	16,5	6.713,1	43,0	17.517,5	0,05	21,2
Muniz Ferreira	21,2	2.339,6	38,8	4.269,0	40,0	4.403,1	0,0	0,0
Muritiba	1,9	177,6	31,8	2.955,4	66,2	6.150,1	0,03	2,6
Mutuípe	57,0	15.948,9	26,2	7.348,2	16,8	4.706,1	0,0	0,0
Nazaré	38,0	9.592,2	32,4	8.164,5	29,4	7.428,4	0,14	34,8
Presidente Tancredo Neves	63,6	26.523,5	17,9	7.484,2	18,5	7.720,5	0,0	0,6
Salinas da Margarida	52,0	3.161,3	13,0	786,7	31,1	1.890,8	3,9	234,8
Santa Teresinha	19,0	13.491,5	57,1	40.583,3	23,8	16.926,7	0,12	82,4
Santo Amaro	46,4	21.692,9	19,4	9.083,1	34,0	15.899,1	0,2	97,9
Santo Antônio de Jesus	13,2	3.372,3	32,4	8.268,3	54,3	13.885,5	0,09	22,3
São Félix	3,7	341,8	50,1	4.653,3	46,2	4.285,4	0,0	0,45
São Felipe	10,1	2.002,8	25,3	5.000,9	64,5	12.728,7	0,01	2,2
São Miguel das Matas	40,8	8.495,7	35,8	7.439,3	22,9	4.764,9	0,5	102,9
Sapeaçu	1,0	126,9	37,3	4.575,9	61,7	7.565,6	0,01	1,6
Saubara	74,6	6.541,3	7,6	664,5	17,9	1.565,7	0,0	0,2
Ubaíra	51,8	38.724,6	29,1	21.789,4	19,1	14.310,1	0,0	0,7
Varzedo	28,5	4.651,7	35,3	5.753,2	36,1	5.884,5	0,16	26,2
Total	33,7	308.757,0	35,0	319.430,5	31,2	286.026,1	0,1	1.274,7

Fonte: Elaborado pelos autores.

no Estado da Bahia em 2015 pela Lei Estadual 13.213 (Bahia, 2015).

Considerando a área mínima mapeável de 0,5 mm de dimensão nos mapas, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica, verifica-se que foram considerados apenas os remanescentes com mais de 4 ha. Os quais foram agrupados segundo o tamanho e distribuídos em decis, ou seja, 10 classes de ocorrências por áreas (Tabela 1.3).

Tabela 1.3. Agrupamento em decil da áreas dos remanescentes florestais dos municípios do Recôncavo Sul da Bahia, Brasil.

Decil	Classe (km ²)	Área (km ²)	Porcentagem
9	58,4	247,38	86,7
8	27,1	12,71	4,4
7	16,7	7,16	2,5
6	11,9	5,97	2,1
5	9,3	2,27	0,8
4	7,7	2,67	0,9
3	6,2	2,39	0,8
2	5,3	1,88	0,7
1	4,7	2,98	1,0
Total		285,40	100,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

A classificação e o agrupamento realizados demonstraram que a maior parte dos remanescentes de vegetação apresentaram áreas maiores que 27 ha, sendo caracterizadas por maciços florestais contínuos e que se concentram principalmente ao longo da costa Atlântica (Figuras 1.2 a 1.6). Contudo, uma parcela importante de cerca de 8,8% das áreas dos remanescentes (253 km² aproximadamente) apresentaram áreas menores que 6,7 ha (Tabela 1.3), devido à intensa exploração dos recursos florestais, sem que houvesse reposição da matriz florestal original, o que resultou na pulverização de grande parte destes remanescentes.

As áreas do Recôncavo da Bahia apresentaram-se ocupadas principalmente por atividades agrícolas que expõem os solos a fatores erosivos e por pastagens. Assim, os remanescentes de vegetação originais ficaram dispersos na paisagem e que suas conectividades ocorrem de forma muito sutil ou é inexistente, mesmo ao longo dos cursos d'água.

Os municípios de São Francisco do Conde, Santo Amaro, Cachoeira, Saubara, Jaguaripe, Maragogipe e Salinas da Margarida são

integrantes da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bahia de Todos os Santos e também os municípios de Jiquiriçá e Ubaíra integram a APA Caminhos Ecológicos da Boa Esperança (Queiroz, 2013), que são constituídas por áreas de manguezais e de relevo relativamente acidentado, sendo possivelmente esses os fatores auxiliaram na manutenção da cobertura florestal acima de 20%.

Mas nos municípios de Cabaceiras do Paraguaçu, Governador Mangabeira, Muritiba, São Félix e Conceição da Feira que integram a APA Pedra do Cavalo (Queiroz, 2013) as áreas com cobertura por vegetação foram menores que 7% (Tabela 1.2). Em conjunto esses resultados demonstraram que a inclusão ou não dos municípios em APAs não é um garantidor de manutenção da cobertura florestal.

1.6. Efeitos da fragmentação florestal sobre as áreas remanescentes

Apesar de relativamente incipientes os levantamentos da vegetação no Recôncavo da Bahia, o estudo florístico realizado em duas áreas de Mata Atlântica dos municípios de Amargosa e de Elísio Medrado demonstrou que os fragmentos apresentaram baixa similaridade, a qual foi associada às condições edáficas e à pressão antrópica. Mas também foi verificada a maior abundância de plantas lianas na área remanescente de Amargosa, que sinalizou os maiores efeitos da degradação e o efeito de borda, pois a ocorrência de espécies lianas tem sido associada a ambientes com maior incidência de luz, como ocorre nas bordas (Costa e Guedes, 2010).

O efeito de borda em áreas naturais surge quando ocorre interferência nas margens da vegetação pela maior exposição a ventos, pelo aumento na temperatura causado ao aumento de radiação solar que reduz a umidade e que podem exercer efeitos em cerca de 50 m na margem do fragmento. Esses fatores em conjunto podem selecionar os vegetais na comunidade ou não, em razão da sua adaptabilidade, mas pode afetar a diversidade e a riqueza de animais, conforme verificado para anfíbios anuros e para a avifauna (Costa, 2014; Ferreira, 2009; Lima-Ribeiro, 2008; Paciência e Prado, 2004; Sampaio, 2011; Silva, 2010). Mas além do tamanho do fragmento a conectividade é importante para o fluxo de animais, uma vez que em remanescentes isolados a produção frutos e sementes é menor, demonstrando que a fragmentação também exerce efeitos negativos para a capacidade de regeneração e para o fluxo e manutenção de dispersores (Vidal et al., 2007).

O efeito de borda pode ser proporcionalmente maior em cerca

de 1% dos fragmentos levantados no presente trabalho, por apresentarem classes de tamanho de até 4,7 ha (Tabela 1.3). Com o aumento da disponibilidade de luz na borda dos remanescentes, tem sido verificada a maior ocorrência de gramíneas e espécies pioneiras, modificando a abundância e a distribuição das espécies vegetais especialmente em áreas vizinhas à pastagens (Barros, 2006). Nas áreas remanescentes mapeadas no presente trabalho há grande probabilidade de interface com pastagens pois 31,2% das terras no Recôncavo Sul da Bahia apresentaram-se cobertas por esse tipo de vegetação. Dessa forma, os impactos nas bordas dos pequenos remanescentes podem ser ainda maiores, alterando a dinâmica de sucessão reduzindo a diversidade de espécies.

O processo de invasão de áreas naturais por espécies exóticas também pode ocorrer conforme foi verificado na área de borda da Mata Atlântica do Parque Nacional da Tijuca no Rio de Janeiro, com a maior ocorrência da espécie exótica *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl. (Ribeiro e Zaú, 2007).

1.7. Considerações finais

O mapeamento dos fragmentos florestais com o uso de imagens de satélite apresenta-se como uma ferramenta viável para o levantamento preliminar em áreas remanescentes. Mas, ainda será necessária a verificação *in loco* da riqueza e da abundância de espécies para a avaliação do estado de conservação.

O Recôncavo da Bahia teve ciclos sucessivos de ciclos de exploração agrícola, apresentando atualmente 66,2% de sua área original alterada pela antropização que converteu as áreas nativas em áreas agrícolas e de pastagens. Mas 33,7% das áreas remanescentes florestais estão dispostas de forma descontínua e com pouca ou nenhuma conectividade, o que resulta em limitações para o de fluxo de animais e para o fluxo gênico.

Cerca de 8,8% das áreas remanescentes podem apresentar sérias limitações para a manutenção de animais, por apresentar áreas muito pequenas e a conseqüente limitação nas fontes de alimento. Nesses locais, o fluxo gênico também é limitado, pois a falta de conectividade pode propiciar o isolamento das plantas e favorecer o cruzamento entre indivíduos aparentados.

O mapeamento da vegetação é um registro importante para a região e pode ser usado para a tomada de decisão e na definição de ações para a recuperação florestal.

1.8. Bibliografia

BAHIA. **Lei nº 13.223 DE 12 de janeiro de 2015. Institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais.** Disponível em < <http://abapa.com.br/wp-content/uploads/2015/03/LEI-13233.pdf>>. Acesso em 24 de nov. 2015.

BARROS, F.A. **Efeito de borda em fragmentos de Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.** 2006. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 05, de 04 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para o Estado da Bahia. **Resoluções do Conama:** Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 10, de 01 de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica. **Resoluções do Conama:** Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012.

BRASIL, Presidência da República, Lei 12.727 de 12 de outubro de 2012 - Altera a Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei n. 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o §2º do art.4º da Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 202, s. 1, p.1-3, 2012.

CAR, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL. **Recôncavo Sul:** perfil regional. Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS: Salvador, 1999.174 p. (Série Cadernos CAR, 25)."

CONAMA RESOLUÇÃO Nº 09, DE 24 DE OUTUBRO DE 1996 Define corredor de vegetação entre remanescentes" como área de trânsito para a fauna. **Diário Oficial da União**, no 217, de 7 de novembro de 1996.

CONGALTON, R. G., GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 137p.

COSTA, C.O.R. **Influência dos efeitos da borda sobre a comunidade de anfíbios anuros de serrapilheira da Mata Atlântica da Estação Biológica de Boracéia, SP**. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", Piracicaba. 2014.

COSTA, M.A.A.; GUEDES, M.L.S. Levantamento florístico de dois fragmentos de Mata Atlântica dos municípios de Amargosa e Elísio Medrado, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.10, n.2-4, p.207-216, 2010.

FERREIRA, J.D. **Aves e efeitos da fragmentação em um remanescente de Mata Atlântica no Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2009. 137f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.

FONSECA, G.A.B. et al. Corredores de biodiversidade: o Corredor Central da Mata Atlântica. In: PRADO P.I. et al. (Orgs.) **Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia**. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB / CI / CABS / UFMG / UNICAMP. 2003.

LIMA-RIBEIRO, M.S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estrutura populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.22, n.2, p.535-542, 2008.

MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Mata Atlântica. PORTALBio. **Biomass brasileiros**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72 &id-Menu=3646>> Acesso em 27 de julho de 2009.

PACIÊNCIA, M.L.B.; PRADO, J. Edge effects on pteridophyte community in Atlantic rain forest on the Una region, Souht of Bahia State, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.641-653, p.641-653, 2004.

QUEIROZ, M.A. Unidades de Conservação nos Estados de Sergipe e Bahia - presente e futuro. **Magistra**, v.25, n. especial I RGVNE, p.58-61, 2013.

RIBEIRO, M.O.; ZAÚ, A.S. Levantamento populacional e manejo da exótica invasora *Dracaena fragrans* (L.) Ker-Gawl (Angiospermae - Liliaceae), em um trecho de Florestal Atlântica sob efeitos de borda no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, s.1, p.21-23, 2007.

SAMAPAIÓ, R.C.N. **Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do Estado de São Paulo**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Faculdade de Ciência Agrônômica. UNESP. Botucatu. 2011.

SANTOS, A.R. et al. Evolução, adubação e diagnose nutricional de pastagens no Recôncavo da Bahia. In: CARVALHO, C A.L. et al. (Orgs.). **Tópicos em ciências agrárias**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. p.172-181

SILVA, M.A.M. **Efeito da borda na estrutura e na dinâmica espaço temporal de um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil**. 2010. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2010.

SBS. Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo: SBS, 2006. 105p.

SOS MATA ATLÂNTICA, Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2012-2013. Relatório Técnico. São Paulo. 2014.

TABARELLI, M. et al. Fragmentação e perda de habitats na Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco. In: SIQUEIRA FILHO, J.A.; LEME, E. M.C. **Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste**: biodiversidade, conservação e suas bromélias. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2006. p.80-99.

VIDAL, M.M. et al. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e do tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.3, p.521-532, 2007.



*Distribuição espacial de
árvores matrizes em
áreas remanescentes de
Mata Atlântica no
Recôncavo da Bahia*



Capítulo 2 - Distribuição espacial de árvores matrizes em áreas remanescentes de Mata Atlântica no Recôncavo da Bahia

*Edson Ferreira Duarte; Ligia Silveira Funch
Lucas Gomes de Souza; Daiane Sampaio Almeida;
Ricardo Franco Cunha Moreira*

2.1. Introdução

A compreensão da distribuição espacial em análises ecológicas é essencial para a análise funcional dos processos ecológicos (Metzger, 2001). O entendimento dos padrões de distribuição espacial de uma espécie vegetal auxilia na compreensão de vários aspectos ecológicos como a dispersão das sementes e fenologia, das interações intra e interespecíficas, que por sua vez, contribuem para o seu manejo ou conservação. Para tanto, são necessárias informações sobre as características de remanescentes naturais, principalmente sobre os padrões de distribuição espacial existentes, que diferem de população para população (Hay et al., 2000; Nascimento et al., 2002; Miranda-Melo et al., 2007). Mesmo em ambientes antropizados esse conhecimento pode ser aplicado para a compreensão da distribuição de árvores na paisagem (Falce et al., 2012).

A estrutura espacial de uma população é o resultado do seu padrão de distribuição espacial, o qual é definido pelo número de indivíduos por unidade de área e pela posição dos indivíduos em relação aos outros (Ricklefs, 1996). Os padrões de distribuição espacial natural das espécies vegetais demonstram sua localização na área natural e de como elas se regeneram. Ou seja, os padrões espaciais de adultos em uma população são resultantes da interação de duas funções: distribuição de sementes e a probabilidade de sobrevivência até a maturidade. Assim caracteriza-se como aleatório, quando existe uma probabilidade igual de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço; agregado, quando os indivíduos tendem a sobreviver em sítios particulares, resultando em indivíduos mais próximos do que na distribuição aleatória; e o uniforme, quando os indivíduos exibem distâncias similares entre si (Lima-Ribeiro e Prado, 2007; Souza e Coimbra, 2005; Odum, 1983; Townsend et al., 2010).

O padrão de distribuição espacial das espécies, pode variar com as condições ambientais, com a disponibilidade de recursos, até mesmo pelas ações antrópicas (Rodrigues e Nascimento, 2006). As va-

riações do padrão de distribuição afetam a estrutura genética das populações de plantas, incluindo a densidade de adultos e os mecanismos de dispersão primárias e secundárias de sementes (Martins, 2012).

A análise do padrão de distribuição comumente é realizado por meio do inventário na área de estudo, realizando-se demarcação de parcelas de tamanhos variados, quantificando o número de indivíduos totais por cada parcela (Marimon-Junior e Haridasan, 2005; Vieira et al., 2014).

Devido à grande exploração e a degradação antrópica da Mata Atlântica, a maior parte dos remanescentes é formada por fragmentos isolados formados por matas secundárias de estágio sucessional inicial ou médios (Metzger, 2000; Metzger et al., 2009). A fragmentação modifica o padrão espacial dos habitats e é uma das causas mais importantes da perda da biodiversidade (Fahrig, 2003; Ewers e Didhan, 2006; Fischer e Lindenmayer, 2007; Laurance et al., 2011). Que nas paisagens florestais é devida à redução das populações e às alterações nos padrões de migração e de dispersão (Nascimento e Laurance, 2006). A ocupação humana e as atividades agrícolas a partir do século XVI são as causas da fragmentação florestal no Recôncavo da Bahia, que resultaram 84% das áreas antropizadas (CAR, 1999).

A fragmentação é um processo natural, acelerado pelo homem, que promove a divisão de um ambiente, causando problemas ambientais em seu entorno, principalmente a vulnerabilidade a eventos ambientais, demográficos e genéticos de espécies florestais (Rambaldi e Oliveira, 2003; Batista et al., 2012).

A fragmentação da paisagem natural também leva a perda da diversidade genética de populações e de espécies que ocasiona mudanças na estrutura interpopulacional. Por exemplo: a perturbação ocasionada pela fragmentação em aspectos reprodutivos pode se dar pelo isolamento de árvores, as quais produzirão sementes por autofecundação ou por apomixia como a única alternativa (Ferreira-Ramos, 2012; Shimizu, 2007). Dessa forma a fragmentação reduz o fluxo gênico, aumenta a deriva genética e a endogamia, afetando a reprodução das espécies vegetais e podendo causar depressão endogâmica e a redução da capacidade de resistir à pressão de seleção natural a qual expõe as espécies ao risco de extinção (Seoane et al., 2005; Seoane, 2007; Young e Boyle, 2000).

2.2. Padrões de distribuição espacial de plantas

Em vegetais de interesse para o homem a compreensão dos

padrões de distribuição pode ser aplicado para a localização do recurso vegetal ou para entender como houve a seleção de nichos de estabelecimento ao longo da história evolutiva.

As espécies podem ocorrer de forma agregada na paisagem, ou seja com grupos de indivíduos que estão próximos uns dos outros e mais distantes de outros grupos, que podem ser uniformemente ou aleatoriamente distribuídos. Mas em uma escala mais ampla o padrão pode ser percebido como agrupado, enquanto em uma micro-escala, pode ser compreendido como uniforme ou irregular, ou seja os fenômenos da paisagem dependem da escala de observação (Metzger, 2001).

Os padrões de distribuição demonstram a adaptação dos indivíduos às condições de ocorrência, a qual pode ser compreendida como seleção de sítio de ocorrência, revelando a exigência da espécie a alguma característica específica encontrada, ou uma associação com as estratégias de dispersão de frutos e de sementes à curta distância. Em outros casos podem ocorrer agregação pela associação estreita com animais conforme foi verificada em *Dyckia maritima* Baker que apresenta relações mutualísticas com cupins que ao fazerem forrageamento trazem para suas colônias nutrientes que são disponibilizados às plantas, que crescem mais abundantemente e protegem a colônia com suas folhas dotadas de espinhos (Waldemar e Irgang, 2003). A taxa de recrutamento em espécies vegetais também altera a frequência de indivíduos ao longo das gerações e especialmente na paisagem. Em *Xylopia brasiliensis* Sprengel houve maior taxa de recrutamento na borda da mata que no interior da mata, devido ao carreamento de nutrientes de áreas vizinhas (Corrêa e Van Den Berg, 2002).

Espécies de ocorrência rara e irregular na paisagem também podem demonstrar tais associações, porém os processos de dispersão e de estabelecimento, definidos pelas taxas de recrutamento ao longo do tempo, condicionam o sucesso no estabelecimento e exercem efeitos mais decisivos em seu padrão de distribuição espacial. As espécies raras e de distribuição irregular podem em alguns momentos apresentar naturalmente grupos de indivíduos agregados em certos sítios/nichos de regeneração e irregularmente distribuídos na paisagem, sem um padrão claro de ocorrência espacial, pois apresentam plasticidade ambiental (Ricklefs, 1996; Piña-Rodrigues et al., 2015).

2.3. Efeito do tamanho da parcela

Os tamanhos das parcelas nos estudos de distribuição espacial podem variar com o porte da espécie analisada e também com a distância encontrada entre os indivíduos da população. Mas, devido a escassez de estudos, pouco se pode afirmar quanto ao tamanho padrão de parcelas adequado para este tipo de amostragem (Krebs, 1999).

Para espécies arbóreas, comumente usam-se áreas de 5x5, 10x10 m, 5x50 m, 100x100 m (Alves, 2007). No entanto em arbustivas, ao aumentar a área de observação pode-se aumentar os valores dos índices de dispersão, indicando maior agregação dos indivíduos, como resultado dos fatores e recursos ambientais (Lima-Ribeiro e Prado, 2007).

A identificação do padrão de distribuição espacial de plantas em áreas remanescentes é importante para compreender o grau de alteração que a cobertura vegetal sofreu e também para determinar como os recursos florestais necessários à recomposição florestal estão distribuídos na paisagem. Assim fez-se o lançamento de parcelas de 5x5 m e de 100x100 m nas populações das espécies alvo com o auxílio do programa computacional ArcGis 10.2® (Figura 2.1).

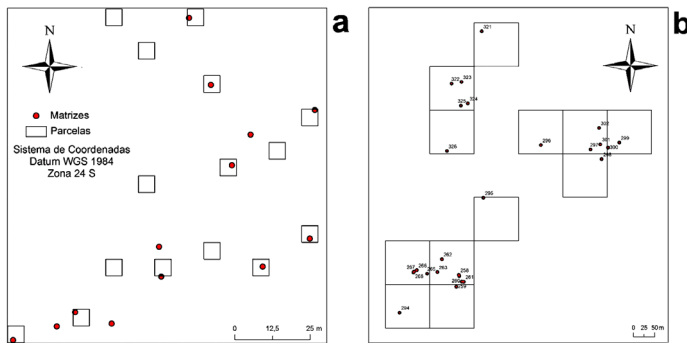


Figura 2.1. Lançamento de parcelas para determinar o padrão de agregação. a. Parcelas de 5x5 m (25m²); b. Parcelas de 100x100 m (10.000m²). Fonte: Elaborado pelos autores.

O cálculo da agregação pode ser feito pelo Índice de Payandeh ou índice de agregação (P) expresso por (Carvalho, 1993):

$$P = V/M$$

Em que: P = índice de agregação.

V = variância do número de plantas por quadrado.

M = média do número de plantas por quadrado de 25 m² e de 10.000 m².

Os valores de P menores que 1,0 determinam que o padrão de distribuição espacial não é agregado. Valores de P entre 1,0 e 1,5 determinam tendência ao padrão espacial agrupado enquanto valores maiores que 1,5 determinam o agrupamento (Carvalho, 1993). Sanquetta et al. (2014) ajustaram a terminologia da classificação em araucária e classificaram a distribuição espacial em aleatória ou não agrupada quando o valor de $P < 1$; com tendência ao agrupamento quando $1 \leq P \leq 1,5$; ou como agrupada quando $P > 1,5$.

Verifica-se que o tamanho da parcela modifica a interpretação do padrão de agregação das espécies estudadas (Tabela 2.1), pois em parcelas menores (25 m²) os resultados indicaram que a estrutura espacial das espécies tende a ser não agrupada ($P < 1$) ou com tendência a agregação, mas quando a parcela foi de 10.000 m² o padrão de distri-

Tabela 2.1. Índice de agregação de Payandeh (P) de espécies florestais arbóreas ocorrentes no Recôncavo da Bahia, Brasil, em função do tamanho da parcela.

Espécie	P (5x5m)	P (100x100m)
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	0,885	1,993
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	1,007	13,336
<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.	0,909	1,501
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	0,819	2,126

Fonte: Elaborado pelos autores

buição espacial passou a ser classificado como agregado ($P > 1,5$). Isso se deve ao lançamento de parcelas menores (25 m²) em áreas sem matrizes marcadas, reduzindo o valor de P . Para evitar esse tipo de equívoco recomenda-se que as parcelas para estudo da distribuição espacial em árvores matrizes sejam de 10.000 m², apesar de existirem trabalhos que tratem de estudos em espécies arbóreas com parcelas menores (Alves, 2007; Carvalho, 1993).

Os resultados médios para espécies estudadas revelaram um padrão de distribuição com tendência a agregação e/ou agregado (Tabela 2.1), em razão do grau de degradação, pois as plantas estavam principalmente em áreas de pastagem ou áreas cultivadas.

Destaca-se que o valor de P em *D. nigra* foi muito diferente das demais espécies por ter sido estudada uma subpopulação em que as árvores foram plantadas muito adensadas (3x4 m). Mas as subpopulações naturais dessa espécie tenderam a apresentar valores de P próximos de 4 (Tabela 2.2) o que indica que as subpopulações ocorrentes em áreas remanescentes apresentaram padrão de distribuição agrupado.

2.4. Distribuição espacial de árvores matrizes

Para caracterizar a distribuição espacial das espécies alvo estudadas em áreas remanescentes de Mata Atlântica no Recôncavo da Bahia, foram lançadas parcelas quadradas de 10.000m², indicadas para Florestas Ombrófilas Densas e Ombrófilas mistas (Mattos et al., 2008), com uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas). O SIG foi utilizado para definir o tamanho e forma das parcelas, com maior eficiência e minimizando os custos para o inventário das 4 espécies estudadas. As parcelas foram lançadas em mapas (Figura 2.2) nas regiões em que as matrizes foram encontradas e georreferenciadas com GPS de navegação. A quantidade de parcelas foram definidas de acordo com a distância encontrada entre os indivíduos de cada subpopulação.

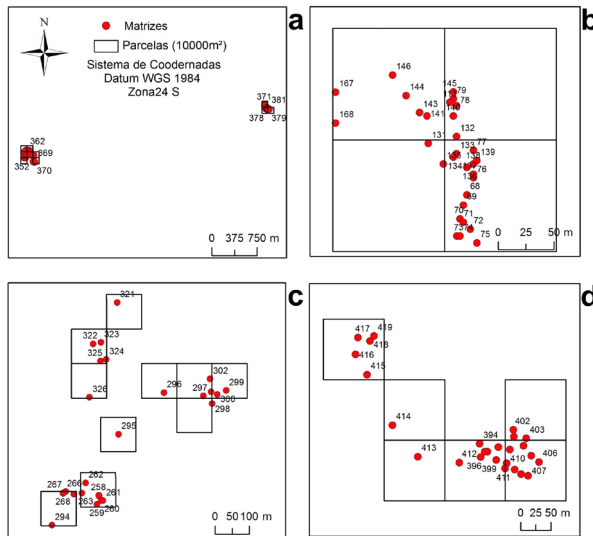


Figura 2.2. Parcelas de 10.000m² lançadas nas subpopulações de árvores matrizes ocorrentes em municípios do Recôncavo da Bahia, Brasil. a. *Bowdichia virgilioides* Kunth.; b. *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.; c. *Goniorrhachis marginata* Taub.; d. *Joannesia princeps* Vell. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para as espécies sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* - Fabaceae) e itapicuru (*Goniorrhachis marginata* - Fabaceae), foram lançadas 10 parcelas por subpopulação; e para cutieira (*Joannesia princeps* - Euphorbiaceae), 6 parcelas por subpopulação; para jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* - Fabaceae), 4 parcelas por subpopulação. Assim, a variação do número de parcelas foi para evitar o lançamento em locais

em que as árvores matrizes não ocorreram e/ou não foram marcadas.

Os padrões de distribuição espacial das matrizes foram determinados pelo Índice de Payandeh (P) (Carvalho, 1983), sendo as árvores distribuídas da seguinte forma: 167 matrizes de *B. virgilioides* distribuídas em seis subpopulações; 136 plantas de *D. nigra* em quatro subpopulações; 120 plantas de *G. marginata* em quatro subpopulações; 84 plantas de *J. princeps* em quatro subpopulações (Figuras 2.3 a 2.6).

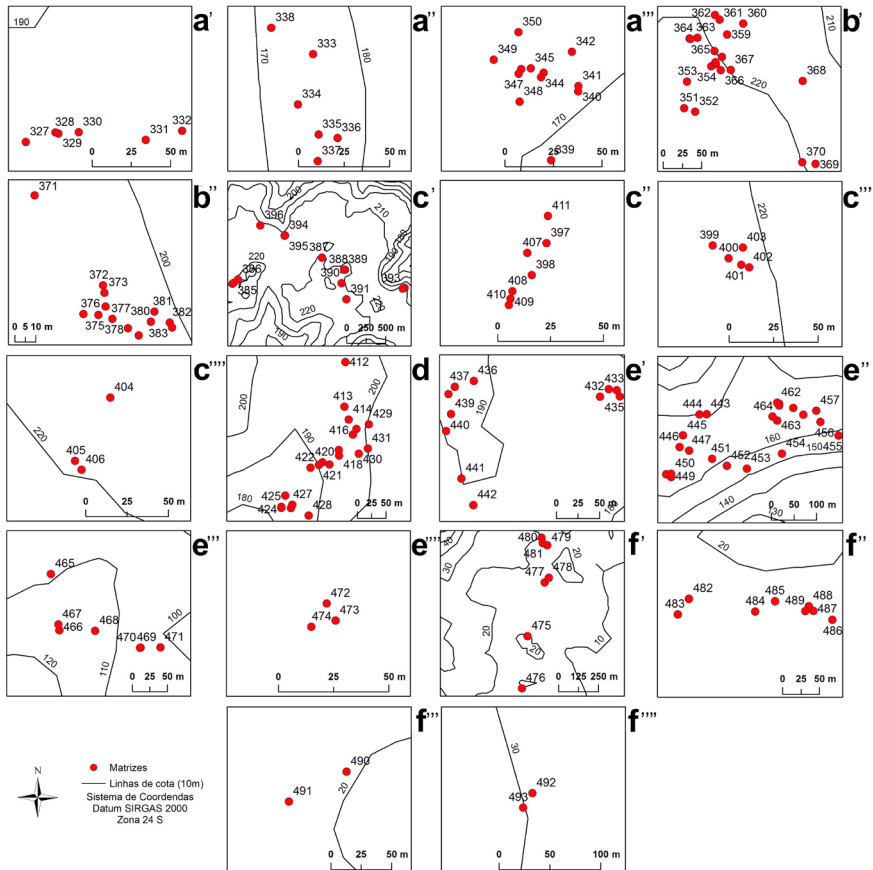


Figura 2.3. Distribuição espacial de árvores matrizes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. - Fabaceae) de subpopulações ocorrentes em municípios do Recôncavo da Bahia, Brasil. a. Subpopulação 1 (Santo Amaro e Cachoeira); b. Subpopulação 2 (Governador Mangabeira e Muritiba); c. Subpopulação 3 (Cruz das Almas e Sapeaçu); d. Subpopulação 4 (São Felipe); e. Subpopulação 5 (Santo Antônio de Jesus e Muniz Ferreira); f. Subpopulação 6 (Nazaré). Fonte: Elaborado pelos autores.

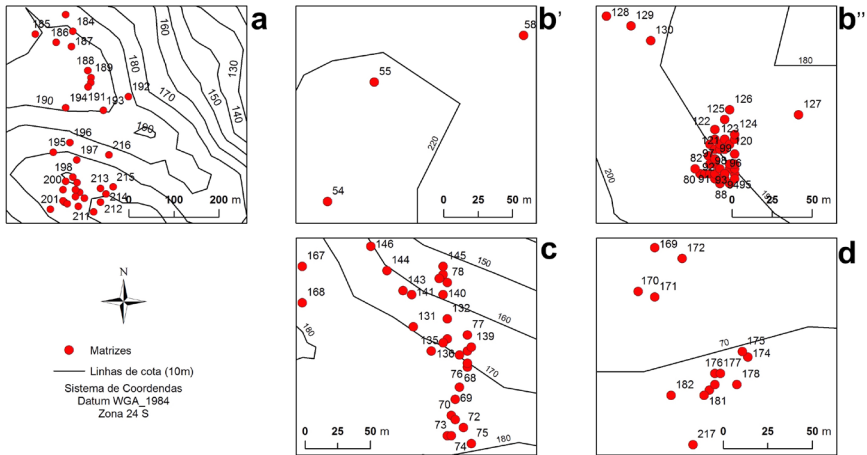


Figura 2.4. Distribuição espacial de árvores matrizes de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemao ex Benth. - Fabaceae) de subpopulações ocorrentes em municípios do Recôncavo da Bahia, Brasil. a. Subpopulação 1 (Cachoeira); b. Subpopulação 2 (Cruz das Almas); c. Subpopulação 3 (Dom Macedo Costa); d. Subpopulação 4 (Muniz Ferreira). Fonte: Elaborado pelos autores.

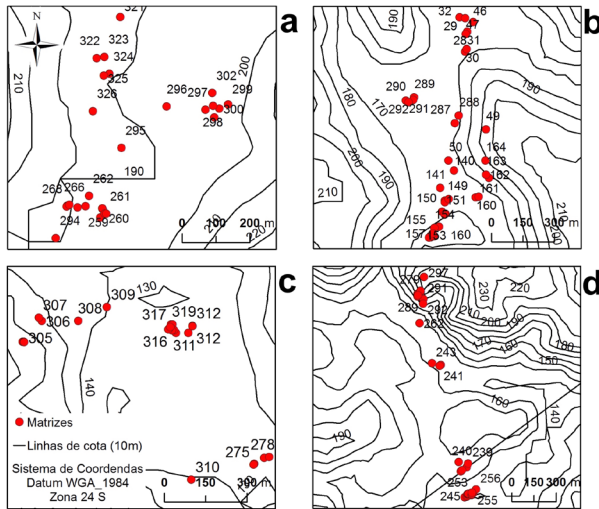


Figura 2.5. Distribuição espacial de árvores matrizes de itapicuru (*Goniorrhachis marginata* Taub. - Fabaceae) de subpopulações ocorrentes em municípios do Recôncavo da Bahia, Brasil. a. Subpopulação 1 (São Gonçalo dos Campos); b. Subpopulação 2 (Conceição do Almeida); c. Subpopulação 3 (Conceição do Almeida); d. Subpopulação 4 (Santo Antônio de Jesus). Fonte: Elaborado pelos autores.

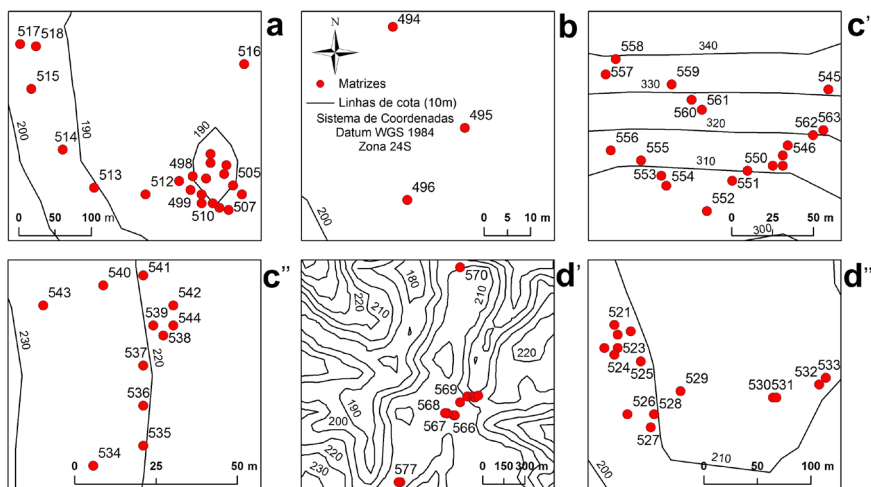


Figura 2.6. Distribuição espacial de árvores matrizes de cutieira (*Jannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae) de subpopulações ocorrentes em municípios do Recôncavo e no Recôncavo Sul da Bahia, Brasil. a. Subpopulação 1 (Muritiba); b. Subpopulação 2 (Presidente Tancredo Neves); c. Subpopulação 3 (Laje); d. Subpopulação 4 (Valença). Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição espacial das espécies arbóreas estudadas, demonstrou que 62,5% das populações das espécies foram classificadas como agrupadas no ambiente, 14,6% apresentaram tendência ao agrupamento; e 22,9% foram classificadas como não agrupadas (Tabela 2.2). Como o processo de ocupação com atividades agrícolas no Recôncavo da Bahia é relativamente antigo, acredita-se que a distribuição espacial das espécies estudadas tenha sido alterado em relação à original na floresta nativa. Desse modo o padrão agregado observado não pode ser interpretado como padrão natural, pois as espécies estudadas foram encontradas em pequenos fragmentos e/ou como remanescentes em áreas de pastagem ou cultivadas.

Adicionalmente, a agregação das espécies podem apresentar diferentes valores, indivíduos de menor altura apresentam tendência ao agrupamento, como resultado da distribuição das sementes das quais foram formados e/ou favoráveis à germinação e ao estabelecimento inicial, mas para as plantas maiores também podem apresentar-se fortemente agrupadas (Carvalho, 1983). A maior proporção de agregação das espécies é dado pelo número de indivíduos maior que

Tabela 2.2. Distribuição espacial utilizando o índice de Payandeh (*P*) em quatro espécies ocorrentes em subpopulações no Recôncavo e Recôncavo Sul da Bahia, Brasil.

Espécie/subpopulação	Variância	Média	<i>P</i>	Classificação
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.				
Subpopulação 1	7,600	2,400	3,167	agrupada
Subpopulação 2	7,344	3,300	2,226	agrupada
Subpopulação 3	3,789	2,700	1,403	tendência ao agrup.
Subpopulação 4	6,667	2,000	3,333	agrupada
Subpopulação 5	4,711	3,600	1,309	tendência ao agrup.
Subpopulação 6	0,989	1,900	0,520	não agrupada
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.				
Subpopulação 1	18,250	3,750	4,867	agrupada
Subpopulação 2	35,667	7,500	4,756	agrupada
Subpopulação 3	529,667	13,500	39,235	agrupada
Subpopulação 4	33,667	7,500	4,489	agrupada
<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.				
Subpopulação 1	4,944	2,500	1,978	agrupada
Subpopulação 2	2,278	3,500	0,651	não agrupada
Subpopulação 3	3,733	2,200	1,697	agrupada
Subpopulação 4	6,044	3,600	1,679	agrupada
<i>Joannesia princeps</i> Vell.				
Subpopulação 1	17,866	3,666	4,862	agrupada
Subpopulação 2	3,200	5,000	0,640	não agrupada
Subpopulação 3	1,366	2,166	0,631	não agrupada
Subpopulação 4	5,900	2,500	2,360	agrupada

Fonte: Elaborado pelos autores.

o indicado nos limites do índice de Payandeh. Porém, o grau de agregação também pode estar relacionado aos fatores ambientais como a ocorrência de maior heterogeneidade espacial nas taxas de fornecimento de recursos destes ambientes e/ou das interações bióticas (Nobrega et al., 2011).

2.5. Implicações da distribuição espacial para o fluxo gênico e para a colheita de sementes

Populações naturais com padrão de distribuição agregado evoluíram para não sofrer efeitos da proximidade dos indivíduos da mesma população, sendo verificadas estratégias para limitar o cruzamento de indivíduos aparentados, tais como: assincronia reprodutiva e mecanismos para prevenir a autopolinização. Mas quando as ações huma-

nas e/ou cultivos alteram a paisagem natural, causando a fragmentação florestal e a consequente degradação dos habitats naturais pode ocorrer implicações genéticas negativas, como a perda de diversidade e o fluxo gênico restrito (Finger et al., 2014; Kettle, 2014). A redução contínua no tamanho de muitas populações florestais pode levar à perda de variabilidade pela deriva genética (Sebbenn e Ettori, 2001). A deriva contribui ao longo das gerações para a perda de variabilidade (alelos e heterozigosidade), para o aumento da endogamia e do grau de parentesco e também pode promover o aparecimento da depressão por endogamia, que é caracterizada pela redução na capacidade adaptativa às mudanças ambientais, pela redução na fertilidade, no vigor, no porte e da produtividade, entre outros (Allard, 1971).

Os estudos desenvolvidos com *Cedrella fissilis* Vell. e com *Chorisia speciosa* St. Hil. ocorrentes em populações fragmentadas da Mata Atlântica demonstraram a perda de alelos por deriva genética, pois o processo de fragmentação além de reduzir a variabilidade limita o fluxo gênico contemporâneo, promovido pelo fluxo de pólen e de sementes. Uma vez que os polinizadores e dispersores passam a ter restrição em suas áreas de circulação (Kageyama et al., 1998; Carvalho et al., 2010).

Em estudos e programas de produção de sementes a estrutura espacial e o padrão de distribuição tem efeitos na forma e no rendimento de colheita de sementes, pois em espécies com padrão agregado e que são possivelmente alógamas, a colheita deve ser feita em poucos indivíduos de cada agrupamento (população/subpopulação), devendo-se colher sementes de poucos indivíduos e de um maior número de populações, visando aumentar a variabilidade genética das sementes obtidas. Em espécies que apresentam padrão de distribuição espacial uniforme a colheita de sementes deve ser realizada em indivíduos que não sejam vizinhos, na tentativa de evitar a colheita de sementes de indivíduos aparentados.

E em espécies vegetais em que o padrão de distribuição seja irregular, os cuidados na colheita de sementes devem ser em se evitar a colheita de indivíduos muito próximos. Contudo a distância depende da distância de fluxo de pólen e de sementes, ou seja, da distância da vizinhança reprodutiva.

Os polinizadores e visitantes florais das quatro espécies alvo estudadas no Recôncavo da Bahia são abelhas, borboletas e beija-flores em *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Silva et al., 2011), abelhas em *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (Vale et al., 2011), em *Goniorrhachis*

marginata Taub. (Melo, 2008) e em *Joannesia princeps* Vell. (Carvalho, 2005), os quais apresentam distâncias de voo estimadas entre 300 m e 8.000 m (Piña-Rodrigues et al., 2007), sendo essas distâncias que o pólen carregado por esses animais podem chegar. Enquanto a dispersão das sementes e o fluxo gênico associado a elas pode atingir até 1.000 m, sendo mais comum as distâncias entre 50 m e 150 m (Sousa et al., 2015).

Em algumas espécies o fluxo gênico pode se dar a grandes distâncias, em função da distribuição natural da espécie ser rara como em *C. fissilis* e em *Couratari mutiflora* (J.Smith) Eyma (1 árvore a cada 8 ha; e 1 árvore a cada 10 ha, respectivamente). De todo modo, a maior frequência de fluxo gênico pelo pólen foi verificada principalmente de 50 m até 1.000 m o qual é limitado pela fragmentação (Kageyama et al., 1998), que pode reduzir a variabilidade genética das sementes produzidas de uma população. A variabilidade pode ser mantida em diferentes populações sem a necessidade do fluxo gênico sistemático conforme foi discutido para populações e subpopulações de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. Como o fluxo gênico é um aspecto evolutivo que aumenta a variabilidade genética de uma espécie, sua restrição em uma população pode causar o aumento da divergência entre populações e subpopulações o que pode conseqüentemente levar a formação de uma nova espécie (Seoane et al., 2000).

Uma outra consequência da agregação das populações em fragmentos isolados é a redução da área de vizinhança reprodutiva, que consiste na distância entre indivíduos que partilham genes durante o fluxo gênico. Em *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. em que o fluxo gênico por sementes foi responsável por 2/3 e que o de pólen foi responsável por 1/3 do fluxo contemporâneo, foi determinada uma vizinhança reprodutiva de 2,4 ha, ou seja, essa é a área em que ocorreu fluxo gênico, sendo necessárias áreas e distâncias maiores que 266 m para evitar a colheita de sementes de indivíduos aparentados (Ferreira-Ramos, 2012). Nos pequenos fragmentos e subpopulações das espécies estudadas no Recôncavo da Bahia esse requisito nem sempre poderá ser atendido para as espécies alvo ou até mesmo outras mais raras na paisagem.

Nas matas ciliares, que apresentam um papel estratégico para a conservação da biodiversidade e para a formação de corredores genéticos, a avaliação da diversidade genética e do tamanho efetivo de uma população natural de *Genipa americana* L., com o intuito de de-

terminar o número de árvores matrizes para a colheita de sementes e a área mínima viável para a sua conservação *in situ* (Sebbenn et al., 2003), foi estimado um tamanho efetivo (\hat{N}_e) de árvores adultas (50) maior que o número de indivíduos amostrados na população (42). Assim para se reter o tamanho efetivo de 50, em amostras de sementes, será necessária a colheita em pelo menos 20 árvores matrizes na população. E com base na densidade de indivíduos por hectare e na relação entre o tamanho efetivo e o número senso (\hat{N}_e/n) determinou-se que a área mínima viável para a conservação *in situ* da população seria de 50 hectares, sendo essa a área de vizinhança reprodutiva dessa espécie.

As sementes que originarão novas populações nos Reflorestamentos poderão ser colhidas de indivíduos aparentados, o que pode causar depressão endogâmica, pelo cruzamento entre plantas filhas aparentadas. Os efeitos da depressão endogâmica podem ser verificados pela perda de vigor, pela menor habilidade em resistir às condições adversas, além de falhas na capacidade de reprodução dos indivíduos, o que em um cenário futuro implicaria na incapacidade da população se regenerar (Kageyama et al., 1998).

Para a sobrevivência de populações de espécies vegetais florestais que estão sendo fragmentadas (conservação *in situ*), deve-se fazer a conservação *ex situ*, que objetiva manter amostras representativas das populações originais (Lleiras, 1992). A conservação *ex situ* de populações pode passar por testes de procedências e de progênes por permitir a manutenção da variabilidade genética, por fornecer informações dos padrões de variação genética e de caracteres de interesse econômico (Sebben e Etori, 2001). Nesse sentido, uma das alternativas a serem adotadas para minimizar o efeito da fragmentação sobre as populações naturais ocorrentes no Recôncavo da Bahia poderá ser a criação de pomares de sementes florestais.

O reflorestamento nem sempre é capaz de promover a recomposição das funções ecológicas das florestas plantadas, pois a capacidade de sustentar os polinizadores e dispersores nem sempre são recuperadas. Dessa forma além da necessidade de se obter sementes de áreas remanescentes, deve-se destiná-las ao replantio de áreas em que o funcionamento florestal também seja restaurado.

2.6. Considerações finais

As espécies estudadas apresentam polinização alógama, assim a distribuição agregada das subpopulações indica que as sementes produzi-

das podem resultar da troca de genes entre as matrizes de cada subpopulação, pois são polinizadas principalmente por abelhas que voam principalmente a curtas distâncias. Isso implica que além da possibilidade de serem indivíduos aparentados pode ocorrer menor variabilidade genética dentro da subpopulação do que entre as subpopulações.

O isolamento físico das subpopulações devido à fragmentação florestal é um aspecto que pode aumentar a endogamia, com possíveis consequências negativas para as gerações futuras, pois a variabilidade pode ser reduzida, podendo até causar depressão endogâmica. Como medida preventiva para aumentar a variabilidade nos lotes de sementes deve-se colher sementes de poucas matrizes de cada subpopulação e buscar um maior número de populações.

Nesse último aspecto as espécies estudadas no Recôncavo da Bahia apresentam sérias restrições, pois foi feito um grande esforço para a marcação das matrizes 507 matrizes, sendo necessário ainda recorrer à áreas dos municípios de Presidente Trancredo Neves, de Valença (Região do Litoral Sul da Bahia) e de São Gonçalo dos Campos (Região do Paraguaçu) para conseguir localizar subpopulações de *J. princeps* e de *G. marginata*. Assim, verifica-se que tanto a disponibilidade de sementes oriundas de plantas matrizes marcadas, quanto a qualidade genética necessárias aos programas de reflorestamento regional apresentam limitações que devem ser consideradas no planejamento da produção de sementes e no uso das mudas oriundas delas.

Diante do cenário atual de fragmentação que produziu subpopulações agredadas recomenda-se também que se faça o rodízio na colheita das sementes dos indivíduos de cada subpopulação, para tentar obter a maior variabilidade possível. Deve-se também introduzir sementes oriundas de populações de áreas vizinhas da mesma bacia hidrográfica, visando aumentar a variabilidade.

2.7. Bibliografia

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.

ALVES, E.O. et al. Crescimento e Distribuição Espacial de *Croton urucurana* Ball. em Dourados – MS. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.104-109, 2009.

BATISTA, C.M. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênes de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, n.71, p.269-276, 2012.

CAR, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL. **Recôncavo Sul**: perfil regional. Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS: Salvador, 1999. 174p. (Série Cadernos CAR, 25).

CARVALHO, J.O.P. **Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 24p. (Boletim de Pesquisa, 53).

CARVALHO, P.E.R. **Boleira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 9p. (Circular técnica, 105).

CARVALHO, A.C.M. et al. Diversidade genética, endogamia e fluxo gênico em pequena população fragmentada em *Copaifera langsdorffii*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.4, p.599-606, 2010.

CORRÊA, B.S.; VAN DEN BERG, E. Estudo da dinâmica da população de *Xylopia brasiliensis* Sprengel em relação a parâmetros populacionais e da comunidade em um floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Cerne**, v.8, n.1, p.1-12, 2002.

FALCE, B.O. et al. Análise da distribuição espacial de árvores e arbustos quanto ao porte, à taxonomia e à utilização através de sistema de informação geográfica. **REVSBAU**, v.7, n.1, p. 23-34, 2012.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.34, p.487-515, 2003.

FERREIRA-RAMOS, R. **Sistema de cruzamento, fluxo de pólen e isolamento genético de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. em um fragmento localizado no interior de São Paulo**. 2012. 181f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D.B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v.16, p.265-280, 2007.

FINGER, A. et al. Forest fragmentation genetics: what can genetics tell us about forest fragmentation? In: KETTLE, C.J.; KOHL, L.P. (Eds.) **Global forest fragmentation**. Wallingford: CABI, 2014.

HAY, J.D. et al. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do Cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.3, p.341-347, 2000.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p.65-70, 1998.

KETTLE, C.J. Fragmentation genetics in tropical ecosystems: from fragmentation genetics to fragmentation genomics. **Conservation Genetics**, v.15, p.1265-1268, 2014.

KREBS, C. J. 1999. **Ecological Methodology**. 2. ed. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 1999.

LAURANCE, W.F. et al. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. **Biological Conservation**, v.144, n.1, p.56-67, 2011.

LIMA-RIBEIRO, M.S.; PRADO, E.C. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* Mart. ex DC. (Asteraceae) em um fragmento de cerradão no município de Caiapônia-GO, Brasil. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.81-89, 2007.

LLEIRAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 1992. pt.4, p.1179-1184.

MARIMON-JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso. Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, p.915-928, 2005.

MARTINS, K.; RAPOSO, A.; WADT, L.H. Pollen and seed flow patterns of *Carapa guianensis* Aublet. (Meliaceae) in two types of Amazonian

Forest. **Genetics and Molecular Biology**, n.35, v.4, p.818-826, 2012.

MATTOS, P.P. et al. **Demonstração de diferentes protocolos para implantação de parcelas permanentes em Floresta Ombrófila Mista**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 6p. (Comunicado Técnico, 208).

MELO, P.A. **Flora apícola em Jequitibá, Mundo Novo-BA**. 77f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

METZGER, J.P. Tree functional group richness and spatial structure in a tropical fragmented landscape (SE Brazil). **Ecological Applications**, v.10, p.1147-1161, 2000.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v.1, n1/2, p.1-9, 2001.

METZGER, J.P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1166-1177, 2009.

MIRANDA-MELO, A.A.; MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.3, p.501-507, 2007.

NASCIMENTO, N.A.; CARVALHO, J.O.P.; LEÃO, N.V.M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionadas ao manejo de Florestas Naturais. **Revista Ciência Agrária**, v.37, p.175-194, 2002.

NASCIMENTO, H.E.M.; LAURANCE, W.F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**, n.36, v.2, p.183-192. 2006.

NOBREGA, G.A. et al. A composição florística e a diversidade de pteridófitas diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP. **Biota Neotropica**. v.11, n.2, p.153-164. 2011.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1983. 434p.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; SILVA, L.D. Parâmetros genéticos para colheita de sementes florestais. Cap. 3. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. et al. (Orgs.) **Parâmetros técnicos para a produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR, 2007. p.50-101.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.G.; GRIMALDI, M.C. Ecologia de sementes: revisão de conceitos aplicados à produção e qualidade de sementes florestais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.M.C; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Orgs.) **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p.102-125.

RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. (Eds.). **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003. 510p.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**, Traduzido por: BUENO, Cecília; LIMA E SILVA, Pedro P. de. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996. 470p.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010. 576p.

SANQUETTA, C.R. et al. **Floresta com Araucária e suas transições: pesquisas ecológicas de longa duração**. Curitiba: Multi-graphic, 2014. 296p.

SEBBENN, A.M.; ETTORI, L.C. Conservação genética *ex situ* de *Essenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênies misto. **Revista do Instituto Florestal**, v.13, n.2, p.201-211, 2001.

SEBBENN, A.M.; KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. Conservação genética *in situ* e número de matrizes para a coleta de sementes em população de *Genipa americana* L. **Scientia Forestalis**, n.63, p.13-22, 2003.

SEOANE, C.E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. Efeitos da fragmentação florestal na estrutura genética de populações de *Esenbeckia lei-*

carpa Engl. (Guarantã). **Scientia Forestalis**, n.57, p.123-139, 2000.

SEOANE, C.E.S. **Efeitos da fragmentação florestal sobre a genética de populações de guarantã**. Colombo: EMBRAPA Florestas. 2007. 83p. (Documento 159).

SEOANE, C.E.S. et al. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* Mart. **Revista do Instituto Florestal**, v.17, n.1, p.25-43, 2005.

SILVA, A.L.G.; CHAVES, S.R.; BRITO, J.M. Reproductive biology of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.33, n.4, p.463-470, 2011.

SHIMIZU, J.Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal brasileira**, n.54, p.07-35, 2007.

SOUZA, J. P.; COIMBRA, F. G. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. em um cerrado *sensu stricto*. **Bioscience Journal**. v.21, p.65-70, 2005.

SOUSA, V.A. 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.M.C; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Orgs.) **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p.45-82.

WALDEMAR, C.C.; IRGANG, B.E. A ocorrência do mutualismo facultativo entre *Dyckia maritima* Backer (Bromeliaceae) e o cupim *Cortaritermes silvestrii* (Holmgren), Nasutitermitinae, em afloramentos rochosos no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. **Acta Botânica Brasilica**, v.17, n.1, p.37-48, 2003.

VALE, V.S. 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.

YOUNG, A.G.; BOYLE, T.J. Forest fragmentation. In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. **Forest conservation genetics**. Melbourne: CSIRO Publishing, 2000. p.123-135.

*Otimização e
planejamento de rotas
de colheita de
sementes florestais*



Capítulo 3 - Otimização e planejamento de rotas de colheita de sementes florestais

*Elton da Silva Leite; Marcelo Marques Costa;
Claudia de Jesus Santos; Mariana Nogueira Bezerra;
Diego Castro da Silva*

3.1. Introdução

As constantes mudanças que o país tem passado principalmente no setor econômico, impulsionam as empresas a buscarem estratégias para se manterem estabilizadas no mercado, inovando em ações para atingir as metas necessárias, lançando mão de instrumentos que contribuam para alcançar tamanho objetivo.

A aplicação de métodos geotecnológicos e a implementação operacional tornou-se fundamental para as empresas, contribuindo consideravelmente na elaboração de várias programações do setor (Lima, 2009). Os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) destacam-se como uma geotecnologia muito utilizada em planejamento e facilitando as atividades de logística (Zhan, 1997).

Os SIGs são instrumentos relevantes no desenvolvimento estratégico das malhas viárias principalmente na área florestal, em que os gastos com o transporte em função da rota escolhida se refletem no custo final do produto. O uso de SIGs otimiza este processo reduzindo as perdas (Oliveira Filho et al., 2005).

Em uma série de situações a otimização está ligada a escolha entre as opções que facilitam o acesso ao serviço de maneira eficaz (Goldbarg e Luna, 2005). Uma dessas alternativas é a utilização da programação por meio da aplicação de algoritmos.

Algoritmos podem ser utilizados para organizar um sistema de diversas maneiras, podendo ser ou não executado na prática (Carvalho, 2004). Estão presentes em inúmeras atividades realizadas diariamente, obedecendo a uma sequência de passos para alcançar determinado objetivo (Ziviani, 1999).

Conhecer a função do algoritmo é importante para direcionar a aplicação sem a necessidade da criação de novos programas, auxiliando na compreensão das atividades de rotina em que estão envolvidos (Carvalho, 2004).

O algoritmo, caixeiro viajante é usado para estudar a roteirização, com a finalidade de buscar a menor rota. A limitação deste algo-

ritmo está na sua aplicação isolada, o que torna difícil a resolução de problemas de otimização, sendo necessária a combinação com algoritmos capazes de encontrar a melhor combinação entre os pontos (Andreolla e Kripka, 2010).

Este problema vem sendo estudado, por meio de eficientes algoritmos de tempo polinomial, entre eles destaca-se o algoritmo Dijkstra (Dijkstra, 1972). Esse algoritmo tem como finalidade encontrar o caminho ótimo, partindo do ponto principal, percorrendo todos os outros e retornando ao ponto inicial (Sampaio e Yanasse, 2004). Deng et al. (2012) destacaram que este algoritmo é utilizado com frequência para solucionar problemas de otimização.

O algoritmo de Dijkstra é muito claro e de fácil execução (Araújo, 2007). Uma das vantagens deste algoritmo é a finalização quando todos os pontos são interligados, semelhante ao traçado do menor caminho (árvore de caminho mais curto) (Zhan, 1997).

Ao aplicar este algoritmo para definição de rotas, considera-se a matriz ligando pontos de forma triangular o que possibilita o encontro do menor caminho (Deng et al., 2012). A partir da roteirização, esse algoritmo calcula a soma dos pesos para todos os caminhos possíveis entre o ponto de partida e o ponto de chegada e determina as combinações de todas as possíveis rotas, minimizando a distância percorrida, delineando o caminho mais eficiente (Stringher, 2004; Araújo, 2007).

O uso da roteirização, *routing*, define as rotas de um determinado setor logístico contribuindo para a sequência de destinos em atendimento às restrições (Malaquias, 2006). Esta operação permite determinar a logística disponível (Farkuh Neto e Lima, 2006). Esta atividade torna-se fundamental para conhecer as possíveis rotas ou malha viária de acesso a árvores matrizes na colheita de sementes florestais nativas, por meio do algoritmo a logística pode ser otimizada.

A colheita de sementes de espécies florestais é caracterizada pelo percorrer de grandes distâncias devido visitas constantes a árvores matrizes superiores. Um bom exemplo é o da espécie florestal suprapreta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) que deve ter uma distância mínima entre populações variando entre 5,5 km e 14,5 km, correspondendo ao raio de voo de um de seus principais polinizadores a *Apis mellifera* (Carvalho e Marchini, 1999; Beekman e Ratnieks, 2000; Silva et al., 2011). Neste caso os algoritmos podem ser aplicados com eficiência, pois otimizam o processo reduzindo este percurso.

A utilização de algoritmos se justifica ainda mais, quando alia-

dos às questões naturais de distanciamento das espécies, muitos outros fatores podem contribuir com o aumento das distâncias entre as matrizes, destacando-se as intervenções realizadas nas florestas. Diversas modificações estruturais e funcionais têm sido relatadas em decorrência do processo de fragmentação das comunidades e das florestas tropicais ameaçando a biodiversidade (Bernacci et al., 2006; Nascimento et al., 1999).

As árvores matrizes superiores podem ser relacionadas às melhores características, tais como o porte da planta, a forma, a qualidade de sementes, a sanidade e o destino das sementes (Sena, 2008). Peske et al. (2006) completou que as matrizes contribuem para programas de melhoramento, objetivando produzir cultivares superiores e comerciais.

A colheita de sementes das árvores matrizes realiza-se de forma aleatória, sem mapas de localização e direção e seguindo rotas únicas. Estes fatos contribuem para o aumento das distâncias e tempo entre as matrizes, aumentando os custos de colheita de sementes, fazendo-se necessário o planejamento das rotas. Desta forma, faz-se necessário realizar estudos de critérios na determinação do caminho mais rápido e de menor custo, para delinear a logística da colheita de sementes de plantas matrizes, objetivando otimizar os recursos.

Estudos de otimização surgem pela necessidade de planejamento que possibilitem o melhor acesso às matrizes, prevendo alternativas, caso surjam obstáculos nas estradas de acesso. Outro ponto importante visa a realização de toda a atividade de colheita em um período, mesmo quando não for possível efetivar o trabalho em um mesmo dia, pois pelo menos a elaboração de um método de planejamento, garante a retomada do processo a partir do ponto de colheita da última matriz.

Os resultados da otimização das rotas podem ser anexados em aparelhos de GPS com intuito de direcionar, de forma eficiente, facilitando o acesso das subpopulações e matrizes. Esta ferramenta é capaz de guiar, delinear a rota ótima e evidenciar as possíveis vias de acesso, além de possibilitar o planejamento de visitação das árvores matrizes.

Em virtude das grandes distâncias e visitas constantes às plantas matrizes, pode-se organizar uma rotina a partir da otimização das rotas, evitando perdas de recursos. Assim, a busca por melhorias na logística de colheita de sementes é fundamental para desenvolver estratégias ótimas para a tomada de decisões.

3.2. O processo de otimização e rotas para a colheita de sementes florestais

3.2.1. Área de estudo

Para validação do estudo proposto foram utilizados dados referentes à subpopulações de *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae) oriundas dos municípios baianos de Muritiba (25), Laje (30), Serra Grande/Valença (14) e Presidente Tancredo Neves (15). As matrizes foram oriundas de áreas reflorestadas e associadas a plantações de cacaueteiro, o que facilitou consideravelmente o acesso. Foram selecionadas 84 matrizes com altura estimada de 9,5 a 19 metros, diâmetro a 1,3 m de altura entre 0,24 e 0,53 m.

As informações referentes ao clima, à precipitação média e à temperatura média anual foram apresentados na Tabela 3.1, sendo o clima caracterizado segundo Köppen (1948).

Tabela 3.1. Município, clima (Koeppen), precipitação média anual e temperatura média anual nas áreas das subpopulações de *Joannesia princeps* Vell., Bahia, Brasil.

Subpopulações	Município	Clima	Precipitação (mm.m ⁻²)	Temperatura (°C)
1	Muritiba	As-Tropical	1.222	23,1
2	Laje	Af ^r -Tropical úmido	1.308	23,3
3	Valença	Af-Tropical úmido	1.362	22,6
4	Presidente Tancredo Neves	Af-Tropical úmido	1.594	23,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.2. Roteirização (“routing”) de matrizes e da malha viária

As coordenadas geográficas das árvores matrizes foram obtidas por meio de GPS a campo, tendo como referência as coordenadas em UTM e datum SIRGAS 2000.

A partir da localização das matrizes, foram selecionadas as melhores imagens do satélite Rapideye compostas por 5 bandas (Red, Green, Blue, Red-Edge, Near IR), com tamanho de pixel de 5,0 m, resolução espacial de 6,5 m (nadir) e resolução radiométrica de 12 bits, em formato TIF (*Tagged Image File Format*), cedidas gratuitamente para Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) do período entre 2011 a 2014. Utilizou-se as faixas do espectro visível com composição RGB (Red-Green-Blue), com as bandas 1, 2 e 3 para a vetorização da malha viária.

As estradas foram delineadas em plataforma do programa ArcGis 10.3, gerando um arquivo vetorial da malha viária da origem ao destino até as populações, em feições de polilinhas em formato shapefile (shp) (Figura 3.1). Cada segmento de linha de uma shape linha é representado como um item da tabela de atributos.

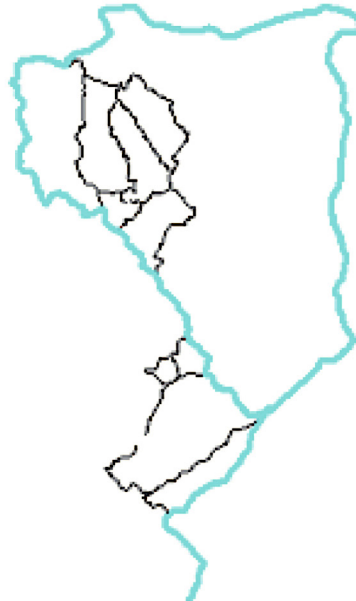


Figura 3.1. Malha viária existente entre a subpopulação de *Joannesia princeps* Vell., no Recôncavo da Bahia e no Litoral Sul, Bahia, Brasil. Vias em azul são pavimentadas e vias em preto são vias rurais. Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.3. Otimização das rotas para a colheita de sementes

A programação foi utilizada para determinar as rotas, como sugerido por Miller et al. (1960) citado por Goldbarg e Luna (2005). Este modelo apresenta a função objetivo definida por (Min) $Z = \sum \text{distâncias}$ (Equação 1).

$$\text{Min } z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

A otimização para as rotas de colheita de sementes nas árvores matrizes foi realizada pelos softwares ArcGis versão 10.3 e MatLab versão R2009b com a aplicação do algoritmo Dijkstra na otimização da malha viária.

Foi utilizada a rotina de passos do algoritmo para definir a rota otimizada da malha viária até as subpopulações de *Joannesia princeps* Vell. Na Figura 3.2 foram apresentadas as seqüências de passos necessários para a rota mínima para o programa ArcGIS 10.3.

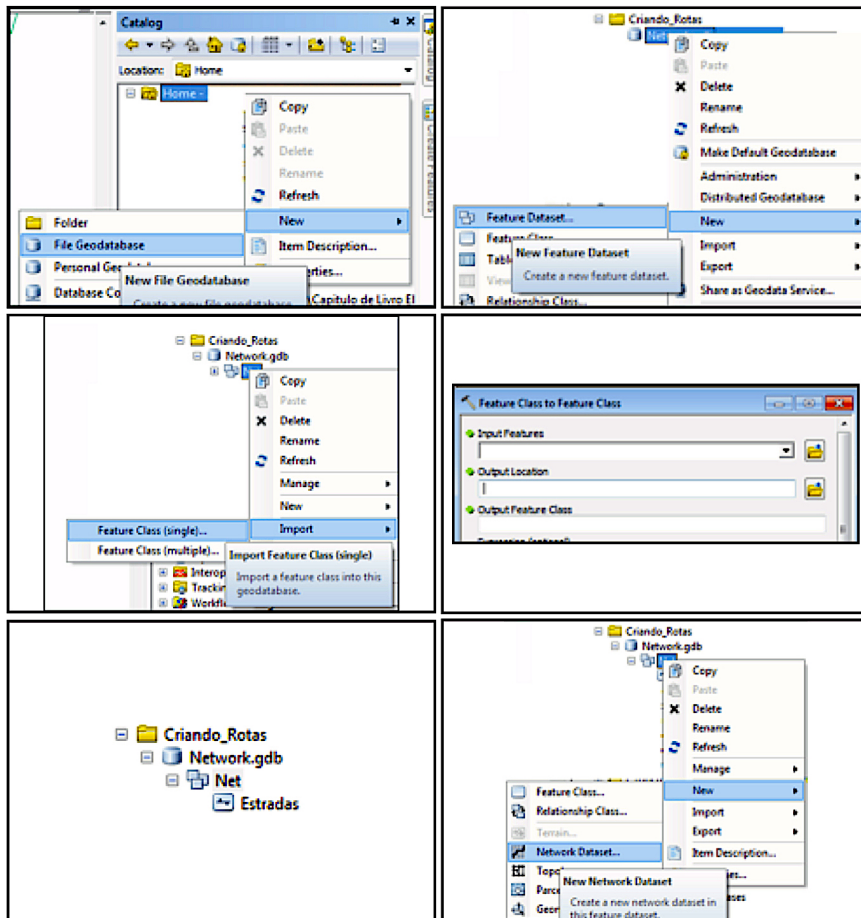


Figura 3.2. Sequência de passos do programa ArcGIS 10.3 para obtenção da rota ótima. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 3.3 contém a seleção dos pontos das rotas em seqüência, partindo do ponto inicial na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) em Cruz das Almas até a subpopulação 4, em Presidente Tancredo Neves. E na Figura 3.4 foi apresentada a rota otimizada para o acesso as matrizes dessa subpopulação.

A tabela de atributos dos fragmentos e das estradas foram adi-



Figura 3.3. Sequência de origem (ponto 1 - laranja) e destino (ponto 2 - azul) para otimizar as rotas para acesso às matrizes de *Joannesia princeps* Vell. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3.4. Otimização de rota para o acesso às matrizes de *Joannesia princeps* Vell. a partir do programa ArcGis. Fonte: Elaborado pelos autores.

cionadas às coordenadas x e y para cada segmento, utilizando a ferramenta de cálculo geométrico e a tabela de atributos exportada para o MatLab no formato dbf (Figura 3.5).

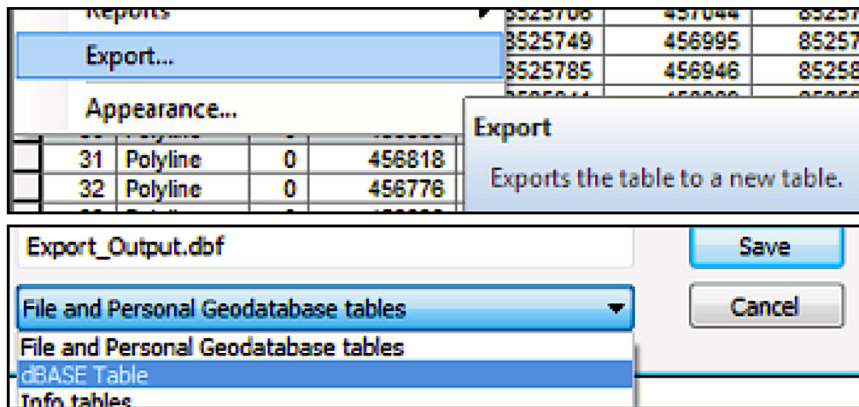


Figura 3.5. Passos da exportação da tabela de atributos. Fonte: Elaborado pelos autores.

A importação do arquivo com as coordenadas das estradas no formato dbf é realizado por meio do seguinte comando:

```
[nome,caminho] = uigetfile({'*.dbf'},'Coordenadas das estradas');
[est_p, est_t] = xlsread(strcat(caminho,nome));
```

A conectividade entre os pontos pelo algoritmo de Dijkstra, utiliza o seguinte código:

```
L=size(est_p,1);
con=zeros(L,L);
for i=1:L
    xy_con=((est_p(:,2)==est_p(i,4) & est_p(:,3)==est_p(i,5))
    | ...
    (est_p(:,2)==est_p(i,2) & est_p(:,3)==est_p(i,3)));
    con(:,i)=con(:,i) + xy_con;
end
con=con + con';
con=con==1;
```

Na sequência, para calcular a matriz de distância entre os pontos conectados que representam o comprimento de cada segmento de estrada, utiliza-se a seguinte rotina no MatLab:

```
distancia=pdist(est_p(:,2:3),'euclidean');
distancia=squareform(distancia);
```

```
distancia=distancia.*con;
```

As coordenadas de origem e destino foram realizadas pelo comando a seguir, em que o ponto de destino foi definido pela matriz de maior proximidade com a estrada:

```
Or_x=input('Coordenada UTM da Origem X =');  
Or_y=input('Coordenada UTM da Origem Y =');  
Or=[Or_x,Or_y];  
Or_est=pdist2(est_p(:,2:3),Or);  
[M,Or_est]=min(Or_est);
```

Para entrar com as coordenadas das árvores matrizes, sugere-se que utilize o programa ArcGis para exportar uma tabela dbf com as coordenadas das árvores de cada grupo em arquivos independentes. Em seguida, os pontos foram importados para o MatLab utilizando o seguinte comando:

```
[nome,caminho]=uigetfile({'*.dbf'},'Grupodeárvoresmatrizes');  
[mat_p, mat_t] = xlsread(strcat(caminho,nome));
```

Para encontrar o ponto da estrada mais próximo do grupo de árvores, foi utilizado o código:

```
destino=pdist2(est_p(:,2:3),mat_p(:,2:3));  
[M,I]=min(destino);  
M=M';I=I';  
[M,i]=min(M);  
destino=I(i);
```

Para encontrar a menor rota na rodovia, entre a origem e o destino, utilizou-se o algoritmo Dijkstra. Esta otimização foi apresentada na Figura 3.6.

```
DG = sparse(distancia);  
[dist,path,pred] = graphshortestpath(DG,Or_est,destino);  
rota=est_p(path,2:3);
```

Uma vez gerada as informações de melhor percurso pelo algoritmo, pode-se incorpora-los ao GPS e com isto facilitar a logística. Este recurso é fundamental, pois as estradas rurais não estão determinadas em GPS automotivos comuns, destacando que estas estradas (vias rurais particulares, municipais e estaduais) correspondem a maior extensão viária do país (CNT, 2013).



Figura 3.6. Otimização de rota para o planejamento de matrizes de *Joannesia princeps* Vell. a partir do programa MatLab. Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3. Considerações finais

A aplicação dos algoritmos nos programas ArcGis e MatLab quantificaram a otimização da rota de colheita de sementes florestais, determinando as vias de menor distâncias, reduzindo os custos e aumentando a produtividade.

Este trabalho apresenta contribuições relevantes, servindo como base para outros trabalhos com intuito de modernizar a logística, facilitando o desempenho das atividades, propondo soluções de problemas, não apenas na logística florestal, como também em diversas áreas que buscam menores rotas e melhorias no planejamento.

A otimização no setor florestal é uma temática ainda pouco difundida e torna-se necessário desenvolver estudos que promovam melhorias na performance dos recursos dos processos produtivos.

3.4. Bibliografia

ANDREOLLA, L.; KRIPKA R.M.L. Otimização de roteiros para o setor de vigilância da Universidade de Passo Fundo. **Revista CIATEC – UPF**, v.2, n.2, p.46-61, 2010.

ARAÚJO, C. E. Di G. **Algoritmos genéticos híbridos sem delimitadores de rotas para problemas de roteirização de veículos**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

BEEKMAN, M.; RATNIEKS, F.L.W. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. **Functional Ecology**. v.14, p.490-496, 2000.

BERNACCI, L.C.; FRANCO, G.A.D.C.; ÀRBOCZ, G. F.; CATHARINO, E. L.M.; DURIGAN, G.; METZGER, J.P. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). **Revista do Instituto Florestal**, v.18, n. único, p.121-166, 2006.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.333-338, 1999.

CARVALHO, M.A.G. **Análise de algoritmos**: tópicos especiais em informática. Campinas: UNICAMP, 2004. 36f. (Apostila).

CNT, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2013**: relatório gerencial. Brasília: CNT/SEST/SENAT. 2013. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/index.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2015.

DENG, Y. et al. Fuzzy Dijkstra algorithm for shortest path problem under uncertain environment. **Applied Soft Computing**, v.12, p.1231-1237, 2012.

DIJKSTRA, E.W. The Humble Programmer. **Communications of the ACM**, v.15, n.10, p.859-866, 1972.

FARKUH NETO, A.; LIMA, R.S. Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n.5, p.18-39, 2006.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. **Otimização combinatória e programação linear**: modelos e algoritmos. Elsevier: Rio de Janeiro, 2005.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948, 479p.

LIMA, M.P. **Metodologia para o planejamento de colheita e do transporte florestal utilizando geotecnologia e pesquisa operacional**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. 2009.

MALAGUIAS, N.G.L. **Uso dos algoritmos genéticos para otimização de rotas de distribuição**. 2006. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2006.

MARCATTI, G.E. **Caminhamento ótimo para acesso às parcelas de inventário florestal**. 2013. 32f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

NASCIMENTO, H.E.M. et al. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.2, p.329-342, 1999.

NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S. **Coleta de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 11p. (Circular Técnica, 144).

OLIVEIRA FILHO, P.C. et al. Determinação da rota ótima de transporte com auxílio de um sistema de informação geográfica. **Ciência Florestal**, v.15, n.4, p.403-409, 2005.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006.

SAMPAIO, R.M.; YANASSE, H.H. Estudo e implementação de algoritmos de roteamento sobre grafos em um Sistema de Informações Geográficas. **Infocomp Journal of Computer Science**, v.3, n.1, 2004.

SENA, C.M. **Sementes Florestais: colheita, beneficiamento e armazenamento**. Natal: MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio do PNF no Nordeste, 2008. 28p. (Guias Técnicos, 2).

SILVA, A.L.G.; CHAVES, S.R.; BRITO, J.M. Reproductive biology of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.33, n.4, p.463-470, 2011.

STRINGHER, F.G. **Designação de rotas para frota dedicada em uma rede de distribuição de linha branca**. 2004. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

ZHAN, F.B. Three fastest shortest path algorithms on real road networks: data structures and procedures. **Journal of Geographic Information and Decision Analysis**, v.1, n.1, p.70-82, 1997.



*Produção e colheita
de sementes em
espécies florestais*



Capítulo 4 - Produção e colheita de sementes em espécies florestais

*Edson Ferreira Duarte; Ligia Silveira Funch;
Ricardo Franco Cunha Moreira; João Nakagawa*

4.1. Introdução

As florestas tropicais apresentam grande diversidade e riqueza na mesma área, sendo composta por espécies herbáceas, arbustivas, cipós/lianas e árvores que apresentam diferentes funções na comunidade vegetal. Para o manejo adequado da biodiversidade florestal tropical o conhecimento da sementes dessas espécies é imprescindível. Das cerca de 43 mil espécies da flora brasileira, quase 32 mil são Angiospermas (Lista das Espécies da Flora do Brasil, 2015) que produzem sementes de diferentes formas, tamanhos e comportamentos germinativos e que em geral são pouco conhecidas.

A antropização tem levado à simplificação dos ecossistemas naturais no Brasil, especialmente nas áreas de Mata Atlântica devido a colonização ter se iniciado pelas áreas litorâneas abrigando uma maior densidade populacional (Siqueira Filho e Tabarelli, 2006; Tabarelli et al., 2006). Esse não é um fenômeno isolado, pois também reduziu áreas significativas do Cerrado conforme relataram Ratter et al. (1997) e Aguiar et al. (2004) e em outros biomas brasileiros (IBGE, 2012). Ao mesmo tempo, a redução de áreas naturais representa um problema adicional quando se pretende obter sementes para a recomposição florestal em projetos de reflorestamento.

Para a produção de mudas destinadas aos replantios de áreas degradadas, de reserva legal nas propriedades rurais, tem se observado dificuldades na obtenção de quantidade e qualidade de sementes florestais. Uma vez que a produção e comercialização de sementes e mudas florestais devem atender aos critérios previstos na Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003 regulamentada pelo Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. E para tanto é necessário o estabelecimento de planos de produção e a análise da germinação para a certificação dos lotes de sementes (Brasil, 2003; 2004).

Para elaboração dos planos de produção são necessários a marcação das plantas produtoras de sementes, denominadas de matrizes, além de conhecimentos da fenologia reprodutiva e de matura-

ção de sementes, bem como de estimativas de produção e de métodos de colheita. São também necessários os registros de coletores de sementes, das matrizes e das áreas de produção nos órgãos Sistema Nacional de Sementes e Mudas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mas, algumas questões, ainda em aberto, precisam ser respondidas para a elaboração de planos de produção de sementes florestais: Qual a quantidade de matrizes devem ser marcadas para a produção da quantidade de sementes desejada? A produção de sementes em cada planta matriz apresenta dependência de algum fator externo? Quando deve ser feita a colheita em cada espécie e/ou população da mesma espécie? Quais são os cuidados e o tipo de colheita que deverão ser adotados? Quanto pode ser colhido em cada planta?

Visando orientar a elaboração de planos que possam responder às questões anteriores, foram abordados aspectos da fenologia reprodutiva de espécies vegetais, dos efeitos da matriz sobre a quantidade, de variações associadas à colheita, de métodos de colheita e seus procedimentos.

4.2. Produção de sementes florestais

A produção de sementes em espécies florestais pode ocorrer após as plantas terem superado a fase juvenil, iniciando a fase reprodutiva. Os ciclos reprodutivos sofrem influência das condições ambientais, além da localização das plantas nas áreas e no relevo. Esses aspectos em conjunto modulam o comportamento fenológico das espécies vegetais.

O potencial das plantas para florescer, frutificar e produzir sementes pode ser reduzido pela ação de fatores ambientais estressantes e pela ação de pragas e doenças. Bem como, o tipo de dispersão da espécie e do método de colheita adotado afetam a quantidade de sementes florestais colhidas.

4.2.1. Fenologia reprodutiva

A fenologia pode ser estudada em populações e/ou comunidades vegetais descrevendo os padrões reprodutivos que afetam o fluxo gênico em diferentes momentos do ano. Ela pode ser aplicada para a compreensão do momento adequado para a colheita dos frutos/sementes florestais entre outros aspectos (Newton, 2007; Pereira et al., 2008).

Sob condições naturais, a produção de sementes apresenta

variações na quantidade produzida em diferentes ciclos de produção, pois o comportamento reprodutivo das espécies vegetais é modulado pelo clima, como demonstrado no exemplo (Figuras 4.1a a 4.1d), em que a porcentagem de florescimento das populações de *Dyckia goehringii* Rauh & Gross (Bromeliaceae) foi maior no ano de 2005, quando houve menor intensidade de chuvas durante o florescimento.

Em populações vegetais naturais a intensidade dos fenômenos reprodutivos pode variar entre populações (Figuras 4.1b a 4.1d) o que é modulada pela qualidade do sítio, representado pelos atributos do solo e do microclima (Duarte, 2007). Mas para uma melhor avaliação fenológica, deve ser realizado o acompanhamento por vários anos, o que auxiliará na compreensão da ecologia da espécie em estudo, na determinação da intensidade de marcação de matrizes e do momento da colheita das sementes.

Conhecer a sincronia baseada na duração e intensidade da fase de dispersão das sementes entre populações de uma mesma espécie é essencial para a programação adequada da atividade de colheita. Na Figura 4.1d, verifica-se que a dispersão das sementes na população 2 se iniciou um mês antes que nas demais no ano de 2005 necessitando iniciar a colheita de sementes nessa população antes das outras, para minimizar as perdas causadas pela dispersão natural.

O conhecimento fenológico deve ser aplicado para a formulação de planos de colheita de sementes de espécies florestais. Mas, quando esse conhecimento não estiver disponível na literatura deve-se fazer um acompanhamento local da fenologia reprodutiva, por meio de visitas regulares às plantas matrizes a partir do florescimento, para posteriormente planejar a colheita. Pereira et al. (2008) consideraram a avaliação fenológica de espécies tropicais como uma ferramenta útil no planejamento e no manejo, pois as informações produzidas possibilitam a determinação da melhor época para colheita de sementes, além de indicarem quais espécies devem ser introduzidas em plantios visando disponibilizar alimento para a fauna ao longo do ano, atraindo mais diversidade de fauna para os reflorestamentos.

O acompanhamento fenológico também determina a porcentagem de indivíduos de uma população que está na fase reprodutiva, e portanto, participando do fluxo gênico. Para *D. goehringii*, a porcentagem máxima de plantas florescendo foi de 20% na população 2; 18% na população 3 e de 13% na população 1, durante os ciclos repro-

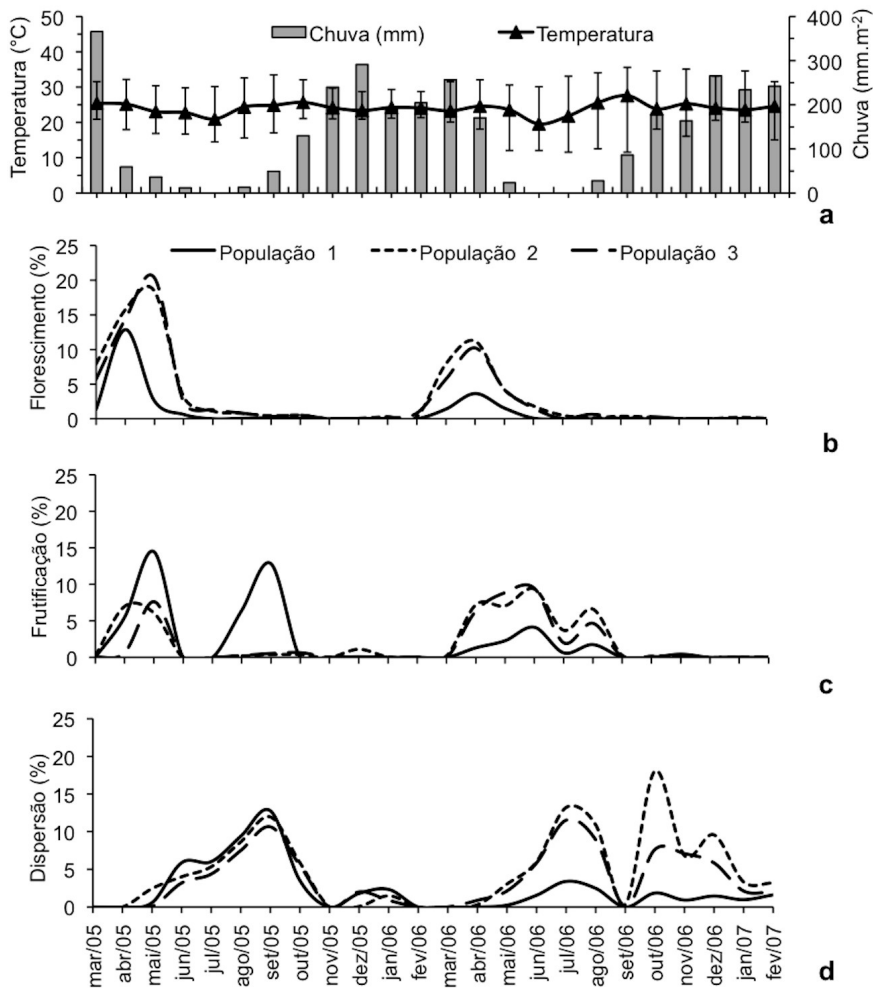


Figura 4.1. Dados de chuva e temperatura e fenologia reprodutiva em três populações de *Dyckia goehringii* Rauh & Gross (Bromeliaceae) ocorrentes em afloramentos de arenito em Portelândia, Goiás, Brasil, entre março de 2005 e fevereiro de 2007. a. Temperatura média (\pm máxima e mínima) e precipitação pluviométrica acumulada mensal (chuva); b. Porcentagem de plantas florescendo; c. Porcentagem de plantas frutificando (frutos maduros e imaturos); d. Porcentagem de plantas dispersando sementes (frutos abertos). Fonte: Elaborado pelos autores.

ditivos avaliados. Isso demonstrou a redução da porcentagem de plantas florescendo em relação ao total de indivíduos presentes na área, os quais não floresceram por serem juvenis ou por estarem na senescência ou por alternarem a produção de flores em anos sucessivos.

No segundo ciclo reprodutivo, os máximos percentuais de florescimento foram de 11%, 10% e 3,5%, nas populações 2, 3 e 1, respectivamente (Figura 4.1b), demonstrando uma redução média de 6% no florescimento nas populações, atribuído à maior precipitação, que promoveu redução mais drástica na formação de frutos e na proporção de plantas dispersando sementes na população 1. A sazonalidade na produção de sementes florestais pode ser relacionada a fatores internos das plantas, aos padrões meteorológicos anuais, aos atributos do sítio, à produção de frutos em épocas favoráveis a dispersão e/ou irregularmente como uma estratégia para evitar a predação (Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

Em uma comunidade vegetal, espécies zoocóricas apresentaram uma distribuição menos heterogênea de frutificação, enquanto as espécies anemocóricas frutificaram com maior frequência no período seco do ano, conforme verificado em *D. goehringii*, que possui sementes muito leves e achatadas com tendência à dispersão a curtas distâncias pela ação do vento (Duarte et al., 2009).

Assim o conhecimento dos padrões fenológicos e a compreensão da proporção de indivíduos produzindo sementes possibilitariam estimar a intensidade de marcação de matrizes para a colheita de sementes em anos futuros. Mas destaca-se que os planos de produção de sementes florestais também devem apresentar certa flexibilidade, já que o clima leva a variações no comportamento fenológico, o que também ocorre devido a variação entre genótipos. Desse modo a redução no florescimento e na formação de frutos em espécies arbóreas dentro do mesmo ciclo e entre diferentes ciclos reprodutivos foram observados por Dias e Oliveira-Filho (1996) para *Amaioua guianensis* Aubl., e no segundo ciclo de avaliação de *Miconia pepericarpa* Mart. ex DC. e *Xylopia brasiliensis* Spreng., e por Santos e Takaki (2005) para *Cedrella fissilis* Vell.

4.2.2. Origem das sementes colhidas e intensidade de marcação de matrizes

Uma questão chave para a formação de lotes de sementes florestais é o uso de sementes oriundas da mesma região em que serão

usadas, por apresentarem adaptação às condições locais e maior chance de sucesso no estabelecimento das plantas. A obtenção de sementes de outras regiões pode promover redução da variabilidade genética da espécie na paisagem, tornando a espécie mais vulnerável, o que é extremamente relevante no cenário atual de mudanças climáticas globais.

O conhecimento do sistema reprodutivo é imprescindível na seleção de árvores matrizes. A espécie pode ser autógama, alógama (maioria das espécies florestais) ou de sistema reprodutivo intermediário. Diante disso, a variabilidade genética é distribuída diferentemente entre os indivíduos que compõem a população. E deve-se considerar também os agentes dispersores de pólen, sementes e frutos, que alcançam pequenas, médias e longas distâncias.

Para a colheita de sementes de espécies nativas deve considerar o conhecimento como um todo da espécie em questão, pois, neste caso, há uma gama de comportamentos e inter-relações diferenciadas entre os indivíduos. Em espécies de ocorrência agrupada deve-se amostrar poucos indivíduos dentro dos grupos e de muitos grupos/populações/subpopulações. Daí realizar uma ampla amostragem de grupos, pois geralmente, a maior porção da variabilidade genética está distribuída nos diferentes grupos. Espécies com distribuição contínua podem ser colhidas ao longo de sua ocorrência. Nas pioneiras deve-se considerar as colheitas dentro das famílias onde há maior variabilidade genética (Sebbenn, 2001).

Quanto à questão de intensidade de marcação de matrizes florestais deve-se responder: De quantas matrizes colher sementes? A resposta para essa questão não é simples, mas alguns resultados de pesquisa sinalizam que o esforço de marcação e de colheita de sementes deve considerar o destino das sementes e mudas resultantes, se são para Programas de Recuperação de Áreas Degradadas, ou para Arborização, ou para formação de Pomares de Sementes Florestais.

Nas duas primeiras situações o número mínimo de plantas matrizes para formar um lote de sementes é de 10 a 25 plantas, sendo ideal a colheita de 29 a 76 plantas e que tenham pelo menos 500 m a 1.000 m de distância entre si ou pelo menos duas vezes a altura, sendo mais comum a recomendação de 100 m de distância (Aikten, 2004; Lorza et al., 2015; Kageyama et al., 1998; Resende, 2002; Sebbenn, 2006). Para espécies que se apresentam em condições difíceis de colheita de sementes em populações naturais, poderiam ser colhidas de 20

plantas, considerando o aspecto prático e ao mesmo tempo a manutenção da variabilidade genética e evitando o favorecimento da erosão de genes raros (Mori e Nakagawa, 2015).

A primeira indicação do número de matrizes em que se deve colher sementes é oriundo de uma estimativa em que em uma população de plantas de meios-irmãos estima-se que para a capturar de cerca de 75% da divergência presente no fluxo gênico (troca de pólen). Mas em anos sucessivos de produção de sementes deve-se colher de diferentes plantas matrizes, para evitar que sempre os mesmos indivíduos sejam os doadores de material genéticos para as novas áreas a serem implantadas.

A última recomendação nos leva a uma outra questão: Qual o número mínimo de indivíduos na fase reprodutiva que uma população deve ter para ser fonte de sementes? E deve-se ainda ter em mente a necessidade de fazer um rodízio na colheita para evitar danos às plantas matrizes pelo corte de ramos que podem reduzir sua longevidade, por isso recomenda-se que a colheita na mesma planta só volte a ocorrer após três ciclos de produção de sementes. Assim, 40 plantas em fase reprodutiva deverá ser o número mínimo de plantas matrizes marcadas de cada espécie. Destaca-se que número total de matrizes marcadas nas populações deve ser o maior possível, pois podem ocorrer indivíduos não marcados que poderão ser fontes de sementes em anos sucessivos.

Para a formação de Pomares de Sementes Florestais - PSF o esforço na colheita de sementes para sua implantação deverá ser maior, pois os PSF necessariamente devem ser estabelecidos com proximidade a 100% da variabilidade genética disponível no fluxo gênico de uma população. Para tanto, as sementes e mudas devem ser colhidas em pelo menos 44 a 114 plantas, com número médio de plantas de 67 (Sebbenn, 2006).

Nessas recomendações reside uma preocupação, pois para se obter esses números em plantas com distribuição espacial das populações agregadas a distância de deslocamento pode ser menor, mas para as espécies raras, a formação dos lotes de sementes implicará em maiores distâncias de deslocamento e em maior dificuldade e tempo gasto na colheita.

Adicionalmente, na Mata Atlântica em que a fragmentação florestal é uma realidade, como definir o limite entre uma população e outra? Essa é uma das questões que está sendo enfrentada por pes-

quisadores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB em parceria com pesquisadores da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS e da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, pois somente o conhecimento da divergência genética é que poderá definir esses limites.

Quando ocorrer o florescimento, deve-se marcar as plantas matrizes conforme critérios propostos por Scremim-Dias et al. (2006), fazer o devido registro em uma Ficha de Marcação de Matrizes, além de colher material botânico e depositá-lo em herbário e fazer o cadastro no Registro Nacional de Áreas e Matrizes (RENAM) conforme prevê o Decreto Lei 5.134 de julho de 2004 (Brasil, 2004), além das recomendações de Medeiros e Nogueira (2006) e Piña-Rodrigues et al. (2007), visando a identificação da espécie por um especialista.

A depender dos objetivos de uso das sementes (restauração, produção de plantas madeireiras, instalação de pomares de sementes, artesanato), as estratégias de marcação de matrizes e critérios de seleção de matrizes podem variar, conforme destacaram Scremim-Dias et al. (2006).

4.2.3. Quantidade de sementes florestais produzidas

Em algumas espécies o número de sementes produzido a cada ciclo reprodutivo pode ser grande, representando um elevado potencial reprodutivo. Contudo, ao se observar a porcentagem de germinação e o recrutamento de novas plantas no sub-bosque, verifica-se que grande parte das sementes não germina sob condições naturais, como resultados das perdas em sua qualidade fisiológica, pelo ataque de predadores ou pelo impedimento à germinação causado pela dormência. Outro aspecto que afeta a produção de sementes é o tipo de fruto, ocorrendo maiores falhas na formação de sementes pelo abortamento de óvulos em frutos dos tipos: legume> bagas e cápsulas>drupas> esquizocárpicas> frutos secos monospermicos, conforme demonstraram Ramirez e Berry (1993).

A compreensão do potencial de produção de sementes em espécies florestais é essencial para a definição de planos de colheita. Estimativas de produção de frutos/sementes em campo foram compiladas por Newton (2007) que relatou que para estimar o número total de sementes produzidas em cada planta, podem ser feitas a contagem do número de frutos na copa ou estimando a porcentagem da copa contendo sementes e o número de sementes por ramo. Greene e

Johnson (1994) estimaram a produção de sementes em espécies arbóreas subtropicais com base em estimativas de produção de biomassa.

O potencial de formação de frutos e sementes em uma planta arbórea pode não estar relacionado ao seu crescimento, como demonstrado para *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Tabela 4.1), uma espécie arbórea de ampla ocorrência no Brasil, com potencial de uso para reflorestamentos em margens de cursos de água. A estimativa da quantidade média de sementes por planta nessa espécie foi de mais de 90 mil sementes.planta⁻¹ (Tabela 4.2).

Mas para outras espécies, a quantidade de sementes produzidas por planta tem relação com o tamanho da planta matriz, dado pela massa foliar e pela área basal; em espécies diferentes dessas observou-se a tendência de menor produção por planta quando as semen-

Tabela 4.1. Diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro da copa e altura das plantas amostradas para avaliação do total de frutos colhidos em árvores de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em janeiro de 2001, Botucatu, SP, Brasil.

Planta	DAP (cm)	Diâmetro copa (m)	Altura (m)	Nº frutos/planta
1	8,0	4,8	5,0	467
2	8,0	6,0	4,5	1033
3	8,5	5,0	3,8	2336
4	11,5	3,0	5,0	774
5	11,5	5,0	3,5	293

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4.2. Número médio de frutos por planta, folículos por fruto, sementes por folículos, estimativa de produção média de sementes por planta de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) e porcentagem média de perdas na produção de sementes causadas por sementes imaturas e/ou abortadas, e de perdas por sementes danificadas por insetos e avaliadas no ano de 2001, Botucatu, SP, Brasil, 2001.

Variável	Média*
Frutos/planta	980,6±809,2
Folículos/fruto	19,5±5,3
Sementes/folículo	4,7±1,4
Produção de sementes por planta	90.204±25.635
Perdas causadas por sementes imaturas/abortadas (%)	2,6±3,9
Perdas na produção por danos causados por larvas (%)	0,1±0,1

* Médias ± Desvio padrão. Fonte: Elaborado pelos autores.

tes eram maiores, e de ocorrer produção de maior número de sementes por planta quando as sementes eram pequenas (Greene e Johnson, 1994), principalmente em plantas de espécies que ocorrem em habitats perturbados (Leishman et al., 2000).

A produção de sementes entre indivíduos de certa espécie pode variar em um mesmo ciclo reprodutivo. A menor quantidade de sementes produzidas pode representar uma estratégia das espécies vegetais, para garantir a produção de sementes de melhor qualidade (Bazzaz et al., 2000). Mas também, parte das sementes produzidas pode ser perdida durante sua formação, devido a atuação de fatores internos da planta, às falhas na polinização em conjunto com os aspectos ambientais que interferem na atividade de pragas e patógenos, que produzem o abortamento de sementes no interior dos frutos plurissemínados ou favorecem a sua predação/danificação. Em *X. aromatica* foi verificada a redução na produção de 2,7% das sementes principalmente devido a colheita de sementes imaturas e/ou abortadas (2,6%) e a danos causados por larvas de Chrysomelidae (0,1%).

Danos causados por insetos em frutos e sementes de Annonaceae também foram relatados por Gutiérrez (1980) e por Coto A e Saunders (2001) para graviola e outras anonáceas comerciais, causados por *Bephratelloides masculicollis* Cameron (Hymenoptero). Lucas et al. (1991), estudando a ecologia das sementes de *Mezzettia leptopoda* (Hook. f. & Thomson) Oliv. (Annonaceae) colhidas em Singapura, verificaram que antes da germinação, muitas sementes foram destruídas por duas espécies de *Coccotrypes* e besouros do gênero *Scolytidae*. Com isso, considera-se possível que a porcentagem de danos causados por insetos poderia ser muito maior que aquela observada nas sementes de *X. aromatica* caso elas permanecessem no solo após a dispersão.

Em *X. aromatica*, a avaliação da emergência de plântulas em viveiro e no campo, sob a copa das plantas matrizes, indicou que a capacidade de germinação natural foi baixa (Tabela 4.3) devido a presença de dormência embrionária, descrita por Duarte (2001). Mas, ao se avaliar conjuntamente a germinação e a produção de sementes por planta, percebe-se que individualmente, uma planta tem potencial de gerar imediatamente após dispersão entre 900 a 1900 novas plantas a cada ciclo reprodutivo. E ao mesmo tempo 97,9% das demais sementes produzidas podem manter-se dormentes distribuindo a germinação no tempo.

Tabela 4.3. Emergência média de plântulas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em viveiro e no campo sob a copa das plantas, Botucatu, SP, Brasil, 2001.

Ambiente	Emergência (%)*
Viveiro	2,1 a
Campo	1,0 a

*Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si (5%), pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores.

Rodrigues et al. (2007) adotando procedimentos semelhantes aos descritos anteriormente para avaliar o potencial biótico (potencial reprodutivo) de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) e *Clitoria laurifolia* Poiret (Fabaceae-Papilionoideae), verificaram que cerca das 5.060.000 sementes produzidas na frutificação de *T. pulchra*, 2.074.600 sementes eram viáveis e apresentaram capacidade de regeneração. Enquanto a produção de sementes em *C. laurifolia* foi de apenas 28 sementes por planta, que apresentaram somente oito sementes com capacidade de germinar e originar novos indivíduos. Os autores citados classificaram como alto o potencial biótico de *T. pulchra* e como baixo o potencial biótico de *C. laurifolia*. Com base no exposto, o potencial biótico de *X. aromatica* pode ser classificado como intermediário/mediano. Ressalta-se assim que a avaliação do potencial biótico é necessária e deve ser determinado para um maior número de espécies florestais, a fim de se definir a intensidade de colheita de sementes adequada em cada espécie vegetal.

4.2.4. Quando colher sementes florestais

A colheita dos frutos e/ou sementes deverá ser feita quando a maioria deles estiver com a maturação completa, para que o rendimento de colheita seja maximizado. A colheita precoce reduz o vigor e leva a obtenção de sementes com tegumento inconsolidado, o que reduz a capacidade de armazenamento. E se colhidas muito tardiamente, as sementes podem se deteriorar pela ação de microrganismos, insetos e fatores climáticos, acelerando o metabolismo das reservas ou prejudicando-as.

Em muitas espécies vegetais a maturidade é sinalizada pela alteração na coloração do tegumento e/ou do fruto, que funcionam com indicadores visuais. Assim frutos verdes iniciam a transição para cores

amarelo ou vermelho, a polpa de frutos carnosos torna-se macia e compostos aromáticos passam a ser sintetizados. Tais alterações ocorrem principalmente em espécies com dispersão por animais (zoocoria), uma vez que espécies anemocóricas (dispersas pelo vento) ou hidrocóricas (dispersas pela água), por não terem necessidade de atrair dispersores, usualmente apresentam alterações sutis nos frutos, tais como início de abertura ou apenas a consolidação do tegumento. Podem, até mesmo dispersar frutos inteiros, contendo as sementes.

4.2.5. Maturação de sementes

A maturação é o processo que envolve as alterações nas sementes, desde a fecundação do óvulo até sua completa formação. A avaliação do desenvolvimento embrionário durante a maturação deve ser cuidadosa, pois o resultado das modificações durante a maturação refletirá na capacidade germinativa, promovida pela retomada do crescimento do eixo embrionário, conforme destacou Labouriau (1983). A formação pode continuar pós-dispersão, quando as sementes e/ou embriões são dispersos antes de finalizarem o desenvolvimento. Nesses casos, pode ocorrer maior investimento na formação de estruturas de proteção, promovidas pelos frutos e/ou tegumento, para que as sementes possam resistir às condições ambientais enquanto não estão aptas a germinar, mantendo-se dormentes por certo período.

Ao longo do processo de maturação ocorrem mudanças na capacidade de germinar e no vigor, que em conjunto com as variações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas levam à formação de sementes maduras, que devem ser colhidas nesse estágio para que não percam a qualidade sob condições ambientais naturais.

4.2.5.1. Alterações morfo anatômicas durante a maturação

A compreensão das alterações anatômicas ao longo da maturação é essencial para uma avaliação mais pormenorizada das transformações pelas quais as sementes passam até atingirem a completa maturação. A avaliação anatômica durante a maturação é importante pois limitações morfo anatômicas podem ser as causas de falhas na germinação, conforme foi verificado em sementes de *X. aromatica* obtidas de frutos (folículos) verdes, e maduros (estádios 6 e 7) que formaram o arilo na porção proximal e o endosperma ruminado (Figuras 4.2a e 4.2b), resultante da invaginação do tegumento que se

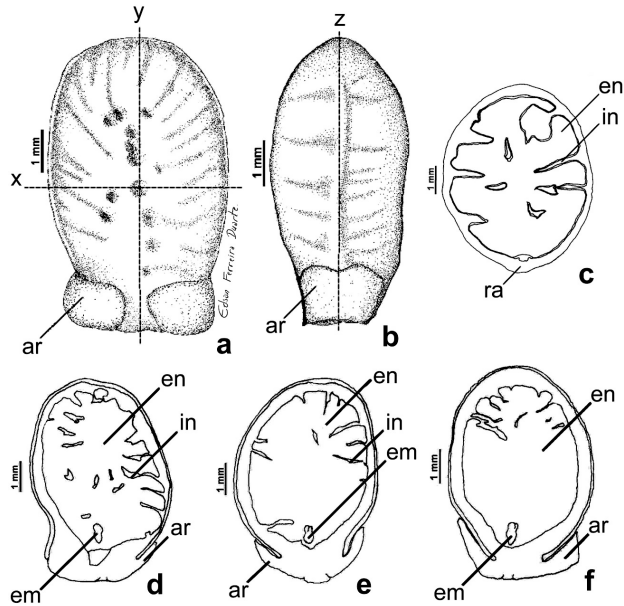


Figura 4.2. Aspectos morfo anatômicos de sementes de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), dos três estádios finais de maturação dos frutos. a. Vista ventral da semente indicando os planos de secção transversal (x) e longitudinal-dorso ventral (y); b. Vista lateral indicando plano de secção longitudinal-lateral (z); c. Secção transversal indicando a formação de endosperma invaginado; d. Secção longitudinal-lateral de semente do estágio 5; e. Secção longitudinal-lateral de semente do estágio 6; f. Secção longitudinal-lateral de semente do estágio 7. ar: arilo; em: embrião; en: endosperma; in: invaginação; ra: rafe. Fonte: Adaptado de Duarte (2001).

projeta para o interior da semente (Figuras 4.2c e 4.3a) e envolveu o embrião, o qual passou a ser observado apenas após o estágio 5 dos frutos verdes, quando as sementes já exibiam suas máximas dimensões, indicando que a formação do embrião é mais tardia nessa espécie (Duarte, 2001).

O embrião do estágio 5 não exibiu estrutura definida passando de translúcido elipsoide para branco e semi-espatulado, iniciando o crescimento dos cotilédones nos estádios seguintes (Figuras 4.2d-4.2f) (Duarte, 2001). A dispersão de sementes ocorreu com embriões morfológicamente imaturos que necessitaram certo tempo pós-dispersão para crescerem e germinarem. Em *X. aromatica* a matu-

ridade foi atingida após a dispersão das sementes, sendo essa uma das causas da baixa germinação. Os aspectos anatômicos tais como a formação e o acúmulo das reservas também são importantes para a compreensão da resposta germinativa (Figuras 4.3a-4.3f).

As células do endosperma de *X. aromatica* apresentaram au-

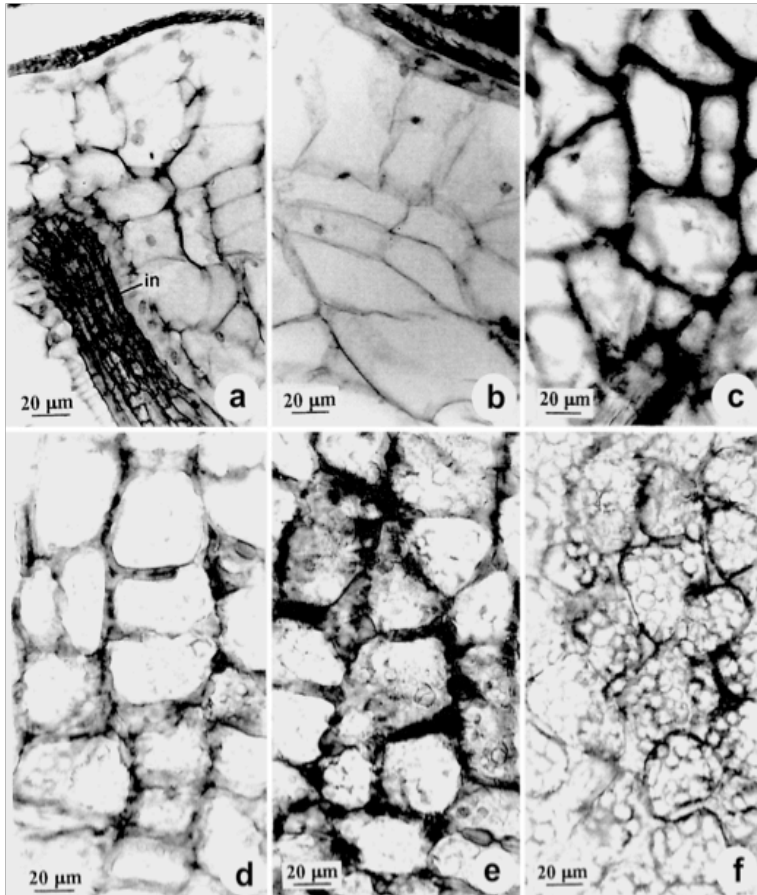


Figura 4.3. Anatomia do endosperma de sementes *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), em seis estádios de maturação dos frutos. a. Invaginação e células com núcleo celular evidente no estágio 1; b. Aumento do tamanho das células no estágio 2; c. Espessamento das paredes celulares no estágio 3; d. Paredes celulares espessadas com porções mais finas, em que se localizam campos primários de pontuação e início do acúmulo de reservas no estágio 4; e. Aumento do acúmulo de reservas no estágio 5; f. Máximo acúmulo de reservas no estágio 6. Fonte: Adaptado de Duarte (2001).

mento em suas dimensões nos estádios iniciais, seguido da consolidação das paredes celulares e finalmente houve o acúmulo das reservas até o amadurecimento dos frutos e sementes (estádio 6) (Figuras 4.3a-4.3f). Sementes do estágio 7 que estavam em dispersão não apresentaram variações anatômicas em relação ao estágio anterior, indicando que a consolidação dos tecidos de reserva ocorre antes da liberação das sementes dos frutos (Duarte, 2001).

4.2.5.2. Alterações físicas e fisiológicas nas sementes durante a maturação

Ao longo do processo de maturação, os frutos e as sementes passam por alterações em suas dimensões. Esse crescimento pode ser representado por modelos sigmóides ou assintóticos e em alguns casos equações polinomiais de segundo grau que também representam satisfatoriamente as variações nas dimensões das sementes. A escolha dos modelos matemáticos de crescimento deve primar pela simplicidade da equação e com o adequado ajuste ao desempenho biológico, que é demonstrado por coeficientes de determinação (R^2) igual ou maiores que 0,70, conforme apresentado na Figura 4.4, para que em trabalhos futuros se possa usá-los para estimar o avanço do processo de maturação.

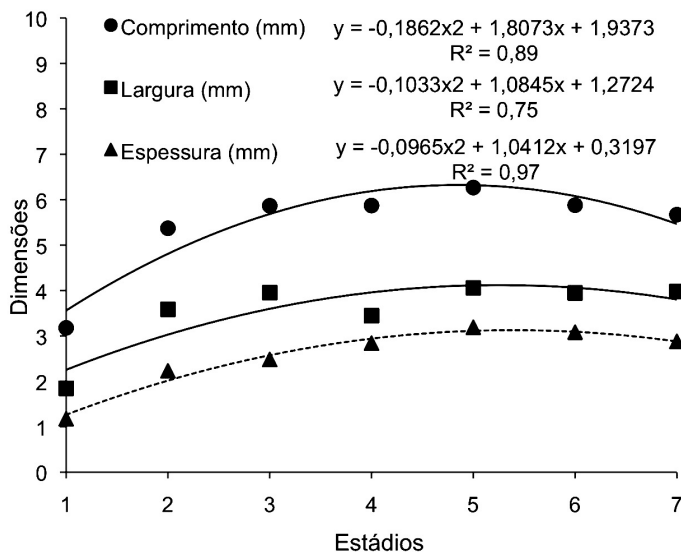


Figura 4.4. Alterações nas dimensões de sementes *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) ao longo de sete estádios de maturação dos frutos. Fonte: Adaptado de Duarte (2001).

As sementes de algumas espécies apresentam redução nas dimensões ao final da maturação, especialmente naquelas formadas em frutos secos e que liberam as sementes. A redução nas dimensões é devida à dessecação dos frutos e sementes, que muitas vezes é acompanhada da alteração das características do pericarpo e/ou do tegumento. Devem ser avaliadas para uso como indicadores visuais de maturidade.

A maturidade fisiológica das sementes ocorre quando estas apresentam em conjunto a máxima germinação, vigor e conteúdo de matéria seca, sendo a condição mais apropriada para a colheita. Porém, pode ser necessário aguardar certo período de tempo após a maturidade fisiológica para colher as sementes devido aos elevados teores de água e ao tegumento inconsolidado. Mas, a colheita pode ser antecipada em espécies que apresentam frutos carnosos e climatéricos, devendo-se fazer o armazenamento (repouso) das sementes no interior dos frutos por certo período, para possibilitar a finalização da maturação.

A identificação do momento e das características que determinam a maturidade fisiológica é essencial para o desenvolvimento de planos de colheita, visando a obtenção de sementes com qualidade, além de evitar a perdas associadas à permanência das sementes no campo.

De modo geral, os teores de água nas sementes são maiores nos primeiros estádios da maturação, tendendo a se reduzir com o avanço do processo. Marcos Filho (2005) relatou que espécies com sementes intolerantes à dessecação (recalcitrantes) atingem a maturidade fisiológica com teor de água entre 50% e 70%, enquanto as espécies com sementes tolerantes a dessecação (ortodoxas) atingem a maturidade fisiológica com teores entre 30% e 50%, conforme verificado para sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Figura 4.5).

Variações no acúmulo de massa de matéria seca podem determinar variações no vigor das sementes e das plântulas, porém, esses efeitos podem ser observados em algumas variáveis que determinam o vigor, mas e em outras não se verificaram dependência da massa acumulada.

A habilidade da semente em germinar depende do embrião, e de condições externas favoráveis e na ausência de impedimentos à embebição e trocas gasosas. A capacidade germinativa apesar de poder se expressar em estádios iniciais da maturação tende a ser mais evidente no final do processo, conforme foi verificado em sementes de

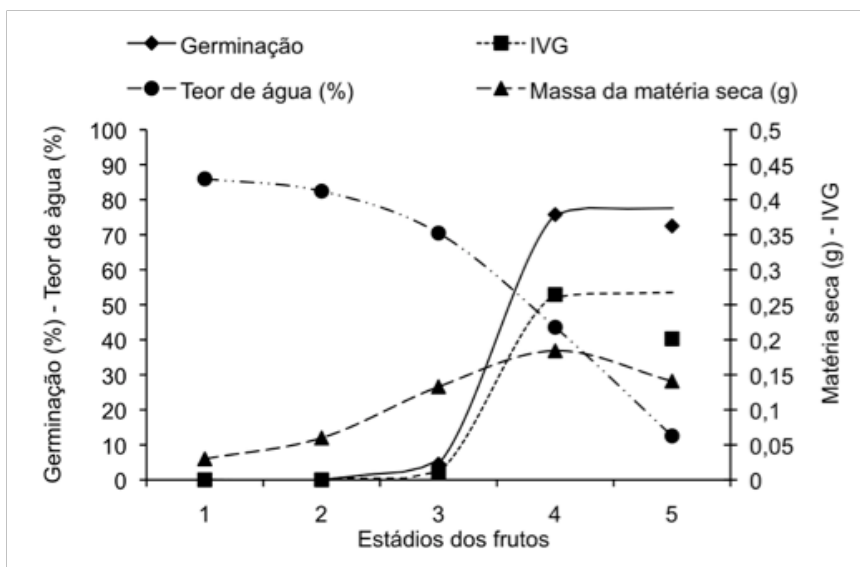


Figura 4.5. Alterações no teor de água (%) e massa da matéria seca (g), na germinação (%) e no índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) obtidas de frutos em diferentes estádios de maturação. Fonte: Adaptado de Duarte e Carneiro (2009).

D. goehringii que atingiram a maturidade fisiológica no estágio 4 (Figura 4.5), cerca de 35 dias após a abertura floral, antecedendo a dispersão.

4.2.6. Colheita de sementes florestais

4.2.6.1. Princípios e intensidade de colheita de sementes

A colheita de sementes deve se basear nos seguintes princípios (Piña-Rodrigues et al., 2007):

a. Respeito: aos animais que se utilizam das plantas como abrigo, e de seus frutos e sementes para se alimentarem, e também, às próprias plantas que precisam se reproduzir. Para tanto, deve-se colher diretamente na copa no máximo 70% dos frutos para espécies com dispersão abiótica e no máximo 50% para espécies com dispersão biótica.

b. Sustentabilidade: visando a colheita em ciclos reprodutivos sucessivos nas mesmas plantas, deve-se proceder a colheita de modo a não causar danos permanentes às plantas e impactos à fauna associada a espécie.

c. Equilíbrio: colher quantidade semelhante de sementes de cada plan-

ta, das matrizes eleitas buscando a manutenção da diversidade genética.

Em programas de conservação genética *ex situ* podem ser estabelecidos pomares de sementes, nos quais busca-se conservar a maior variabilidade possível, sendo indicado por Sebbenn (2006) a colheita de sementes em indivíduos, distanciados pelo menos 100 m entre si ou pelo menos duas vezes a altura da copa. Para uso das sementes visando reflorestamentos, o mínimo de matrizes recomendado pelo autor referido foi de 30 árvores, mas quando destinadas ao estabelecimento de pomares recomendou a colheita em pelo menos 45 matrizes.

4.2.6.2. Variabilidade associada à colheita de sementes

Ocorrem variações no tamanho das sementes também dentro de uma mesma planta, e que podem ser verificadas em sementes de diferentes indivíduos da mesma população e entre populações. Mesmo sendo de pequena magnitude essas variações podem exercer efeitos sobre a germinação e no sucesso reprodutivo das espécies (Leishman et al., 2000).

A variação apresentada nas características das sementes pode ser determinada em experimentos pelo coeficiente de variação. Em sementes de espécies florestais a variação é maior em lotes de sementes de baixa qualidade que nos de melhor qualidade (Pereira e Santana, 2013). Em estudos de germinação essa variação pode representar falhas em procedimentos experimentais ou ser oriundas de colheitas de sementes com variação na maturidade fisiológica, conforme demonstrou Almeida (2013) em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Pode-se também avaliar a variabilidade nas sementes e plântulas resultantes da hereditariedade somada aos fatores externos (AOSA, 1983).

Desta forma, torna-se imprescindível estudos sobre caracterização fenotípica (descritores qualitativos e quantitativos) e molecular de forma a quantificar todas as fontes de variação genética existentes no sistema biológico. Estas informações são úteis para programas de conservação e melhoramento genético das espécies arbóreas pois a caracterização dos materiais visa selecionar sementes com representatividade da variabilidade genética existente para serem usadas, como por exemplo, em testes de procedências e progênes (Moraes et al., 2014; Fernandes et al., 2015; Pires et al., 2014; Viegas et al., 2011).

A avaliação da divergência genética entre 10 plantas matrizes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.) de uma mesma população com base em caracteres das sementes e plântulas (características físicas das sementes, emergência de plântulas, vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação - IVG, pela condutividade elétrica em 30 mL de água após 72 horas e pelo crescimento das plântulas) (Tabelas 4.4 e 4.5), resultou na diferenciação de sementes e plântulas de algumas matrizes, mas indicou a ocorrência de pouca divergência entre as plantas da mesma população (Figura 4.6) (Peixoto, 2010).

Os resultados obtidos por Peixoto (2010) sinalizaram que a colheita de sementes em matrizes *M. tenuiflora* deve ser realizada em diferentes populações para aumentar a variabilidade, uma vez que dentro da mesma população ocorreu baixa divergência genética. Contudo a avaliação da variabilidade na biometria de frutos e sementes, na emergência e na qualidade fisiológica de sementes colhidas em 31 árvores matrizes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.), demonstrou maior variabilidade entre os frutos e as sementes das árvores matrizes, para os caracteres biométricos de

Tabela 4.4. Registro no Herbário da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (HURB) dos *vouchers* das matrizes, massa de mil sementes e teor de água em sementes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.) de diferentes matrizes da mesma população, Sapeaçu, BA, Brasil.

Matriz	Registro HURB	Massa de mil sementes (g)	Teor de água (%)
1	2138	6,9 bc	8,2 a
2	2137	6,1 e	8,3 a
3	2135	5,7 f	8,2 a
4	2134	6,8 bcd	8,2 a
5	2133	6,4 d	9,1 a
6	2132	6,6 cd	8,4 a
7	2131	7,9 a	8,8 a
8	2129	6,8 bcd	8,0 a
9	2130	8,2 a	8,8 a
10	2136	7,2 b	8,7 a
CV%		4,7	11,5

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade; coeficiente de variação (CV). Fonte: Adaptado de Peixoto (2010).

Tabela 4.5. Primeira contagem da germinação (PC) aos dois dias, germinação máxima (G) aos 6 dias, índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE) as 72 horas, das sementes e crescimento da parte aérea e das raízes das plântulas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.) de diferentes matrizes, Sapeaçu, BA, Brasil.

Matriz	PC (%)	G (%)	IVG	CE 72 h ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$)	Parte aérea (mm)	Raiz (mm)
1	37,0 b	84,7 a	62,1 ab	220,9 bc	27,9 ab	25,3 a
2	40,0 b	85,2 a	65,2 ab	150,9 c	24,9 b	25,2 a
3	27,2 bc	85,5 a	59,6 b	232,6 bc	25,2 b	23,8 a
4	57,0 a	81,0 ab	73,6 a	366,6 abc	30,7 a	31,4 a
5	22,0 b	62,7 c	43,8 c	128,9 c	27,5 ab	26,7 a
6	38,2 b	75,8 ab	59,4 b	177,2 bc	25,1 b	23,4 a
7	26,3 bc	82,7 ab	56,5 bc	400,1 ab	28,2 ab	27,8 a
8	13,0 c	68,5 bc	43,4 c	458,7 a	30,0 ab	29,8 a
9	23,2 bc	77,2 ab	52,8 bc	184,7 bc	25,4 b	30,5 a
10	21,2 bc	78,8 ab	53,5 bc	485,4 a	28,5 ab	28,3 a
CV (%)	25,4	8,21	11,2	15,4	7,5	18,0

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade; coeficiente de variação (CV). Fonte: Adaptado de Peixoto (2010).

frutos e sementes e no processo germinativo. Mas, o teste de condutividade, conduzido a 25 °C por períodos de 6 a 30 horas de embebição em 75 mL de água destilada, não foi eficiente para discriminar as sementes oriundas de diferentes matrizes quanto à qualidade fisiológica das sementes. As variações nos valores observados podem resultar da combinação de uma série de fatores, entre eles, aqueles relacionados com a variabilidade genética e de fecundidade na população. Isso demonstrou que para verificar a superioridade das matrizes é necessário um teste de progênies (Silva et al. 2014).

De maneira geral, nas populações das espécies florestais a maior diversidade genética ocorre dentro da população. Desta forma, para a colheita de sementes e formação de lotes com ampla variabilidade é necessário considerar as diferentes formas de distribuição de diversidade gênica que ocorre entre as populações com predominância de alogamia (maioria das espécies florestais tropicais) (Loveless e Hamrick, 1984).

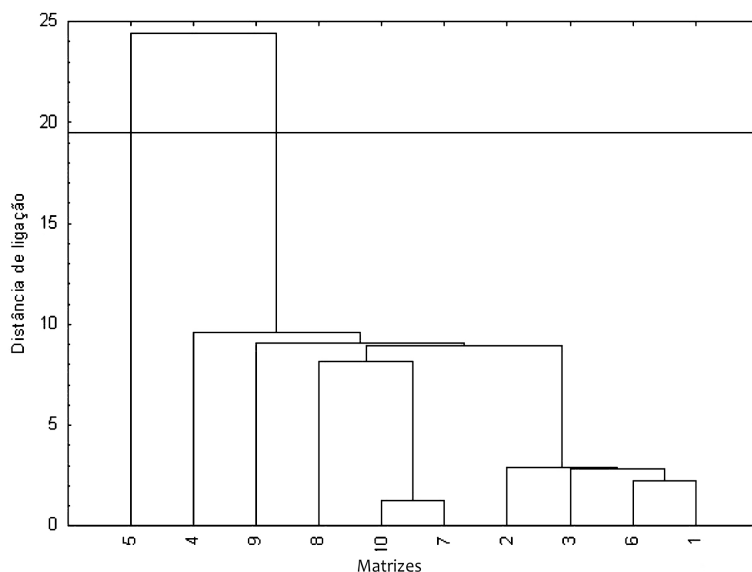


Figura 4.6. Dendrograma de divergência genética para as sementes e plântulas de 10 matrizes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) da mesma população em Sapeaçu, BA, Brasil. Fonte: Adaptado de Peixoto (2010).

A variação genética das espécies florestais também está associada com a sua distribuição espacial. Assim, para garantir a utilização adequada de sementes em programas de restauração florestal é importante definir zonas de coleta e uso de sementes (ZCU), que são subdivisões regionais estabelecidas para identificar origens de sementes e controlar o movimento de sementes para plantio. Escolher a fonte adequada de sementes para reflorestar determinada região é importante por diversas razões: produção de uma floresta saudável e duradoura; limitar danos causados por desastres climáticos ou pragas; produção rápida de produtos; e manutenção do “pool” gênico local. Biernaski et al. (2012) objetivando avaliar diferenças genéticas entre três conjunto de matrizes de *Cedrella fissilis* Vell. a partir de variáveis quantitativas determinadas na fase juvenil do teste de progênie, em condições de viveiro, o qual foi formado a partir de sementes obtidas de matrizes localizadas em diferentes regiões do Paraná, verificaram que os caracteres juvenis apresentaram elevado controle genético, possibilitando a sua utilização para avaliação da variabilidade genética de amostras de populações da espécie. E também foi verificado que os três grupos de matrizes delimitados espacial-

mente não apresentaram diferenças genéticas, sendo possível utilizar as sementes para restauração florestal na região de abrangência do estudo, sem prejuízo ao “pool” gênico local da espécie, na área que pertence a uma mesma zona de coleta e uso de sementes.

Uma avaliação da estrutura da genética populacional possibilita uma melhor definição dos procedimentos de colheita nas diversas espécies vegetais, conforme detalhado por Sebbenn (2006). Contudo, parte da variabilidade verificada no comportamento das sementes e plântulas também pode ser resultado da maturação desuniforme, fazendo-se necessária a separação pós-colheita de frutos e/ou sementes com características morfológicas mais uniformes, conforme recomendaram Duarte et al. (2006) para *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC., além de cuidados pós-colheita para evitar contaminação das sementes por patógenos que reduzem a qualidade fisiológica (Scremim-Dias et al., 2006).

4.2.6.3. Colheita de frutos e sementes de espécies arbóreas

A colheita em espécies florestais deve ser feita preferencialmente na copa das plantas, visando colher sementes com melhor qualidade sanitária. Contudo, em algumas espécies, o momento de colheita é marcado pela liberação (dispersão) dos frutos e sementes, sendo inevitavelmente feito o recolhimento de frutos/sementes caídos no solo.

Quando se trabalha com espécies arbóreas, a colheita direta na copa exige cuidados para minimizar as perdas, causadas pela colheita muito antecipada, que leva a obtenção de maior proporção de sementes imaturas, ou pela colheita tardia em espécies que dispersam as sementes dos frutos e/ou sementes alados (as), reduzindo a quantidade/qualidade das sementes.

A colheita de frutos/sementes localizados na copa exige materiais e equipamentos apropriados de colheita, além do uso de equipamento de segurança individual pelos coletores, fazendo-se necessário seu treinamento através de cursos de formação específica, como os que foram ministrados pela Redes de Sementes formadas na década de 1990.

A adoção de procedimentos de segurança promove aumento da quantidade de material que os coletores deverão levar para campo, implicando em aumento de carga a ser transportada, o que, em alguns casos, reduz a velocidade de deslocamento em terrenos acidentados ou com aclive/declive acentuados.

4.2.6.4. Coletores de sementes e equipamentos de proteção

A colheita em cada planta matriz deve ser realizada por pelo menos dois coletores de sementes, que devem trabalhar como parceiros de modo a otimizar a operação, registrando e identificando o material colhido. Essa é também uma medida de segurança, pois, a colheita de frutos e sementes em condições naturais expõe os coletores a riscos relacionados a animais peçonhentos, picadas de abelhas e vespas, quedas e fraturas, devendo-se poder com contar outra pessoa como apoio no caso de alguma eventualidade.

A seguir, são relacionados alguns equipamentos de proteção individual (EPIs) que cada coletor deve utilizar para a colheita de sementes florestais (Figura 4.7). Destaca-se que os coletores devem estar vestidos com calças e preferencialmente utilizar camisas com mangas longas.

O uso de óculos é uma necessidade, principalmente, quando se está caminhando por trilhas que apresentam ramos baixos e que podem ferir os olhos, ou quando em colheita na copa para evitar que as quedas de folhas, de cascas ou outros materiais possam atrapalhar a visão.

De modo semelhante o uso de capacetes deve ser adotado, visando evitar ferimentos na cabeça, por batidas em ramos baixos ou pela queda de ramos e/ou frutos.

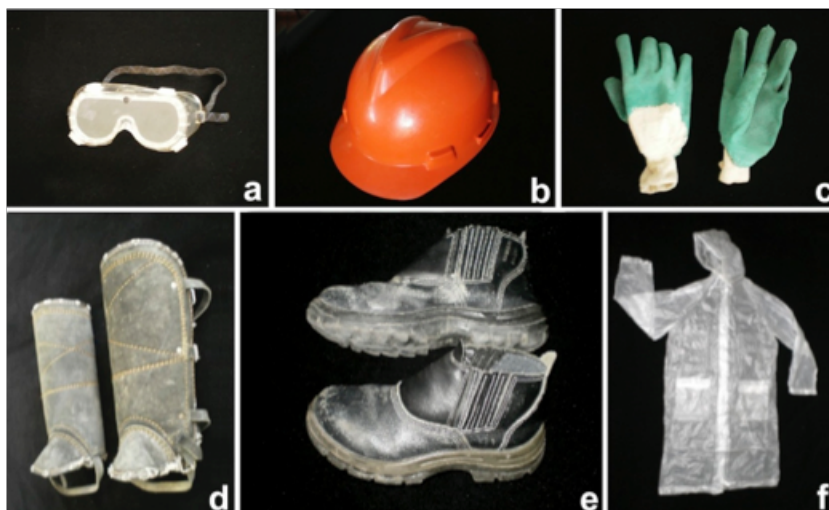


Figura 4.7. Equipamentos de proteção individual (EPI) para a colheita de sementes. a. Óculos; b. Capacete; c. Luvas; d. Perneiras; e. Botinas ou botas; f. Capa de chuva. Fotografias: Edson Ferreira Duarte.

O uso de luvas é recomendável em toda a operação de colheita, pois ao passar por trilhas/locais que apresentem arestas agudas, plantas dotadas de espinhos ou folhas cortantes, insetos e/ou animais peçonhentos, eventuais ferimentos nas mãos podem ser evitados ou até minimizados. Quando se faz a colheita em terrenos acidentados ou declivosos, o uso das mãos é essencial para o deslocamento e carregamento de materiais de colheita. Desse modo, ao se evitar ferimentos nas mãos o rendimento de colheita pode ser maximizado.

O uso de perneiras e botinas ou de botas de cano alto é importante para evitar danos nos membros inferiores, principalmente quando caminha-se por locais acidentados e nos quais ocorrem animais peçonhentos, especialmente cobras. O uso desse EPI é importante para a manutenção da capacidade de deslocamento dos coletores de sementes. A capa de chuva é uma das opções de proteção quando os coletores estiverem em campo e houver a ocorrência de precipitação pluvial. Essa proteção possibilita o deslocamento dos coletores enquanto durar a chuva.

4.2.6.5. Colheita no solo

A colheita de sementes previamente caídas no solo ou derrubadas da copa das árvores apresenta a vantagem de melhorar o rendimento da atividade, possibilitando recolher mais frutos/sementes, mais rapidamente, sem o risco adicional da escalada. Sempre que possível, esse procedimento de colheita deve ser adotado.

Quando se derruba os frutos/sementes da copa das árvores matrizes a partir do solo, os coletores deverão ir a campo levando os equipamentos e materiais apresentados na Figura 4.8.

A colheita de sementes no solo é feita com o recolhimento dos frutos/sementes previamente caídos, ou diretamente das estruturas reprodutivas que se apresentarem ao alcance das mãos. Mas quando a colheita for realizada em árvores, os frutos/sementes devem ser derrubados com auxílio de ganchos, serras, cordas ou tesouras de poda aérea (podão) utilizadas para cortar galhos com frutos/sementes (Figuras 4.9a e 4.9b).

Os procedimentos usuais nesse tipo de colheita são a limpeza da área na qual serão derrubados os galhos; a abertura de uma lona plástica (preferência de ráfia, por ser mais leve), a qual pode ser reposicionada a medida que o coletor retira os ramos de certa região da copa.

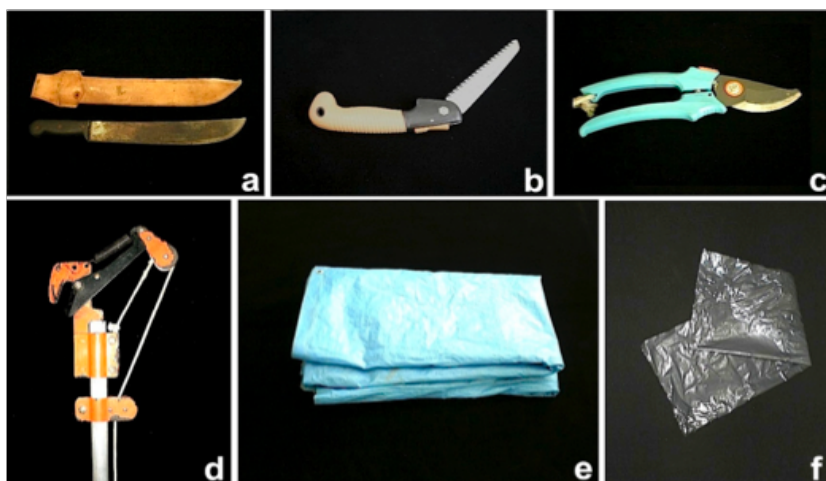


Figura 4.8. Equipamentos de materiais necessários para a colheita das sementes no solo. a. Facão com bainha; b. Serra manual; c. Tesoura de poda; d. Tesoura de poda aérea (podão); e. Lona plástica de rafia; f. Saco para o transporte de frutos/sementes. Fotografias: Edson Ferreira Duarte.



Figura 4.9. Colheita de sementes no solo. a. Corte de ramos com frutos/sementes na copa da árvore com uma tesoura de poda aérea (podão) sobre uma lona plástica; b. Frutos e sementes parcialmente limpos. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fotografias: Edson Ferreira Duarte.

Faz-se a separação dos frutos/sementes dos ramos e folhas, com o auxílio de uma tesoura de poda, diretamente sobre lona, como forma de reduzir o volume e a massa a serem carregados, com o posterior recolhimento do material em sacos que serão utilizados para o

transporte até o local de beneficiamento. Quando os frutos/sementes apresentarem maior massa deve-se usar sacos de rafia para o transporte, por serem mais resistentes. Deve-se fazer a colheita separada dos frutos/sementes de cada planta matriz, com a devida identificação ainda no campo e a posterior avaliação e anotação da quantidade/massa colhida, para possibilitar a previsão futura de rendimento de colheita, conforme destacaram Scremim-Dias et al. (2006).

Quando a colheita das sementes é feita em vias rurais e/ou urbanas, onde há tráfego de pessoas e automóveis, há necessidade de se isolar a área em que ocorrerá a queda dos ramos e sinalizá-la com o uso de cones e fitas de sinalização, visando evitar acidentes envolvendo os passantes.

4.2.6.6. Colheita na copa das árvores

A colheita de sementes na copa das árvores exige o conhecimento de técnicas de escalada em árvores e de descida do tipo rapel ou de outras técnicas de escalada e descida, além do uso de equipamentos especializados. Exige também a adoção de medidas preventivas de segurança, pois, a escalada em árvores é uma atividade de risco devendo ser realizada com cuidado para prevenir acidentes em condições de campo.

A colheita diretamente na copa utilizando peias ou correias nos pés, apesar de ser uma das formas mais rápidas de ascensão até a copa das árvores, não oferece segurança aos coletores. Outros métodos de escalada apresentam menor rendimento operacional, porém são mais seguros.

Tem sido observada a escalada em algumas espécies arbóreas com uso de esporas, que exige agilidade dos coletores na subida e descida, porém, esse método abre “portas” de entrada para pragas e patógenos no caule das plantas matrizes, restringindo sua adoção em espécies nativas da flora brasileira que ocorrem em áreas naturais. Assim, os procedimentos de colheita na copa devem priorizar o uso de escadas, blocantes e escalada em cordas com uso de equipamentos especializados.

Além dos materiais e equipamentos previamente relacionados para a colheita de frutos/sementes (Figura 4.8), quando se realiza a colheita na copa das árvores são necessários também os equipamentos detalhados nas Figuras 4.10, 4.12 e 4.14 conforme for o procedimento de escalada. A escada de corda deverá ser confeccionada pelo próprio

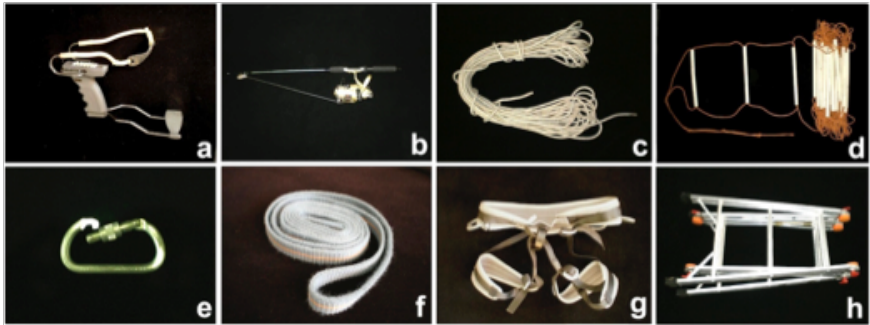


Figura 4.10. Equipamentos e materiais necessários para a escalada em árvores utilizando escadas. a. Atiradeira; b. Caniço com molinete, linha de nylon e chumbada; c. Corda; d. Escada flexível de corda; e. Mosqueião; f. Fita anel; g. Cadeirinha de escalada (boldrier); h. Escada articulada de alumínio. Fotografias: Edson Ferreira Duarte.

coletor, mas os outros equipamentos deverão ser adquiridos em lojas especializadas em materiais esportivos e de escalada/alpinismo.

A escalada em árvores requer algumas condições, sendo a primeira que a árvore e seus ramos estejam saudáveis e suportem o peso do coletor de sementes e dos equipamentos; a segunda é que as condições meteorológicas estejam estáveis devendo-se evitar escalar em árvores na iminência de chuvas e com rajadas de ventos, que exporiam o escalador ao risco de queda causado pela quebra de ramos, pelo desequilíbrio e pela possibilidade de descargas elétricas. Além desses aspectos, dever ser avaliada a presença ou não de abelhas/vespas na copa, visando evitar exposição dos coletores a ataques desnecessários na copa das árvores, pois durante a escalada ficam com a mobilidade reduzida.

Alguns procedimentos de escalada em árvores para a colheita de sementes serão detalhados a seguir, sendo destacados aspectos práticos de rendimento operacional e de segurança:

a) Escalada em árvores com escadas

O uso de escadas para escalar árvores é uma alternativa e relativamente mais rápida que a escalada com blocantes. O uso de escadas articuladas, segmentadas ou extensíveis pode ser uma forma de se alçar à copa, sendo posicionadas junto ao tronco e, sempre que possível, amarradas, para evitar quedas causadas pelo deslocamento/desequilíbrio das escadas.

As escadas articuladas assim como as escadas segmentadas são vantajosas para uso em locais que se tenha que caminhar por trilhas na mata por apresentarem menor comprimento, possibilitando manobrá-las entre as plantas. E são relativamente mais leves que escadas extensíveis, por serem feitas de alumínio, porém atingem menores alturas (Figura 11a), limitando seu uso quando os ramos da copa forem muito altos.

Quando as plantas matrizes apresentarem ramos muito altos, as escadas de corda flexíveis podem ser utilizadas, com a vantagem de permitir o reposicionamento do coletor na copa para alcançar ramos em diferentes locais da copa, durante a escalada (Figura 4.11b). São confeccionadas com cordeletes (preferencialmente feitos em poliamida) e degraus de PVC ou alumínio e estes devem ser periodicamente examinadas para avaliar a necessidade de substituição do cordelete ou dos degraus.



Figura 4.11. Escalada em árvores usando escadas. a. Escada articulada; b. Escada de corda. Fotografias: Daiane Sampaio Almeida.

A escalada com escadas de corda exige um melhor condicionamento físico do coletor, devido à sua instabilidade. São seguras pelo fato de que cada degrau distribui o esforço em dois cordeletes, duplicando a capacidade de carga em cada um. O coletor deve manter uma ligação de segurança (1ª segurança), reposicionada durante a subida e a descida, feita pela conexão de um mosquetão a uma fita de segurança, que se prende à cadeirinha de escalada, evitando quedas no caso de desequilíbrios.

b) Escalada em árvores com blocantes

Os blocantes são duas cordas que são passadas em volta do tronco, por meio das quais o coletor de sementes sobe na árvore junto ao tronco. Essa técnica de escalada é simples, mas apresenta baixo rendimento operacional, sendo compensada pelo significativo aumento de segurança na operação.

Sua utilização é mais apropriada em plantas que não apresentem ramos intermediários e a copa seja relativamente pequena, com tronco de 30 a 60 cm de diâmetro.

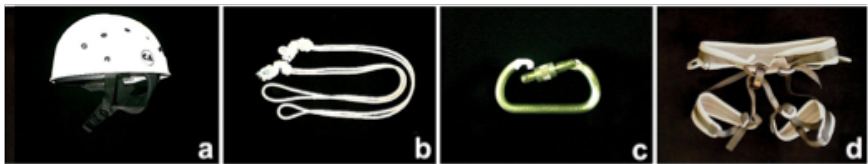


Figura 4.12. Equipamentos de materiais necessários para a escalada em árvores com blocantes ao tronco. a. Capacete de escalada; b. Cordas; c. Mosquetão; d. Cadeirinha de escalada (boldrier). Fotografias: Edson Ferreira Duarte.

Os procedimentos de escalada consistem em passar as cordas em volta do tronco da planta matriz, de modo que quando puxa-se uma das pontas, a corda aperta o tronco sem deslizar/ceder. Ata-se a corda que fica posicionada acima na cadeirinha de escalada com o uso do mosquetão enquanto a corda que fica abaixo servirá de apoio para um dos pés durante a subida e a descida (Figuras 4.13a a 4.13d).



Figura 4.13. Escalada em árvore utilizando blocantes. a. Fixação de cordas no tronco; b. Apoio do coletor de sementes na cadeirinha e reposicionamento da corda de baixo; c. Apoio do coletor na corda de baixo e reposicionamento da corda de cima; d. Vista geral da escalada junto ao tronco. Fotografias: Alinne Rocha Santos.

c) Escalada em árvores com cordas e equipamento de alpinismo

Dos procedimentos de escalada anteriormente descritos, a escalada com cordas é mais vantajosa, por apresentar um maior grau de segurança, desempenho na colheita e maior liberdade ao coletor de sementes.

As cordas a serem utilizadas na escalada em árvores, são as do tipo estática, por apresentarem baixa deformação sob tensão e menor esforço na escalada. Devem ser constituídas por uma capa com 16 pernas ou mais e uma alma formada por multifilamentos individuais de poliamida que conferem elevada resistência a rupturas e ao calor. Usualmente, o diâmetro das cordas é de 11 mm a 12 mm, adaptando-se bem aos equipamentos de escalada, que também são utilizados em espeliologia e/ou escalada em rochas. Quando as cordas estiverem sujas, podem ser lavadas utilizando sabão neutro, devendo secá-las à sombra, pois perdem a resistência se expostas por muito tempo à radiação ultravioleta, devendo-se armazená-las em locais sombreados e arejados.

Atenção especial deve ser dada às cordas e equipamentos de escalada. Antes de cada escalada deve-se fazer a verificação de toda a

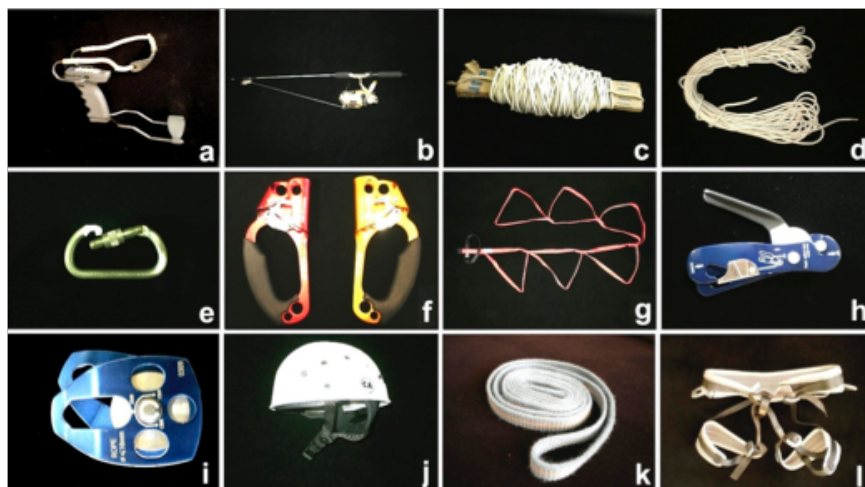


Figura 4.14. Equipamentos de materiais necessários para a escalada em árvores usando cordas. a. Atiradeira; b. Caniço com molinete linha de nylon e chumbada; c. Cordelete; d. Corda; e. Mosquetão; f. Ascenderes de punho esquerdo e direito; g. Estribo; h. Descensor; i. Polia oscilante; j. Capacete de escalada; k. Fita anel; l. Cadeirinha de escalada (boldrier). Fotografias: Edson Ferreira Duarte.

corda analisando ocorrência de rupturas dos filamentos da capa, nos quais se fixam os ascenderes ou constrições, semelhantes à parte mais fina de ampolhetas, indicando a ruptura de filamentos da alma. Caso alguma dessas situações forem identificadas, a corda deverá ser descartada. Quanto aos equipamentos, não devem apresentar falhas em seu funcionamento normal. Por serem constituídos de uma liga de alumínio, as quedas deles devem ser totalmente evitadas, pois podem ocorrer micro fraturas imperceptíveis, que poderão comprometer a segurança quando lhes for exigido maior esforço. Caso algum equipamento caia durante a escalada, ele deve ser descartado e substituído por um novo.

Realizando-se as verificações dos equipamentos e a adoção de procedimentos de segurança, o risco de quedas é reduzido na escalada com cordas.

Para a escalada com cordas, é necessário subir a corda até a copa das árvores, a qual é precedida pelo arremesso, em um galho, de um peso de chumbo (chumbada) amarrado a uma linha, que possibilite alcançar a copa com segurança. Amarra-se a ponta da linha ao cordelete ou a corda que é passada sobre o galho, prendendo uma das pontas firmemente em um tronco enquanto o outro lado será usado para a escalada (Figura 4.15).



Figura 4.15. Escalada em árvores utilizando cordas. a. Após passar a corda; b. Amarração de uma das pontas da corda no tronco; c. Início da escalada; d. Continuação da escalada; e. Coletor recebendo a tesoura de poda aérea (podão); f. Colheita de frutos e sementes. Fotografias: a-d. Lidyanne Yuriko Saleme Aona; e-f. Diego da Silva Cunha.

A escalada é feita na corda com o uso de ascenderes conectados pelos mosquetões e pela fita anel, ao estribo e à cadeirinha. Somente quando o coletor atingir a altura desejada, Ihe serão encamiñados os equipamentos de corte de ramos, para iniciar a colheita, e que deverão ser abaixados antes que sejam iniciados os procedimentos de descida.

Para a descida, deve-se fixar na corda o descensor ou o freio oito, que será conectado à cadeirinha. Somente após essa operação, o ascender que se conecta à cadeirinha deverá ser desprendido da corda. Finalmente, o ascender conectado ao estribo é desprendido da corda, devendo ser firmemente preso a uma das alças da cadeirinha para evitar queda. O coletor poderá iniciar a descida em rapel, devendo ser posicionado e estabilizado pelo coletor que permaneceu no solo.

Nos casos em que o coletor for se deslocar na copa da árvore através de seus galhos, uma segunda corda de segurança (2ª segurança) deverá ser fixada na copa, preferencialmente em um outro galho que se apresente seguro, e preferencialmente diferente daquele em que ocorrer a escalada. Pois, no deslocamento do coletor de um ramo para outro, a 1ª segurança que também deve ser utilizada para ancorar o coletor nos ramos mais próximos, deverá ser reposicionada e nesse momento o coletor deverá contar com a 2ª segurança. O comprimento da corda da 2ª segurança deverá ser ajustado pelo coletor que ficou no solo.

Recomenda-se enfaticamente a necessidade de treinamento e capacitação de coletores de sementes florestais, para que sejam colhidas sementes com qualidade fisiológica e sanitária; para garantir a procedência das sementes de diferentes matrizes visando a diversidade genética; o respeito quanto a intensidade de colheita em cada planta matriz para a manutenção da capacidade de regeneração natural e de sua longevidade, além da disponibilização de recursos para a fauna e organismos associados. Também destaca-se a adoção de procedimentos e equipamentos de segurança durante a colheita, pois apesar de poder reduzir o rendimento da operação, não deve ser negligenciada ou considerada de pouca importância, pois é a melhor forma para que os coletores de sementes se mantenham saudáveis e possam realizar colheita em espécies arbóreas.

4.2.7. Formação de lotes de sementes florestais

Os lotes devem ser constituídos pela mistura de quantidades equivalentes de sementes de cada planta matriz colhida na mesma época, evitando-se usar mais sementes de uma matriz que de outra, para que a contribuição genética entre as matrizes seja proporcional no lote. Formando assim um lote de sementes com variabilidade genética (Binotto, 2004; Lima Júnior et al., 2000; Scremim-Dias et al., 2006). Contudo, também existe recomendação de formação do lote de sementes florestais pelas sementes de uma única planta matriz (Andrigueto, 2012).

Quando houver sobras de sementes de determinada matriz estas devem ser armazenadas separadamente até que se obtenha sementes de outras plantas para então compor outro lote de sementes. Deve-se fazer o registro das matrizes que contribuíram para formação de cada lote sementes de determinada espécie, para elaboração do Relatório de Produção que deve ser encaminhado para os órgãos de fiscalização.

4.2.8. Aspectos legais para a produção de sementes florestais

Os marcos regulatórios para as sementes florestais estão baseados no comércio das sementes, conforme prevê o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, disposto na Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003 que foi regulamentada pelo Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004 (Brasil, 2003; 2004). Em que as sementes florestais podem ser produzidas em Áreas de Coleta de Sementes (ACS), em Áreas de Produção de Sementes (APS), em Pomares de Sementes formados à partir de sementes (PCS) ou à partir de mudas (PMS), que apresentam diferentes graus de exigências para a produção. As categorias de sementes com maior controle na produção é que são certificadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme a detalhado na Tabela 4.6.

Devido a ausência de padrões de análise em laboratórios para a certificação das maioria das sementes florestais nativas o MAPA instituiu a Instrução Normativa (IN) 56 de 8 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011) que prevê que o Responsável Técnico da Empresa/Instituição produtora das sementes possa atestar a qualidade das mesmas, utilizando o Termo de Conformidade, o qual deverá acompanhar as sementes durante o transporte, juntamente com a Nota Fiscal de venda.

Tabela 4.6. Principais aspectos previstos na legislação brasileira para a produção de diferentes categorias de sementes florestais.

Local de produção	Exigências para a produção (Sigla)	Categoria	Certificação pelo MAPA
	Sem a marcação de matrizes (ACS-NS)		
ACS Natural	Com a marcação de matrizes (ACS-NM) Com áreas marcadas (ACS-AS) Com a marcação das áreas e matrizes (ACS-AM)	Identificada	Não
ACS Natural	Com a seleção fenotípica e marcação das áreas e matrizes (ACS-MS)	Selecionada	Sim
APS Cultivada	Com matrizes e populações selecionadas (APS-MS) e isoladas para evitar troca de pólen de outras áreas e com manejo da população (desbaste seletivo e seleção) (PCS; PSM; PCSH)	Qualificada	Sim
PMS testado	Com matrizes isoladas e testadas geneticamente, sendo os Pomares resultantes de testes de progênes	Testada	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em tempo, a legislação prevê que os coletores de sementes florestais (Pessoa física prestadora de serviços) e que produtores de sementes florestais (Pessoa jurídica) devem estar devidamente cadastrados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), e que as matrizes devem estar cadastradas no Registro Nacional de Áreas e Matrizes (RENAM) e no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

Os produtores de sementes florestais devem ainda encaminhar as informações da produção anualmente ao MAPA por meio de formulários específicos (Brasil, 2011).

Destaca-se também o grande esforço para estabelecer padrões de análise de sementes florestais nativas pelo MAPA, com o apoio de diversas Instituições de Ensino e Pesquisa (UFU, UFS-Car, IFMG, IFSP entre outros) que possibilitou a emissão das Instruções Normativas (IN44, IN35, IN26), para análise de 50 espécies florestais nativas nos últimos anos (Brasil, 2010; 2011; 2012).

4.3. Considerações finais

O adequado processo de produção e/ou planejamento de colheita de sementes em espécies não domesticadas deve iniciar antes do florescimento, com o acompanhamento preliminar de indivíduos promissores, pois na maioria dos casos as informações fenológicas das espécies de interesse podem não estar disponíveis na literatura.

A proporção de indivíduos de uma mesma espécie em fase reprodutiva e de produção de sementes, pode variar nas populações naturais. Isso implicará na necessidade de definir as espécies alvo para o planejamento da colheita de sementes a fim de evitar perdas de quantidade pela dispersão natural. Mas em uma floresta primária, pode ocorrer certa estabilidade do processo de florescimento da comunidade vegetal (Pessoa, 2008), com oferta mais ou menos constante de recursos para polinizadores e dispersores.

Os fatores ambientais e de sítio afetam a intensidade e o sincronismo fenológicos de populações vegetais, resultando em aumento ou redução da porcentagem de indivíduos que produzem sementes.

Acompanhar e compreender a maturação das sementes de espécies florestais pode auxiliar na adequada formulação de planos de produção e colheita, pois a qualidade e quantidade colhidas dependem desse tipo de conhecimento.

As variações ambientais afetam o sincronismo fenológico e quando somadas às variações no processo de maturação podem resultar na colheita de sementes com variado desempenho germinativo. Essa variação pode ser maior ou menor em cada espécie, pois a estrutura genética e a distribuição espacial da variabilidade somadas às variações ambientais determinam a qualidade genética e fisiológica das sementes.

Compreender tais aspectos, em conjunto, é uma das condições para se propor estratégias e procedimentos de colheita que melhor se adequem às espécies de interesse.

4.4. Bibliografia

AGUIAR, L.M.S.; MACHADO, R.B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L.M.S.; CAMARGO, A.J.A. (Ed.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.17-40.

ANDRIGUETO, J.R. **Manual de produção de sementes florestais nati-**

vas. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 52p.

AITKEN, S.N. Genecology and adaptation of forest trees. In: EVANS, J.; BURLEY, J.; YOUNGQUIST, J. (Eds.) **Encyclopedia of Forest Sciences**. Amsterdam: Elsevier, 2004. p.197-204.

ALMEIDA, D.S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. – Fabaceae - Faboideae)**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013.

AOSA, Association of Official Seeds Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983. 88p. (n. 32).

BAZZAZ, F.A.; ACKERLY, D.D.; REEKIE, E.G. Reproductive allocation in plants. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.1-30.

BIERNASKI, F.A.; HIGA, A.R.; SILVA, L.D. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênies de *Cedrela fissilis* Vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.49-58, 2012.

BINOTTO, A.F. Análise de sementes florestais. In: HOPE, J.M. (Org.) **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004. p.62-70.

BRASIL, Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 06 agosto de 2003.

BRASIL, Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004. Regulamento da lei no 10.711, de 5 de agosto de 2003 que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM. **Diário Oficial da União**, 26 julho de 2004.

BRASIL. Instrução Normativa n. 44 de 23 de Dezembro de 2010. Oficializar os métodos para testes de germinação de sementes de *Astronium fraxinifolium*, *Ceiba speciosa*, *Cybistax antisyphilitica*, *Enterolobium*

contortisiliquum, *Guazuma ulmifolia*, *Lafoensia pacari*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Peltophorum dubium*, *Pseudobombax tomentosum* e *Pteogyne nitens*. **Diário oficial da União**, Brasília, 24 dezembro de 2010.

BRASIL. Instrução Normativa n. 35 de 14 de Julho de 2011. Acrescentar ao caput do art. 1o da Instrução Normativa no 44, de 23 de dezembro de 2010, as sementes de *Acacia polyphylla*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Cytharexylum myrianthum*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Jacaranda micrantha*, *Ormosia arborea*, *Parapiptadenia rigida*, *Parkia pendula*, *Platymenia reticulata*, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, *Senna macranthera*, *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia roseo-alba*. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 julho de 2011.

BRASIL. Instrução Normativa n. 56 de 08 de Dezembro de 2011. Regula a produção, a comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas, visando garantir sua procedência, identidade e qualidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 dezembro de 2011.

BRASIL. Instrução Normativa n. 26 de 10 de Setembro de 2012. Acrescentar ao caput do Art. 1o da Instrução Normativa no 44, de 23 de dezembro de 2010, as sementes de *Albizia hassleri*, *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Apuleia leiocarpa*, *Cariniana legalis*, *Cassia leptophylla*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia americana*, *Dalbergia miscolobium*, *Dalbergia nigra*, *Enterolobium maximum*, *Erythrina speciosa*, *Gallesia integrifolia*, *Hymenaea courbaril*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Mimosa scabrella*, *Peltogyne confertiflora*, *Qualea grandiflora*, *Schinus terebinthifolius*, *Senna multijuga*, *Stryphnodendron barbadetiman*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa* e *Zeyheria tuberculosa*. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 setembro de 2012.

COTO A., D.; SAUNDERS, J.L. Insectos plaga de guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. **Manejo Integrado de Plagas**, n.61, p.60-68, 2001.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 60-68, 1996.

DUARTE, E.F. **Anatomia, maturação e dormência de sementes de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae)**. 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

DUARTE, E.F. et al. Germinação e vigor de sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica* MART. ex DC.) em função do tamanho e tipo de coleta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.3, p.173-179, 2006.

DUARTE, E.F. **Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do Cerrado**. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

DUARTE, E.F.; CARNEIRO, I.F.; REZENDE, M.H. Morfologia de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). **Revista de Biologia Neotropical**, v.6, n.1, p.1-12, 2009.

DUARTE, E.F.; CARNEIRO, I.F. Qualidade fisiológica de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) em função do estágio de maturação dos frutos. **Bioscience Journal**, v.25, n.3, p.161-171, 2009.

FERNANDES, K.H.P. et al. Variabilidade genética em progênies de polinização aberta de *Jatropha curcas*. **Scientia Forestalis**, v.43, n.105, p.167-173, 2015.

GREENNE, D.F.; JOHNSON, E.A. Estimating the mean annual seed production of trees. **Ecology**, v.75, n.3, p.642-647, 1994.

GUTIÉRREZ, B.A. Principales plagas de las anonaceas. **ICA – INFORMA**, Bogotá, v.14, n.2, p.11-14. 1980.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 275p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983, 173p.

LEISHMAN, M.R. et al. The evolutionary ecology of seed size. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.31-57.

LIMA JUNIOR, M.J.V. et al. Amostragem. In: LIMA JUNIOR, M.J.V. (Ed.) **Manual de procedimentos para a análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010. p.15-25.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 01 de set. 2015.

LORZA, R.F.; CASTRO, A.G.; FIGLIOLIA, M.B. Planejamento e técnicas de coleta de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F.M.C; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Orgs.) **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p.190-218.

LOVELESS, M.D.; HAMRICK, J.L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. **Annual Review of Ecological and Systematics**, v.15, p.65-95, 1984.

LUCAS, P.W. et al. The ecology of *Mezzettia leptopoda* (Hk. F. et Thoms.) Oliv. (Annonaceae) seeds as viewed from mechanical perspective. **Functional Ecology**, v.5, p.545-53, 1991.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p.65-70, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MEDEIROS, A.C.S.; NOGUEIRA, A.C. **Planejamento da coleta de sementes de florestas naturais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 9p. (Circular Técnica, 126).

MORAES, C.B. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos para seleção de árvores de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, v.42, n.104, p.623-629, 2014.

MORI, E.S.; NAKAGAWA, J. Conservação de recursos genéticos: a base para a produção de sementes de qualidade. In: PIÑA-RODRIGUES, F.M.C; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Orgs.) **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p.153-166.

NEWTON, A.C. **Forest ecology and conservation: a handbook of techniques**. New York: Oxford University Press, 2007. 454p.

PEIXOTO, J.S. **Germinação de sementes, vigor e divergência entre matrizes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. – Fabaceae)**. 2010, 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010.

PEREIRA, T. S. et al. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, v.63, n.2, p.329-339, 2008.

PEREIRA, V.J.; SANTANA, D.G. Coefficient of variation of normal seedlings obtained from the validation of methods for the seed germination testing of 20 species belonging to the family Fabaceae. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.161-170, 2013.

PESSOA, M.S. **Comparação da comunidade arbórea e fenologia reprodutiva de duas fitofisionomias em floresta atlântica no sul da Bahia, Brasil**. 2008, 81f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; SILVA, L.D. Parâmetros genéticos para a colheita de sementes de espécies florestais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; LELES, P.S.S.; BREIER, T.B. (Orgs.) **Parâmetros técnicos para a produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR/UFRRJ, 2007. p.51-102.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PIRATELLI, A.J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.42-81.

PIRES, V.C.M. et al. Variação genética em caracteres silviculturais em teste de progênies de *Anadenanthera falcata* (Benth) Speng. **Scientia Forestalis**, v.42, n.104, p.565-571, 2014.

RAMIREZ, N.; BERRY, P. Produccion y costo de frutos y semillas relacionados a los tipos morfologicos de frutos, unidad de dispersion y sindromes de dispersion. **Ecotropicos**, v.6, n.1, p.43-61, 1993.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, n.80, p.223-230, 1997.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RODRIGUES, M.A. et al. Caracterização de aspectos do potencial biótico (capacidade reprodutiva) de espécies importantes para a recuperação de áreas degradadas de Restinga. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p.633-635, 2007.

SANTOS, D.L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.19, n.3, p.625-632, 2005.

SEBBENN, A.M. **Estrutura genética de Jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze) por caracteres quantitativos e isoenzimas**. 2001. 210f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2001.

SEBBENN, A.M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A.H.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p.93-138.

SCREMIM-DIAS, E. et al. **Produção de sementes de espécies florestais**

nativas: manual. Campo Grande: Editora UFMS, 2006. 43p.

SILVA, K.B. et al. Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. **Revista Eletronica de Biologia**, v.7, n.3, p.281-300, 2014.

SIQUEIRA-FILHO, J.A.; TABARELLI, M. Bromeliads species of the Atlantic forest of north-east Brazil: losses of critical populations of endemic species. **Oryx**, v.40, n.2, p.1-7, 2006.

TABARELLI, M. et al. Fragmentação e perda de habitats na Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco. In: SIQUEIRA FILHO, J.A.; LEME, E.M.C. **Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste:** biodiversidade, conservação e suas bromélias. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2006. p.81-99.

VIEGAS, M.P. et al. Diversidade genética e tamanho efetivo de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL., sob conservação *ex situ*. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.769-779, 2011.

*A restauração ecológica no
Recôncavo Sul Baiano:
cenário atual e
necessidades futuras*



Capítulo 5 - A restauração ecológica no Recôncavo Sul Baiano: cenário atual e necessidades futuras

Alessandra Nasser Caiafa; Maria Otávia Silva Crepaldi; Vinícius José dos Santos; Janaine Isabela da Silva Rocha

5.1. Introdução

O Recôncavo Sul Baiano encontra-se ao norte e a oeste do Rio Paraguaçu, e ao sul e a sudoeste do Rio das Contas, abrangendo 56 municípios (INEMA, 2014). Está inserido em uma zona pioneira da colonização europeia, considerada como uma região das mais influenciadas pela produção agrícola baiana desde o período Colonial até décadas recentes (Nacif et al., 2001). Essa região encontra-se predominantemente no domínio da Mata Atlântica (SER, 2004), um dos mais importantes biomas do mundo que detém uma elevada biodiversidade, com fitofisionomias diferenciadas (Myers, 2000). Entretanto, a destruição destas florestas e a exploração dos recursos naturais ocorridos ao longo do tempo a classifica como um dos biomas mais ameaçados, sendo considerado um *hotspot* para conservação, dado o seu alto grau de endemismos e ameaças de extinções iminentes (Myers, 2000; Brancalion et al., 2012).

A intensidade da ação antrópica tem reduzido em velocidade alarmante as áreas naturais deste bioma na região do Recôncavo, resultando na redução da diversidade das espécies originais, sendo considerada como uma das regiões com menores percentuais de fragmentos florestais preservados (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2015). Essas ações influenciaram significativamente nas condições ecológicas destes remanescentes florestais, submetendo-os a diversos cortes de espécimes e degradação da cobertura pedológica, tornando-se um ambiente propício para a incursão de espécies da Caatinga (Nacif et al., 2001).

Devido ao grande desequilíbrio ambiental e o aumento dos riscos de extinção da diversidade de espécies endêmicas da fauna e flora, esta região tornou-se uma área considerada como prioridade de conservação da Mata Atlântica, tendo como atividades de conservação a criação de unidades de conservação (Nacif et al., 2001). Porém, existe um grande desafio na criação de unidades de conservação em paisagens com pequenos remanescentes florestais a serem preservados, e apenas a proteção destes fragmentos pode não ser suficiente para

a conservação da biodiversidade em longo prazo (Gandolfi e Rodrigues, 2013; Brancalion et al., 2013). Diante deste panorama a restauração ecológica de florestas tropicais, surge como uma alternativa para o resgate e conservação da biodiversidade nestas áreas.

Inicialmente as técnicas de restauração eram aplicadas com base em práticas agronômicas e silviculturais. Limitavam-se ao plantio aleatório de espécies mais conhecidas pelo seu uso, buscando a proteção de algum recurso natural e a diminuição de impactos locais, se preocupando apenas com a reconstrução da fisionomia florestal (Belloto et al., 2009). Estas ações eram baseadas nos paradigmas clássicos da ecologia, cuja base para a implantação de métodos de restauração são as características de uma única comunidade escolhida como modelo clímax existente na paisagem regional (Rodrigues et al., 2007).

Muitos exemplos evidenciam a ineficiência desse paradigma na conservação de reservas florestais (Rodrigues et al., 2007). Com o aprimoramento das principais iniciativas de restauração realizadas no mundo, essa ciência deixou de desempenhar atividades que eram apenas voltadas para a reintrodução de espécies arbóreas numa dada região para assumir a tarefa de reconstrução das complexas interações ecológicas (Belloto et al., 2009), dando lugar para o surgimento de um novo paradigma na ecologia, o paradigma contemporâneo (Durigan e Engel, 2013).

Os trabalhos de restauração passaram a ter os conceitos e paradigmas da ecologia de comunidades integrados em suas ações, realizando o plantio misto de espécies nativas nos reflorestamentos. Utilizam critérios para combinar essas espécies, como suas características ou o seu papel na sucessão secundária (Rodrigues e Gandolfi, 2004), a fim de definir estratégias científicas e políticas de conservação, classificação e restauração de ecossistemas naturais (Durigan e Engel, 2013). O foco é a restauração dos processos ecológicos que levam à criação de uma comunidade funcional (Rodrigues et al., 2007).

O conceito de restauração ecológica mais aceito entre os autores é aquele preconizado pela Society for Ecological Restoration (SER, 2015), que a define como:

“a ciência, a prática e a arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais”.

Surge assim uma restauração com o objetivo de possibilitar um panorama maior para a ocorrência da sucessão natural, resgatando parte da biodiversidade, das interações ecológicas e dos serviços ambientais perdidos com a degradação, garantindo a integridade e sustentabilidade dos ecossistemas (Bastos, 2010). Algumas técnicas utilizadas são: a condução da regeneração natural, o transplante de serapilheira e banco de sementes alóctone (oriundo de outras áreas), o uso de espécies atrativas da fauna (poleiros naturais) e poleiros artificiais, o transplante de plântulas alóctone, a semeadura direta (banco de sementes artificial) e o plantio total de espécies nativas (Rodrigues e Gandolfi, 2007).

As ações de restauração ecológica no Recôncavo Sul Baiano ainda são pouco utilizadas como estratégia de conservação florestal, e a recuperação de áreas degradadas ainda é realizada através de métodos de introdução de espécies florestais estabelecidas sem levar em consideração qualquer critério que tenha como base os conhecimentos da ecologia de comunidades. Contudo, algumas instituições privadas e organizações sociais realizam atividades que priorizam a implantação de métodos e criação de estratégias de restauração ecológica para as áreas degradadas da região.

Esta é uma das primeiras obras que visa documentar o cenário da restauração ecológica na região do Recôncavo Sul, propondo estratégias para aperfeiçoar sua prática e ampliar a sua aplicação no território.

5.2. Os atores da restauração florestal no Recôncavo Sul Baiano

O Recôncavo Sul Baiano, um dos importantes pontos de entrada dos portugueses no território brasileiro, apresenta hoje um quadro de acentuada degradação da Mata Atlântica. No início da colonização do Brasil, a Floresta Atlântica era um maciço florestal contínuo e tinha áreas de contato com a Floresta Amazônica ao norte, com a Caatinga no nordeste e com o Cerrado e com a Floresta Estacional Semidecídua no sudeste e sul (Leitão-Filho, 1994). Seu limite com a Floresta Ombrófila Mista ao sul é mal definido (Câmara, 2005). As florestas serranas do interior do nordeste (que ocorrem até no estado do Ceará fora do limite nordeste da Mata Atlântica *stricto sensu*) podem se constituir de disjunções da Floresta Ombrófila (Veloso et al., 1991). Mas, essas florestas localizadas em serras e planaltos do semiárido nordestino, localmente chamados de brejos de altitude, ainda são pouco conhecidas (Tavares et al., 2000).

Atualmente se encontra devastada na maior parte de sua distribuição (Silva e Leitão-Filho, 1982; Leitão-Filho, 1994). Há cerca de 11 mil anos, comunidades indígenas pré-históricas que habitavam algumas áreas de Mata Atlântica, especialmente no litoral, já praticavam agricultura de uma forma rudimentar, mas o impacto que essas culturas primitivas puderam exercer é imperceptível (Câmara, 2005). Porém, a acentuada destruição da Mata Atlântica se iniciou pouco depois que os europeus descobriram o Brasil, com a exploração em larga escala do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), até então presumivelmente abundante na costa brasileira (Câmara, 2005). A partir daí, a Floresta Atlântica, em especial a Floresta Ombrófila Densa Atlântica foi palco de uma devastação histórica, pelos ciclos de cultivo de cana-de-açúcar, café e cacau; pela pecuária extensiva, pela extração de madeira e carvão vegetal e pela expansão urbana ao longo da linha da costa (Leitão-Filho, 1994).

A grave crise de abastecimento de água para as populações humanas perpassa pelo nosso uso inadequado de um precioso serviço ambiental de regulação, que é a manutenção do ciclo hidrológico (Brasil, 2010). Para a manutenção deste ciclo a restauração ou ao menos a revegetação de nascentes e matas ciliares é de suma importância e emergencial em algumas microbacias do Recôncavo (Figura 5.1). A conscientização sobre a necessidade de conservação e preservação das áreas de proteção permanente (APPs) poderá garantir a manutenção da produtividade agrícola em todas as escalas, desde o agricultor familiar à agricultura empresarial. Este ganho por si só é um indicativo que a restauração das áreas de APP, pode não ser um custo elevado ao proprietário rural, e sim um ganho, se atrelado a algum programa de pagamento por serviços ambientais (ver item 5.4.4).

É fato que a publicação das ações de reflorestamento/restauração ecológica, podem ser incipientes, o que pode não permitir que todas as iniciativas sejam citadas aqui. Iremos priorizar as experiências das quais os autores tem conhecimento ou porque são parceiros e executam parte das ações, ou porque conhecem e existem dados passíveis de citação (p.ex. site/blogs atualizados, com descrição mínima do conjunto de ações de restauração empregados). Assim como no restante do Brasil, existe no Recôncavo ações promovidas por Organizações Sociais (OS), por empresas do setor florestal, normalmente envolvidas em passivos ambientais de outros empreendimentos e pela



Figura 5.1. Perturbações mais frequentes identificadas *in loco* no entorno das nascentes difusas e pontuais no campus da UFRB – Cruz das Almas, Bahia. Fonte: Alexandrino (2012).

própria empresa detentora do passivo a ser restaurado. E também por demandas de governo, destacando a política da Secretaria de Meio Ambiente da Bahia – SEMA e a criação dos Centros de Referência em Restauração Florestal.

Sobre as OS, destacamos que a mesma é invariavelmente destinada ao pequeno produtor rural em se tratando de formações florestais em terra firme, com áreas restauradas em média de 1 ha, por propriedade. Esse destaque se faz necessário, devido as ações de restauração dos manguezais as florestas parcialmente submersas da Mata Atlântica que também necessitam de ações de conservação/restauração no território do Recôncavo Sul Baiano, e não são realizadas em propriedades. Em termos de recuperação de manguezais destacamos a fundação Vovó do Mangue, com sede no município de Maragogipe, atuando na restauração de áreas de manguezais desde os anos 2001, quando da implantação do Projeto Viva o Mangue. Ação realizada em parceria com a DETEN Química S/A, com a Universidade Federal da Bahia e com a Prefeitura Municipal de Maragogipe, com ações nas áreas de educa-

ção ambiental, de desenvolvimento social, de produção de mudas de espécies de mangue e de recuperação de áreas degradadas de manguezal (Fundação Vovó do Mangue, 2015).

Segundo as informações do sítio eletrônico da OS, o Projeto Viva o Mangue recuperou mais de 65.000 m² de áreas degradadas de manguezal, produziu mais de 85.000 mudas de mangue e ainda mantém uma produção constante de mudas, promoveu educação ambiental para mais de 6.300 estudantes de ensino fundamental e médio, além de capacitar mais de 450 pessoas das comunidades da Comissão e Baixinha (inserida da Área de Proteção Ambiental - APA da Baía de Todos os Santos, em Maragogipe – BA), principalmente pescadores e marisqueiras, através de oficinas de artesanato e reciclagem de lixo. Também é realizado amplo trabalho de promoção da educação para a preservação do meio ambiente, com pessoas capacitadas para exercer as atividades. As ações passaram pela realização de cursos e palestras, de trabalhos práticos, da publicação de informativos e de cartilhas educativas, totalizando a capacitação direta de 200 agentes multiplicadores em treinamento intensivo de preservação do meio ambiente, durante a realização deste projeto. Destaca-se que entre 2010/2011, o projeto, contou com o patrocínio do programa Petrobras Ambiental (Fundação Vovó do Mangue, 2015).

Ainda com relação as ações da Fundação Vovó do Mangue, destacamos o projeto CO² Manguezal. Iniciado em 2013 e com vigência até abril de 2016 e é suportado financeiramente pelo programa Petrobras Socioambiental, com o objetivo de recuperar áreas degradadas de mangue na Baía de Todos os Santos (BTS), Estado da Bahia, tendo como municípios alvo Maragogipe e São Francisco do Conde. Vale destacar que para a realização da meta relacionada com ações de pesquisa, uma parceria com a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, foi estabelecida, e nesta o Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica – LEVRE tornou-se o responsável pela avaliação da captura de carbono, em andamento. Em termos de meta de restauração destaca-se a produção de 65.000 mudas de e a recuperação de 8 ha de áreas degradadas, dentro da APA Baía de Todos os Santos, sendo 4,5 ha no município de Maragogipe e 3,5 ha no município de São Francisco do Conde (Fundação Vovó do Mangue, 2015).

Outro destaque para o Recôncavo em termos OS é o Grupo Ambientalista da Bahia - GAMBÁ, e sua unidade no Recôncavo, no município de Elísio Medrado, Centro de Proteção e Manejo da Vida

Silvestre - CPMVS, instalado na Reserva Jequitibá há mais de 18 anos. O início das ações de restauração ecológica do GAMBÁ na região, especificamente nos municípios de entorno da Serra da Jiboia, se deu por meio do projeto REFLORAR, Projeto de Recuperação Florestal de Áreas Rurais Degradadas, iniciado em 1996, tendo como objetivo primordial a conservação da Mata Atlântica, através da recuperação de áreas degradadas. As ações iniciadas com o Projeto REFLORAR (Figura 5.2) tiveram continuidade, com o novo projeto “Conservação dos Recursos Hídricos e da Biodiversidade da Serra da Jiboia” aprovado pelo Ministério do Meio Ambiente- Programas Demonstrativos PD/A (GAMBÁ, 2015).



Figura 5.2. Vista parcial da ação de restauração com 18 anos, realizada pelo GAMBÁ, no âmbito do Projeto REFLORAR, Fazenda Umbuzeiro, Elísio Medrado, Bahia. Fotografia: Alessandra Nasser Caiafa.

Destaca-se também o Projeto Ações Ambientais Sustentáveis – PAAS (Figuras 5.3 e 5.4). Este projeto teve início em janeiro de 2010 e primeira fase do mesmo se finalizou em 2012, com o patrocínio da Petrobras por meio do Programa Petrobras Ambiental, com ações nos municípios de Elísio Medrado, Santa Terezinha, Castro Alves, São Miguel das Matas e Varzedo, os quais compõem a Serra da Jiboia. Em agosto de 2013 o projeto foi renovado e retomou suas atividades, ampliando seu raio de atuação direta para oito municípios: Elísio Medrado, Santa Terezinha, Castro Alves, São Miguel das Matas e Varzedo e agora também Dom Macedo Costa, Cruz das Almas e Amargosa. Nos dois anos da primeira fase recuperou 12 ha de APPs degradadas e implantou 16 km de cercas vivas, utilizando mudas de espécies nativas produzidas pelo GAMBÁ no CPMVS. Na segunda fase do projeto a equipe do



Figura 5.3. Vista de restauração do GAMBÁ, integrante do Projeto Ações Ambientais Sustentáveis, com de cerca de 5 anos, Povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia. Fotografia: Maria Otávia Silva Crepaldi.



Figura 5.4. Vista de plantio recente, efetuado pelo GAMBÁ, no âmbito do Projeto Ações Ambientais Sustentáveis, com cerca de 4 meses, Elísio Medrado, Bahia. Fotografia: Maria Otávia Silva Crepaldi.

PAAS plantou 20.645 mudas de espécies nativas em 15,65 ha de APPs, plantou 8,37 km de cerca viva, em 54 propriedades diferentes. Em 2015, no âmbito do projeto Ações Ambientais Sustentáveis, foi realizada a primeira ação de monitoramento de estimativa de carbono, visando o monitoramento da qualidade da ação de restauração foi feita em uma área de 18 anos (Figura 5.2) em parceria com o LEVRE/UFRB. Segundo Dourado (2015) o reflorestamento se assemelhou ao encontrado em florestas em estágio inicial, transicional, para médio de regeneração.

Também beneficiário do patrocínio da Petrobras Socioambiental, o Grupo Ambientalista Brotar Nascentes – GANA, desenvolve no município de Santo Antônio de Jesus, o projeto Brotar Nascentes, que tem recuperado corpos hídricos degradados em pequenas propriedades rurais, realizando a restauração de fragmentos de mata, com o plantio de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica. O projeto teve uma primeira fase entre 2011 e 2012. Agora se encontra em sua segunda fase, a se encerrar em janeiro de 2016. Nesta nova etapa do projeto, o GANA irá recuperar 24 ha da mata ciliar nas microbacias do Rio da Dona e Rio Taitinga (GANA, 2015).

No município de Santo Antônio de Jesus também existe uma ação de restauração que ocorre ao redor da barragem do Rio da Dona sob responsabilidade da EMBASA, que após ação do Ministério Público da Bahia, apresentou plano de recuperação da vegetação das margens da barragem do Rio da Dona, executado pela empresa Suçuarana Florestal, que vem atuando em diferentes plantios compulsórios da EMBASA.

A empresa Danco Comércio de Fumo Ltda., restaura suas áreas de APP e as documenta com o apoio do Centro Dannennam, constituinte do complexo empresarial. Em 2001 foi criado o projeto multigeracional “Adote uma árvore” na região da Mata Fina da Bahia (Brasil), a área onde a empresa Dannennam começou originalmente as suas operações. Objetivou-se com o projeto retribuir de forma sustentável à natureza única da região da Mata Fina um pouco do que ela nos dá, de acordo com valor central da empresa: “responsabilidade face à origem do tabaco”. Até o momento foram reflorestados cerca de 100 ha nas APPs das fazendas sob responsabilidade da empresa, com mais de 130.000 árvores da Mata Atlântica plantadas (Figura 5.5) (DANNEMANN, 2015). Desde 2010 o LEVRE/UFRB, utiliza as áreas da Fazenda Capivari, de propriedade da Danco Comércio de Fumo Ltda., para desenvolver novos modelos de restauração ainda não testados no Recôncavo, bem como protocolos de monitoramento para suas diferentes áreas plantadas, a fim de documentar e qualificar a restauração da empresa, porém ainda de forma inicial, sem maiores fomentos para seu desenvolvimento. A parceira perdura até os dias atuais e uma nova fase de pesquisas, mais correlacionadas com o monitoramento das áreas em restauração implementadas, contando com o apoio logístico da empresa.

Na esfera do poder público do Estado da Bahia, destaca-se a



Figura 5.5. Vista parcial de uma área restaurada pela empresa Danco Comércio e Indústria de Fumo Ltda., com cerca de 10 anos, Fazenda Capivari, Muritiba, Bahia. Fotografia: Maria Otávia Silva Crepaldi.

criação, no âmbito da Secretaria de Meio Ambiente – SEMA, dos Centros de Referência e Restauração Florestal – CRRFs dos quais três estão correlacionados com a Mata Atlântica. CRRF do Programa Arboretum, o CRRF da Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB e o CRRF da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, este lotado então na região do Recôncavo Sul Baiano. Segundo as informações do sítio eletrônico da SEMA, os CRRFs são espaços públicos regionais que são referência para agricultores, para extrativistas, para técnicos, para viveiristas e para gestores municipais que buscam conhecimentos, técnicas e recursos necessários para restauração, para a conservação e para o manejo da biodiversidade regional, por meio de cursos, assessorias, oficinas, dias de campo, publicações, estruturas educadoras e outros meios de socialização de experiências. O CRRF – UFRB, ainda se encontra em fase inicial de suas atividades que prevê a realização dos inventários florísticos e fitossociológicos região de Pedra do Cavalo e Joanes-Ipitanga, nas bacias hidrográficas do Rio Paraguaçu e do Rio Joanes. Neste convênio com a UFRB, também foi prevista restauração de 10 ha, sendo 5 ha na APA Pedra do Cavalo (município de São Gonçalo dos Campos) e outros 5 ha na APA Joanes-Ipitanga (Simões Filho) na Comunidade Quilombola Danda, com previsão de término em outubro de 2015.

Destaca-se que as ações acima apresentadas carecem de medidas e protocolos mais efetivos de monitoramento de seus resultados.

São poucas as iniciativas que os fazem e parâmetros básicos como mortalidade, presença de gramíneas e de exóticas para a região, executando-se a recomposição realizada na Fazenda Capivari (Santos, 2012). Também outra preocupação é a não documentação adequada dos ecossistemas de referência do Recôncavo Sul Baiano, que só após 2006 com a criação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, e do Herbário do Recôncavo – HURB, criado em 2007, que centra esforços na região de forma que a escolha das espécies para as ações de restauração carecem ainda de uma validação acadêmica mínima.

5.3. Desafios da restauração florestal no Recôncavo Sul Baiano

5.3.1. Conhecer o ecossistema de referência

Por ecossistema de referência entende-se o bioma/formação vegetal possível em termos de distribuição geográfica e sua expressão da regeneração natural, diante o cenário de transformações da paisagem quase sempre fragmentada. A escolha de espécies é um ponto crucial em qualquer ação de restauração ecológica e um conhecimento adequado do ecossistema de referência, permite escolhas mais próximas à realidade da vegetação natural local.

A riqueza específica é altamente debatida em diversos fóruns de pesquisadores e em literatura científica como observaram Martins e colaboradores (2013). Independente dos prós ou contras desta alta riqueza em espécies, se não conhecermos o nosso ecossistema de referência, as listas de espécies não serão geradas e não indicaremos aos viveiros, as potenciais espécies e suas matrizes florestais, e forçosamente teremos uma diversidade reduzida nos viveiros da região. Entender a vegetação é entender a representação do ecossistema da região (Kent e Coker, 1992). Por isso os levantamentos florísticos/fitossociológicos devem ser realizados na região que carece de publicações. Uma busca simples, na base do “Google Acadêmico” e no Portal Scielo revelaram 20 publicações de diferentes tipos sobre a vegetação da região do Recôncavo Sul Baiano, com ênfase na região da Serra da Jiboia, um importante e único maciço serrano com vegetação ainda conservada. Assim percebe-se que as formações em estágios iniciais e médios de regeneração são menos documentadas ainda, e é com essa expressão que aprendemos as espécies mais indicadas para os ambientes altamente degradados, por representarem as espécies iniciais no curso da sucessão ecológica de qualquer região.

Mapear a fragmentação florestal na região e o estado de con-

servação do fragmento, bem como entender as possibilidades de conectividade, são fundamentais para o planejamento da restauração. O entendimento da paisagem permite tomar decisões mais embasadas sobre as técnicas de implantação da restauração. Segundo Martins e colaboradores (2013), em uma matriz predominantemente florestal, com fragmentos grandes e bem conservados, uma restauração com baixa diversidade pode ser indicada. Ao passo que uma matriz fortemente transformada pela agricultura, a alta diversidade se faz importante, assim como o manejo para a manutenção inicial da área com a restauração implantada.

5.3.2. O monitoramento de áreas restauradas

Um dos grandes problemas que contribuem para o insucesso das ações de restauração implantadas em uma determinada área é a ausência de monitoramento e de avaliação das mesmas, que são essenciais para a verificação da sustentabilidade dos ecossistemas e para a viabilidade do projeto técnico implantado (Brançalion et al., 2012). O monitoramento consiste em acompanhar ao longo do tempo os parâmetros estabelecidos para a avaliação de áreas em processo de restauração, observando o desempenho de determinado atributo ou conjunto de atributos que verificam se a área restaurada atingiu o estado pré-definido (Gandolfi, 2006; Castanho, 2009).

O monitoramento de áreas compreende aspectos mais amplos do que a avaliação periódica da sua fisionomia (NBL, 2013), considerando muito mais do que a simples observação da ocupação gradual e crescente da área por espécies nativas, mas também a reconstrução dos processos ecológicos mantenedores da dinâmica vegetal (Rodrigues e Gandolfi, 2004) e a distribuição dessas espécies em grupos funcionais (Rodrigues et al., 2009).

Para isso, é importante considerar o uso de diferentes variáveis de avaliação, que permitam a confirmação que as ações de restauração estão de fato promovendo a restauração ecológica, a perpetuação das florestas plantadas no tempo e o retorno dos processos ecossistêmicos (Rodrigues et al., 2009). Com o intuito de auxiliar na avaliação e no monitoramento de áreas restauradas, são utilizados diferentes indicadores que normalmente podem ser divididos em três categorias distintas: diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos (Bello-to et al., 2009). Esses indicadores fornecem um diagnóstico ambiental da área e servem como um sinal de alerta ao sucesso ou insucesso

da restauração (Dale e Beyler, 2011).

A escolha de bons indicadores ecológicos deve ser baseada em requisitos fundamentais como facilidade de mensuração, identificação, clareza e modificação possível ao longo do processo, representando de fato o que se quer avaliar (Durigan, 2011). Dentre alguns exemplos, podemos citar a taxa de mortalidade e o incremento de cada indivíduo, medido na fase I de implantação da restauração ecológica, focada no estabelecimento do indivíduo e na estruturação do dossel (Rodrigues et al., 2013).

a. Mortalidade de mudas e plantas jovens

A mortalidade é um dos índices avaliados no monitoramento de áreas de restauração ecológica. Esse indicador possui grande importância por ser uma forma de demonstrar a adaptação das plantas na área e aos diversos fatores ambientais que influenciam no estabelecimento das plantas no campo. Segundo Schievenin e colaboradores (2012) a informação da taxa de mortalidade das mudas no caso de plantio total permite ter informações importantes sobre as manutenções necessárias e sobre a adequação das espécies utilizadas ao clima da região. Esse é um índice que deve ser avaliado até os três primeiros anos após a implantação, quando devem ser avaliados também o isolamento de perturbações, a mato-competição, o ataques de formigas, entre outras variáveis (Uehara e Gandara, 2011). A mortalidade é avaliada pela proporção de mudas mortas na área do plantio em relação ao número de mudas plantadas. Na análise da taxa de mortalidade, as mudas consideradas como mortas são aquelas que não se encontram no local da cova ou aquelas que se encontram com o caule seco e desprovido de folhas (Brançalion et al., 2013). O caule deve ser devidamente analisado para que não ocorra equívocos com mudas que apenas perderam as folhas, pois esse fato pode ocorrer devido aos estresses de plantio ou à deciduidade natural, devendo ser realizada a verificação com a raspagem do caule (Brançalion et al., 2013).

b. Cobertura de gramíneas na área

Na fase pós-implantação, mais voltada para a trajetória ecológica da área restaurada que perdura até os 3 anos, conforme foi proposto pelo Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica (Rodrigues et al., 2013), em que as medidas importantes que podemos citar são a mensuração da cobertura de gramíneas na área do plantio, a verificação estrutural da floresta através do fechamento do dossel e a avaliação da composição e da quantidade da serapilheira acumulada.

A mensuração da cobertura de gramíneas é um importante indicativo para a verificação da necessidade de intervenções futuras nas áreas restauradas, já que a presença desses indivíduos pode aumentar a competição, interferir no crescimento das mudas ou sementes de espécies nativas e modificar as condições abióticas, causando o insucesso do projeto (Brancalion et al., 2013; Nalon et al., 2008; Silva et al., 2000).

c. Fechamento do dossel

A verificação estrutural da floresta através do fechamento do dossel também é um dos indicadores mais importantes, pois controla a qualidade, quantidade e a distribuição temporal e espacial da luz (Melo et al., 2010). Greig-Smith (1983) definiu o fechamento do dossel como “a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da população ou comunidade em análise”. Seu desenvolvimento depende da presença, sobrevivência e distribuição espacial de espécies que apresentem bom crescimento e cobertura do solo no curto prazo (Rodrigues et al., 2013). Além disso, o incremento da cobertura de copas diminui a luminosidade incidente no solo, controlando a competição com gramíneas; reduz o impacto direto da água das chuvas sobre o solo, através da interceptação das mesmas nas copas das árvores e consequentemente controlando os processos erosivos; e modifica as condições de temperatura, umidade do ar e do solo (Guilherme, 2000; Melo et al., 2007).

Alguns autores propuseram como métodos para estimativa da cobertura de dossel a soma da projeção da copa das árvores sobre o solo por meio de uma trena, tendo como base a soma de trechos da trena não cobertos por copa de espécies arbóreas não invasoras, em relação ao comprimento total da trena; há também a observação visual das espécies arbóreas de maior projeção de copa, utilizando o método de caminhamento por todo o projeto de restauração (Rodrigues et al., 2013). Outros autores utilizaram ferramentas como o uso de densímetro esférico, fotografia digital com lente de 32 mm (Suganuma et al., 2008) e fotografias hemisféricas com lente de 8 mm (Galvani e Lima, 2014).

d. Composição e quantidade de serapilheira acumulada

É também importante avaliar a composição e a quantidade de serapilheira acumulada, visando estimar o potencial de restabelecimento dos processos ecológicos que permitem a perpetuação da comunidade vegetal na área restaurada. A serapilheira é considerada co-

mo a camada formada no solo pelos componentes senescentes que são precipitados pela biota, como as folhas, sementes, caules, flores e resíduos animais, sendo considerado um importante componente de um ecossistema florestal (Andrade et al., 2003).

Este componente é considerado como uma importante fonte de energia e nutrientes para o solo, estando associado com a manutenção da fertilidade e com a ciclagem dos nutrientes por ser uma fonte constante de matéria orgânica (Garcia et al., 2005). Alguns estudos sobre o acúmulo de serapilheira no solo consideraram não apenas as folhas como material para avaliação, mas também outros componentes como as flores, galhos, frutos e restos e fezes de animais (Andrade et al., 2003).

e. Combinação de indicadores de qualidade

Santos (2014) em seu trabalho sobre a avaliação das ações de restauração ecológica por meio de diferentes indicadores em áreas de APP de 3, 5 e 7 anos da Fazenda Capivari, de propriedade da Danco Indústria e Comércio de Fumo Ltda., para o monitoramento de gramíneas utilizou o método de interseção de linhas, diferente do preconizado pelo Pacto pela Restauração, por ser o método de linhas um método de aplicação mais rápida, com uma equipe de campo reduzida. O método foi aplicado através da alocação de uma corda dividida em unidades amostrais sobre a vegetação, onde posteriormente foi medida a projeção horizontal de cada um dos componentes nas unidades amostrais para soma final de suas projeções (Figura 5.6).



Figura 5.6. Mensuração da cobertura de gramíneas por meio do método de interseção de linhas, utilizando uma corda de uma única dimensão, dividida em unidades amostrais de 1 m linear. Fonte: Santos (2014).

O mesmo autor utilizou também um sistema de fotografia hemisférica para a avaliação da cobertura de dossel, onde foram feitas fotografias da copa das árvores (Figura 5.7) com o uso de uma câmera com lente de 8 mm (olho de peixe), para serem posteriormente analisadas por meio do programa Gap Light Analyzer 2.0 (Frazer et al., 1999). E como método para estimativa da quantidade de serapilheira,

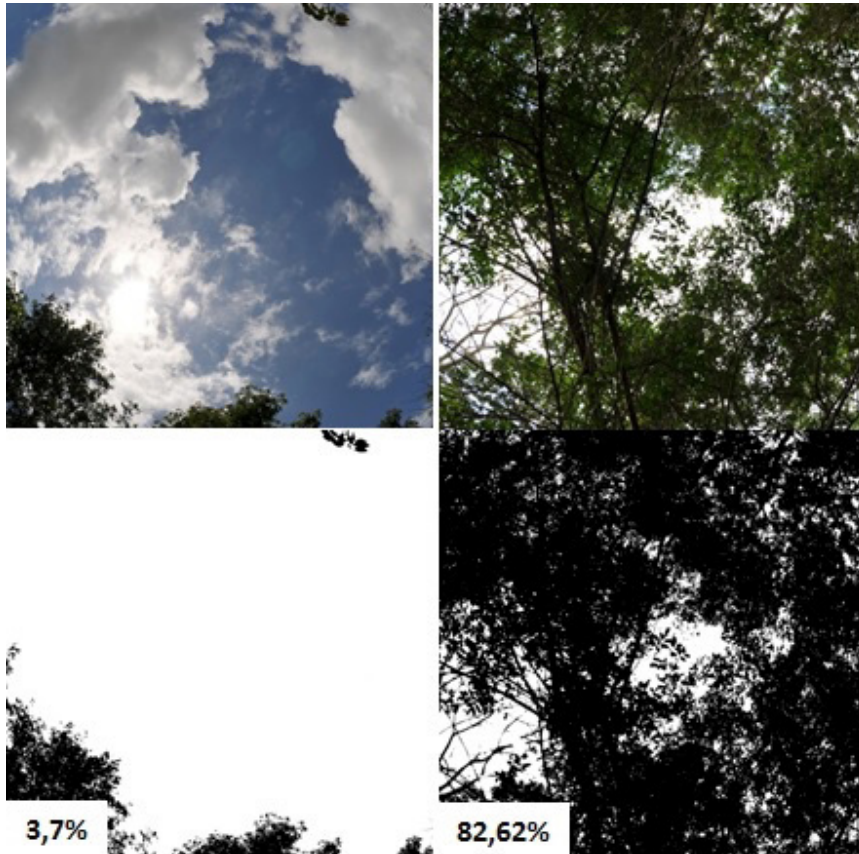


Figura 5.7. Fotografias hemisféricas tiradas com câmera de 8 mm em uma área de APP de 5 anos da Fazenda Capivari, de propriedade da Danco Indústria e Comércio de Fumo Ltda. As imagens coloridas representam as fotografias sem tratamento no programa e as fotos em preto e branco representam as fotografias tratadas no programa Gap Light Analyzer 2.0. Fonte: Santos (2014).

foi feita a alocação de um coletor de PVC com dimensões internas de 50x50 cm na área restaurada, coletando-se os componentes dispostos sobre o solo que são considerados como serapilheira (folhas, galhos,

frutos e flores) para posterior armazenamento em sacos de papel e secagem do material, já separados em suas respectivas frações, em estufa de circulação forçada a 60°C (+/-72h) até peso constante. Com a estimativa do peso da cada fração, foi calculada a média e o desvio padrão dos dados obtidos e a correspondente produção total de serapilheira (Figura 5.8).



Figura 5.8. Alocação do coletor de PVC para avaliação da composição e quantidade de serapilheira acumulada pelos componentes senescentes que são precipitados pela biota. Fonte: Santos (2014).

O uso de indicadores pode sinalizar também se a escolha do ecossistema de referência para comparação tenha sido fundamental para orientar as ações de restauração ecológica e se os processos estão dentro, acima ou abaixo do esperado em cada etapa da restauração (Durigan, 2011; Brancalion et al., 2009).

Poucos são os trabalhos envolvendo a avaliação do desempenho dos projetos de restauração e da eficiência dos métodos utilizados no Brasil (Bastos, 2010). A maior parte destes tem preocupação com os aspectos estruturais e a transformação ambiental, não se preocupando com as funções fundamentais para a restauração ambiental (Siqueira, 2002).

Promover um monitoramento mais longo propicia informações que contribuem para o aperfeiçoamento das técnicas de restauração, principalmente em ecossistemas com alta diversidade e complexas interações ecológicas, fornecendo subsídios para a criação de um banco de dados que permita avaliar, definir e comparar estratégias de restauração de áreas degradadas (Souza e Batista, 2004; Rodrigues e Gandolfi, 2004).

5.4.3. A restauração ecológica no contexto da paisagem: o caso do Recôncavo Sul Baiano

Tão importante quanto recuperar os processos ecológicos, que sustentam a restauração *in situ*, é garantir fluxo desses processos na paisagem. O Recôncavo Sul foi o grande polo de desenvolvimento da agricultura baiana do período colonial até décadas recentes, desde a cana-de-açúcar até os subseqüentes ciclos de cultivos de algodão, café, fumo e da citricultura. Além dessas, as culturas anuais como milho, o feijão, a mandioca, o inhame e a presença significativa de áreas de pastagens contribuíram para a diminuição e para a fragmentação da cobertura vegetal nativa da região. Esses fragmentos isolados tendem a ter menor fluxo gênico, o que torna as populações mais vulneráveis aos eventos demográficos e ambientais aleatórios e, conseqüentemente, à extinção (Caughley, 1994; Ayres et al., 2005).

Devido ao tamanho reduzido das áreas restauradas e em restauração (Rodrigues, 2013), é necessário também o manejo das zonas tampão e o estabelecimento de conexões para a conservação da biodiversidade em longo prazo (Ayres et al., 2005). Essas conexões biológicas da paisagem podem ser de vários tipos: corredores e trampolins ecológicos, sistemas agroflorestais, zonas de amortecimento entre outras (Forman, 1995). O aumento da permeabilidade da matriz e áreas com manejo de baixo impacto são parte da manutenção ou formação da conectividade entre fragmentos de interesse para conservação e restauração (Ayres et al., 2005; Pardini et al., 2009).

Além dos critérios ecológicos, a conectividade também inclui as dimensões sociais e institucionais. Para ser efetiva, qualquer ação de conservação deve ser socialmente aceita (Ayres et al., 2005). Assim, os modelos de conservação devem incluir novos agentes sociais e exigem poder de decisão, apropriação da biodiversidade e o retorno efetivo de seus benefícios (Garay, 2006).

No planejamento na escala de paisagem a prioridade é a manutenção de elementos que estejam bem conservados (Hobbs, 2005), para funcionarem como “áreas-fonte” de biodiversidade e ecossistemas de referência. Essa manutenção deve envolver a conservação de processos que garantam a persistência de espécies, populações, comunidades e ecossistemas (Rodrigues, 2013). Depois é necessário melhorar e reconstruir os elementos da paisagem que se encontram alterados de alguma forma (Hobbs, 2005). Para essa reconstrução, três estratégias são imprescindíveis:

- a. A análise espacialmente explícita da paisagem para avaliar as áreas prioritárias para conservação, restauração e incremento da conectividade (Brasil, 2013);
- b. O conhecimento de áreas bem conservadas para serem utilizadas como ecossistemas de referência (Ruiz-Jaen e Aide, 2005);
- c. O envolvimento dos proprietários rurais e outros tomadores de decisão no planejamento das mudanças no uso da terra (Moon e Cocklin, 2011).

E os instrumentos econômicos, como os mecanismos de compensações e prêmios pela conservação e pela restauração dos serviços ecossistêmicos, podem ser importantes para a promoção da sustentabilidade ambiental, social e econômica de populações rurais (Born e Talocchi, 2002). Um instrumento bastante utilizado no Brasil e no mundo é o pagamento por serviços ambientais, uma transação contratual em que um pagador, beneficiário ou usuário de serviços ambientais, transfere recursos financeiros ou outra forma de remuneração a um provedor desses serviços, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais pertinentes (Veiga Neto e May, 2010).

5.4.4. Relação entre restauração ecológica e o pagamento por serviços ambientais: plano para valoração das iniciativas de conservação do pequeno produtor rural

Os serviços ambientais são definidos como processos gerados pela natureza que sustentam a vida do planeta. Tais processos garantem a sobrevivência das espécies, fornecendo bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas direta ou indiretamente. Dentre esses serviços podemos citar a captura de carbono, proteção dos recursos hídricos, prevenção da erosão dos solos e a regulação do clima (Guedes e Seehusen, 2011).

De acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), os serviços podem ser divididos em serviços de provisão, quando são obtidos diretamente dos ecossistemas; serviços de regulação, sendo o controle de processos ecossistêmicos; os serviços culturais, que dizem respeito a cultura, arte e experiências espirituais e os de suporte, esse que são necessários para a manutenção de todos os outros serviços.

A manutenção de serviços ecossistêmicos pela natureza nos últimos anos passou a ser valorada, existindo assim a necessidade de se quantificar e valorar economicamente estes serviços, baseado em

modelos de conduta humana, que consideram as preferências subjetivas individuais (Guedes e Seehusen, 2011).

Várias técnicas foram desenvolvidas para valorar os recursos naturais (Whately, 2008), podendo-se citar:

- Método de custo de viagem, que pode ser definido como a preferência das pessoas em usufruir de algumas paisagens e o custo que isso terá para as pessoas, esse será o valor dado a paisagem ou ao local visitado.
- Método dos preços das habitações, esse que é a diferença de preço entre dois imóveis iguais, mas que apresentam valor de mercado diferente.
- Técnica da valoração contingente, leva até as pessoas o questionamento de quanto elas estariam dispostas a pagar, por exemplo, pela melhoria da qualidade ambiental.
- Método do custo alternativo, que objetiva calcular o custo de reparação de um determinado impacto ambiental.

A palavra valorar está relacionada com a percepção de como uma ação, um bem ou um serviço irá contribuir para o agente chegar ao seu objetivo e aumentar sua satisfação (Guedes e Seehusen, 2011). De acordo com Nicodemo (2008) para que se possa atribuir valor ao bem ambiental devem-se identificar os verdadeiros valores para esses bens de origem ambiental, incluindo a biodiversidade.

O pagamento por serviços ambientais - PSA é considerado um instrumento econômico de incentivo para que o proprietário passe a considerar boas práticas agrícolas como um serviço, e a conservação do meio ambiente passa a ser uma opção econômica, com a valorização do recurso (Foletto, 2011). O pagamento por serviços ambientais ainda pode ser definido como uma transação voluntária onde um serviço ambiental (esse que deve ser bem definido) ou alguma forma que assegure esses serviços é comprado por pelo menos um comprador de pelo menos um provedor, com a condição que o provedor garanta a manutenção deste serviço (Wunder, 2005). Ainda, a Lei estadual baiana nº 13.223 de 12 de janeiro de 2015 (Bahia, 2015), definiu os pagamentos por serviços ambientais como:

“Estratégia de preservação dos ecossistemas, na qual o provedor recebe pagamentos ou incentivos condicionados, diretamente do pagador ou através do mediador, como retribuição, monetária ou não, pelos serviços ambientais executados por ele, tais como atividades de manutenção, preservação, restauração, recuperação, uso sustentável ou melhoria dos ecossistemas ou pelos serviços ecossistêmicos que estes provêm isolada ou cumulativamente.”

Nesse sentido o pagamento por serviços ambientais vem como motivador para a manutenção de áreas já preservadas ou para a regularização ambiental de áreas de acordo com a legislação (essa adequação que pode ser desenvolvidas com diferentes métodos), que em longo prazo tem como objetivo restaurar os processos ecológicos, conciliando o retorno econômico com essas iniciativas. As iniciativas de restauração visam o retorno de processos ecológicos vitais para a regulação da natureza.

As comunidades e populações rurais devem apropriar-se dos benefícios associados aos serviços ambientais produzidos por atividades que realizam ou por territórios onde vivem e sobre os quais exercem controle, essas que podem se tornar aliadas para a preservação de tais recursos (May, 2005). Segundo Crepaldi (2015) uma forma de estimular a participação das comunidades rurais é a utilização de instrumentos políticos econômicos como compensações e pagamentos por serviços ambientais em terras privadas.

A Lei estadual nº 13.223 de 12 de janeiro de 2015, que instituiu a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (Bahia, 2015), informou que essa que teve como objetivo:

“Promover alternativas econômicas para os provedores de serviços ambientais, com base na valorização dos serviços dos ecossistemas e o uso sustentável dos recursos naturais, contribuindo com a redução da pobreza, a inclusão social e a melhoria nas condições de vida das pessoas que vivem na área de aplicação destas iniciativas.”

O Programa do estado da Bahia de Pagamento por Serviços Ambientais, foi direcionado especialmente aos Povos e Comunidades Tradicionais, aos agricultores familiares e aos empreendedores familiares rurais que prestam serviços ambientais. Esse que é constituído pelos seguintes subprogramas: Subprograma de Captura e Sequestro de Carbono (SCSC); Subprograma de Serviços Hidrológicos (SSH); e Subprograma de Serviços da Biodiversidade (SSB).

Para que se aumente a ligação entre as políticas públicas e as comunidades rurais devem ser observados o fomento à capacitação e organização das comunidades, a melhoria da manutenção da integridade ambiental, com benefícios sociais aos atores que contribuem para a existência dos mesmos. E que a sociedade valorize e estimule os atores que colaboram para geração ou manutenção de serviços ambi-

entais (May, 2005).

O estado da Bahia enfrenta a problemática: uma Lei Estadual que estabelece diretrizes para o incentivo de pagamentos por serviços ambientais, mas ainda não foram implantados projetos que compensem o produtor que já protege, ou incentive outros produtores a adequar sua propriedade.

Nesse sentido, sugere-se que haja a conformidade cruzada entre as políticas públicas ambiental, agrícola, econômica e social para que a adequação ambiental e produtiva das propriedades rurais seja priorizada (Igari et al., 2009). E que as ferramentas como o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais - CEFIR e o Plano Estadual de Adequação e Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais - PRA auxiliem, por exemplo, no planejamento e na implantação dos programas de PSA previstos para o estado, podendo direcioná-los para as áreas prioritárias para conservação e restauração da biodiversidade.

5.5. Considerações finais

Diante do cenário atual de fragmentação e perda dos ecossistemas de referência constata-se que o conhecimento dos remanescentes atuais é insuficiente no Recôncavo Sul Baiano. Por isso urge iniciativas de documentação da região, para evitarmos projetos de restauração distantes da realidade, especialmente no que tange ao conjunto de espécies locais.

A aproximação da academia com as ações de restauração é de fundamental importância para a qualificação de suas práticas, da avaliação de sua efetivação enquanto retorno das funções ecossistêmicas, o que só se consegue com protocolos adequados de monitoramento. Outra contribuição importante desta aproximação é a formação de profissionais para atuação neste campo do saber, que ainda é carente de bons profissionais.

Por fim destaca-se a importância da continuidade das políticas públicas de restauração, em especial, para o pequeno produtor rural, como o pagamento pela conservação de suas florestas em pé. Uma política consistente de adequação ambiental, como a já preconizada no CEFIR, deve receber maior atenção para que a mesma não seja apenas mais um passo burocrático legal e sim realmente venha a contribuir para a conservação dos ecossistemas da região.

5.6. Bibliografia

ALEXANDRINO, R.V. **Avaliação e caracterização de áreas de preservação permanente dentro do Campus da UFRB**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2012.

ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serrapilheira para a recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, n.220, p.55-63, 2003.

AYRES, J.M. et al. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 256p.

BASTOS, S.C. **Aplicação de indicadores de avaliação e monitoramento em um projeto de restauração florestal, Reserva Particular do Patrimônio Natural-RPPN Fazenda Bulcão, Aimorés**. 2010. 118f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010.

BELLOTO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Principais Iniciativas de Restauração Florestal na Mata Atlântica, Apresentadas sob a ótica da Evolução dos Conceitos e dos Métodos Aplicados. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.). **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**: São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p.15-17.

BORN, R.H.; TALOCCHI, S. Compensações por Serviços Ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social. In: BORN, R.H.; TALOCCHI, S. **Proteção do capital social e ecológico por meio de Compensações por Serviços Ambientais (CSA)**. 1.ed. São Paulo: Peirópolis, 2002, p.27-45.

BRANCALION, P.H.S. et al. Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v.7, n.3, p.219-234, 2012.

BRANCALION, P.H.S. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras funda-

mentada na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) **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.; LIMA, L.R.; RODRIGUES, R.R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: PERES, C.A. et al. (Orgs.) **Conservação da Biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da UFPR, 2013. p.565-587.

BAHIA. **Lei nº 13.223 DE 12 de janeiro de 2015. Institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais**. Disponível em < <http://abapa.com.br/wp-content/uploads/2015/03/LEI-13233.pdf>>. Acesso em 24 de nov. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica**: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas. Brasília: MMA, 2013. 216p. (Série Biodiversidade, n.49).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Mata Atlântica**: manual de adequação ambiental. Brasília: MMA/SBF, 2010. 96p. (Série Biodiversidade, n.35).

CÂMARA I.G. Breve histórico da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL C., CÂMARA I.G. (Eds.) **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. Belo Horizonte: Conservation Internacional & SOS Mata Atlântica, 2005. p.31-42.

CASTANHO, G.G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil**. 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. Piracicaba, 2009.

CAUGHLEY, G. Directions in conservation biology. **Journal of Animal Ecology**, v.63, n.2, p.215-244, 1994.

CREPALDI, M.O.S. **Conectando florestas e primatas**: as mudanças no uso da terra para a conservação do miquiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus* Kuhl, 1820) em propriedades rurais. 2015. 198f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

DALE, V. H.; BEYLER, S. C. Challenges in the development an use of Ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, n.1, p.3-10. 2011.

DANNEMANN. **Programa Adote uma Árvore**. Disponível em: <www.dannemann.com/adopt-a-tree/br/>. Acesso em 21de nov. 2015.

DOURADO, E.S. **Estimativa de carbono armazenado em um reflorestamento do bioma Mata Atlântica**. 2015. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

DURIGAN, G.; ENGEL, V.L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Ed. 1. Viçosa: Editora UFV. 2013. Cap. 2, p.41-68.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. **Cadernos da Mata Ciliar**, n.4, p.11-39, 2011.

FOLETO, E.M; LEITE, M.B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **REA – Revista de estudos ambientais**. v.13, n.1, p.6-17. 2011.

FORMAN, R.T.T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape Ecology**, v.10, n.3, p.133-142, 1995.

FRAZER, G.W., CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0**: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. New York: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, 1999.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2013-2014; relatório final.** São Paulo: Fundação SOS. 2015.

FUNDAÇÃO VOVÓ DO MANGUE. **Projetos.** Disponível em: <www.vovodomangue.org>. Acesso em 23 de nov. 2015.

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B. Fotografias hemisféricas em estudos microclimáticos: Referencial teórico-conceitual e aplicações. **Ciência e Natura**, v.36, Ed. Especial, p.215-221, 2014.

GANDOLFI S.; RODRIGUES R.R. As teorias e os processos ecológicos envolvidos nas diversas etapas da restauração florestal. In: BARBOSA, L.M.; SANTOS JUNIOR, N.A. **A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais.** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. 649-653p.

GANDOLFI S.; RODRIGUES R.R. Quando o melhor pode ser o pior: como pensar a biodiversidade na restauração ecológica. **Revista Caititu – aproximando teoria ecológica e aplicação.** v.1, n.1, p.17-20, 2013.

GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2006, p.44-52.

GARAY, I. Construir as dimensões humanas da biodiversidade: uma abordagem transdisciplinar para a floresta atlântica de tabuleiros. In: GARAY, I.; BECKER, B.K. (Orgs.). **Dimensões humanas da biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI.** Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2006. 446p.

GARCIA, P.C.M. et al. Estoque e distribuição da serrapilheira em diferentes sistemas florestais. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v.25, n.1, p.12-17, 2005.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2 ed. London: Butterworths, 1983. 256p.

GRUPO AMBIENTALISTA NASCENTES – GANA. **Brotar nascentes**. Disponível em: <<http://www.gana.org.br>>. Acesso em 23 de nov. 2015.

GUEDES, F.B.; SEEHUSEN, S.E. (Orgs.) **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. 272p. (Série Biodiversidade, n.42).

GUILHERME, F.A.G. Efeitos da cobertura do dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília, DF. **Cerne**, v.6, n.1, p.60-66, 2000.

HOBBS, R.J. Restoration ecology and landscape ecology. In: WIENS, J.; MOSS, M. **Issues and perspectives in landscape ecology**. Cambridge: University Press, 2005. p.217-229.

IGARI, A.T.; TAMBOSI, L.R.; PIVELLO, V.R. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: investigating trade-off on hotspot preservation in the state of São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v.44, n.2, p.346–55, 2009.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2014. **Comitê de Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul Baiano**. Disponível em <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-reconcavo-sul/>>. Acesso em 18 de nov. 2015.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis**. London: Belhaven Press. 1992.

LEITÃO-FILHO, H.F. Diversity of arboreal species in the Atlantic Rainforest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.66, p.91-96, 1994.

MARTINS, S.V.; MIRANDA-NETO, A.; RIBEIRO, T.M. Uma Abordagem sobre a Diversidade e Técnicas de Restauração Ecológica. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. Viçosa: Editora da UFV, 2013. p.17-40.

MAY, P.H. et al. **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. **Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment**. World Resources Institute. Island Press. Disponível em <<http://www.maweb.org/en/Framework.aspx>>. Acesso em 19 de nov. 2015.

MELO, A.G.C.; MIRANDA, D.L.C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.321-328, 2007.

MELO, A.G.C.; REIS, M.C.; RESENDE, U.R. **Guia para monitoramento de Reflorestamento para restauração**. São Paulo: SMA-SP, 2010. 10p. (Circular Técnica, 1).

MOON, K.; COCKLIN, C. Participation in biodiversity conservation: Motivations and barriers of Australian landholders. **Journal of Rural Studies**, v.27, n.3, p.331-342, 2011.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

NACIF P.G.S. et al. **Projeto de fixação e carbono florestal e conservação da biodiversidade na área rural do Campus da Escola de Agronomia da UFBA**. Cruz das Almas: UFRB. 2001.

NALON, C.F. et al. Indicadores de avaliação de monitoramento de áreas ciliares em recuperação. In: Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas, 2. Mogi-Guaçu, 2008. **Anais...**, IB/SMA: Mogi-Guaçu, 2008. p.42-53.

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. 128p.

NICODEMO, M.L.F. **Conciliação entre produção agropecuária e integridade ambiental**: o papel dos serviços ambientais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008.

PARDINI, R. et al. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: A multi-taxa conservation assessment of an agro-forestry mosaic in southern Bahia. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1178-1190, 2009.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Editora Planta, 2013. 300p.

RODRIGUES, R.R. et al. Restauração ecológica de ecossistemas degradados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.55, p.7-21, 2007.

RODRIGUES, R.R. et al. **Protocolo de monitoramento para programas e projetos de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 2013.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal – São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 2009.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, 2. ed. 2004. p.235-248.

RUIZ-JAEN, M.C.; AIDE, M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**, n.13, p.569-577, 2005.

SANTOS, V.J. **Avaliação das ações de restauração ecológica por meio de diferentes indicadores na Fazenda Capivari – Danco Comércio e Indústria de Fumos Ltda**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2014.

SCHIEVENIN et al. Monitoramento de área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v.19, n.1, p.95-108, 2012.

SER - Society for Ecological Restoration International e Policy Working Group. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Washington: Society for Ecological Restoration International. Disponível em <<http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration#3> >. Acesso em 23 de nov. 2015.

SILVA, A.F., LEITÃO-FILHO H.F. Composição florística e estrutura de um trecho da Mata Atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.5, p.43-52, 1982.

SILVA, W. et al. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.1, p.147-159, 2000.

SIQUEIRA, L.P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. Piracicaba, 2002.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous forest in Brasil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v.191, p.185-200, 2004.

SUGANUMA, M.S. et al. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madurar. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.377-385, 2008.

TAVARES M.C.G. et al. Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de Floresta Ombrófila Montana do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco. **Naturalia**, v.25, p.17-32, 2000.

UEHARA, T.H.K.; GANDARA, F.B. (Orgs.) **Monitoramento de áreas em recuperação**: subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica. São Paulo: SMA, 2011. 63p. (Cadernos da Mata Ciliar, n.4.)

VEIGA NETO, F. C.; MAY, P.H. Mercados para serviços ambientais. In: MAY, P.H. (Org.) **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p.309-322.

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, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.

WHATELY, M; HERCOWITZ, M. **Serviços ambientais**: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

WUNDER, S. **Payments for environmental services**: Some nuts and bolts. Jakarta: CIFOR, 2005. 24p. (CIFOR Occasional Paper, n.42).

Dados da publicação:
Formato 14,8 x 21,0 cm
Publicação digital



Apoios



SECRETARIA DE
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

