

RECUPERAÇÃO

AMBIENTAL

DA MATA

ATLÂNTICA



Universidade Estadual de Santa Cruz

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

PAULO GANEM SOUTO - GOVERNADOR

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

ANACI BISPO PAIM - SECRETÁRIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

ANTONIO JOAQUIM BASTOS DA SILVA - REITOR

LOURICE HAGE SALUM E LESSA - VICE-REITORA

DIRETORA DA EDITUS

MARIA LUIZA NORA

Conselho Editorial:

Maria Luiza Nora – Presidente

Antônio Roberto da Paixão Ribeiro

Elis Cristina Fiamengue

Fernando Rios do Nascimento

Jaênes Miranda Alves

Jorge Octavio Alves Moreno

Lino Arnulfo Vieira Cintra

Lourice Hage Salume Lessa

Lourival Pereira Júnior

Maria Laura Oliveira Gomes

Marileide Santos Oliveira

Paulo dos Santos Terra

Ricardo Matos Santana

Danilo Sette de Almeida

RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL
DA MATA
ATLÂNTICA

2ª Edição
(Revista e Ampliada)

Ilhéus - BA
2006


Editora da UESC

©2000 by DANILLO SETTE DE ALMEIDA
2006 - 2ª Edição

Direitos desta edição reservados à
EDITUS - EDITORA DA UESC
Universidade Estadual de Santa Cruz
Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16 - 45662-000 Ilhéus, Bahia, Brasil
Tel.: (73) 3680-5028 - Fax: (73) 3689-1126
<http://www.uesc.br/editora> e-mail: editus@uesc.br

PROJETO GRÁFICO E CAPA

Adriano Lemos

REVISÃO

Maria Luiza Nora

Aline Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A447 Almeida, Danilo Sette de.
Recuperação ambiental da mata atlântica / Danilo Sette
de Almeida. – 2. ed. rev. e ampl. – Ilhéus : Editus, 2006.
173p. : il.

ISBN: 85-7455-116-3
Bibliografia : p. 165-173.

1.Mata atlântica. 2. Florestas – Conservação – Brasil.
3. Proteção ambiental – Brasil. I. Título.

CDD – 634.977

Ficha catalográfica: Elisabete Passos dos Santos - CRB5/533

APRESENTAÇÃO

A floresta atlântica teve seu desmatamento iniciado logo após a chegada dos colonizadores portugueses, que a desbravaram, inicialmente para extração do pau-brasil, mais tarde para a implantação dos ciclos da cana-de-açúcar, do café, da pecuária e da garimpagem, seguindo-se sua exploração até os dias atuais. Em áreas antes ocupadas pela floresta atlântica, hoje se situam grandes concentrações de atividades agrícolas e pecuárias e as principais metrópoles e indústrias brasileiras.

Originalmente, a floresta se estendia por toda a costa brasileira, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, e ocupava uma área correspondente a 12% da superfície territorial do país, estando, atualmente, reduzida a apenas 4% da sua área original, segundo levantamentos do IBAMA.

No sul da Bahia, a floresta ocupava uma área aproximada de 100 km de largura, estendendo-se do sul de Salvador ao norte do Espírito Santo, num total de 70.500 km², reduzidos, hoje, a 27.250 km². Pesquisas atuais indicam que a diversidade das árvores nesta região está entre uma das maiores conhecidas, com cerca de 440 espécies por hectare. Essa alta diversidade biológica significa ampla variabilidade genética, estando a reclamar, portanto, sua preservação.

Estudos científicos, realizados há uma década, relatam existir um alto grau de endemismo entre as espécies arbóreas da floresta atlântica na costa brasileira, da ordem de 53%, com elevada porcentagem restrita às matas localizadas no sul da Bahia, onde há significativa extensão de matas cabrucadas preservadas pelo cultivo

do cacauero, ao lado de florestas ainda intactas, estas em pequena extensão.

Atualmente, sob a ameaça de extinção pela exploração irracional de madeira, abertura de áreas para implantação da agricultura e pecuária, ao lado da intensificação da construção civil, principalmente no litoral, em decorrência do crescimento da atividade turística no sul da Bahia, a floresta atlântica está a exigir ações concretas direcionadas para a sua preservação.

Neste trabalho, são abordadas práticas de recuperação de ecossistemas degradados, apresentados e discutidos nos seus aspectos técnicos, legais e econômicos, abrangendo, desde a metodologia para desenvolvimento de diferentes modelos de recuperação, até roteiros para elaboração de projetos, realização de diagnósticos, instalação de infra-estrutura básica e o desenvolvimento de programas apropriados para diferentes situações e escala econômica.

Este livro, de Danilo Sette de Almeida, apresentado agora em sua 2ª edição, revisada e ampliada, representa uma contribuição para subsidiar ações voltadas à resolução de uma das maiores preocupações de nossa época - o desflorestamento.

Jorge Moreno

Coordenador de Política Editorial

EDITUS

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. HISTÓRICO E TENDÊNCIAS ATUAIS DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	16
3. CONCEITOS BÁSICOS	18
3.1. Alguns termos técnicos aplicados à recuperação ambiental:	18
3.2. Aspectos legais relacionados com áreas degradadas... ..	24
4. FLORESTA ATLÂNTICA.....	29
4.1. Conceituação e distribuição	29
4.2. Processo de fragmentação	30
4.3. Biodiversidade	32
5. ALGUNS PRINCÍPIOS DE SUCESSÃO NATURAL APLICADOS AO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO	34
5.1. Grupos ecofisiológicos de espécies.....	35
5.2. Composição florística e fitossociológica	42
5.3. Polinização e dispersão de sementes	44
5.4. Interação entre flora e fauna.....	44
5.5. Mecanismos de sucessão e regeneração natural	50
Banco de Sementes do Solo	51
Banco de plântulas	55
Chuva de sementes.....	56
Rebrota de cepas.....	57
5.6. Considerações sobre aspectos genéticos	57
6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAIS	60
6.1. Identificação e avaliação da série histórica de impactos	60

6.2. Meio físico	61
Aspectos climáticos	61
Levantamentos edáficos	61
Relevo.....	62
Recursos hídricos	63
6.3. Meio Biótico	64
Estudos florísticos e fitossociológicos	64
Reconhecimento da vegetação pioneira	65
Banco de sementes e de plântulas.....	66
Levantamentos faunísticos	67
6.4. Ambiente degradado - fatores limitantes	68
6.5. Diagnósticos a nível de paisagem	70
Macroregional	72
Regional.....	73
Local degradado	74

7. ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS

DEGRADADAS	75
Seleção de espécies	75
7.1. Métodos biológicos de recuperação de áreas degradadas.....	78
Plantio de mudas.....	79
Plantio de estacas diretamente no campo	82
Semeio direto	83
Semeadura aérea	83
Hidrossemeadura	84
Utilização de matéria orgânica	85
Uso da manta orgânica florestal (serapilheira).....	86
Utilização de telas naturais.....	89
Aplicação de organismos e microorganismos	90
Colocação de poleiros artificiais.....	91

8. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS	
DEGRADADAS (PRAD)	92
8.1. Definições gerais.....	92
8.2. Procedimentos e métodos para elaboração de PRAD ..	93
Considerações e planejamento inicial.....	93
Identificação dos agentes de degradação	95
Delimitação das áreas de influência.....	96
Avaliação do grau de degradação.....	96
8.3. Elaboração do projeto de recuperação	
roteiro básico	96
Parte introdutória	96
Caracterização do empreendimento	97
Diagnósticos ambientais.....	99
Plano de recuperação de áreas degradadas.....	101
8.4. Avaliação de PRAD	107
8.5. Estudos de caso sobre algumas situações específicas	108
Áreas degradadas por mineração	108
Florestas ciliares.....	109
Taludes de grandes declives em margens de rodovias	111
Erosão em sulco ou voçorocas	111
9. MODELOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	112
9.1. Modelos de recuperação ambiental	112
Regeneração natural	116
Recuperação com espécies pioneiras	117
Ilhas de diversidade.....	118
Modelo sucessional - Plantios em linhas alternadas.	119
Modelo sucessional - Plantios em Módulos.....	123
Plantio de sementes.....	123
Plantio inicial de mudas e posterior semeio	123
Plantio adensado.....	124

9.2. Desenho de sistemas florestais de uso múltiplo	125
Seleção de espécies	127
Modelagem	128
9.3. Modelos de enriquecimento de fragmentos florestais	132
Faixas	132
Ilhas/Clareiras	133
Controle de cipós	133
9.4. Avaliação dos modelos de recuperação ambiental ...	134
Avaliação ambiental	134
Componente econômico	136
Desempenho social	138
Aspectos legais	139
10 . MANUTENÇÃO DE PROJETOS DE RECUPERAÇÃO	
AMBIENTAL	140
10.1. Manutenção dos plantios	140
10.2. Monitoramento dos plantios	144
11. ESTRUTURA DE APOIO PARA IMPLANTAÇÃO	
DE PROJETOS	147
11.1. Suprimento de sementes	147
11.2. Produção de mudas	149
Escolha da área	150
Zoneamento	151
Recipientes para produção de mudas	153
Substratos	154
Irrigação	155
11.3. Equipe de implantação e manutenção	156
BIBLIOGRAFIA	157

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são ecossistemas que abrigam alta biodiversidade, englobando cerca de dois terços do total de espécies existentes no planeta. O Brasil, graças às suas duas grandes florestas amazônica e atlântica - se destaca como um dos países possuidores da maior biodiversidade do planeta, possuindo cerca de 357 milhões de hectares de florestas tropicais (30% de todas as florestas tropicais do planeta, mais que o dobro da área do segundo lugar, a Indonésia).

O Brasil é o detentor da maior biodiversidade que se conhece; dos cerca de 1,4 milhão de organismos conhecidos pela ciência, 10% vivem em território brasileiro, fazendo do Brasil, juntamente com Colômbia, México e Indonésia, um dos países de maior diversidade do mundo (MITTERMEIER et al., 1992). Em virtude da sua biodiversidade e dos níveis de ameaça, esse bioma, ao lado de outras 24 regiões localizadas em diferentes partes do planeta, foi indicado, por especialistas, em um estudo coordenado pela Conservation International, como um dos 25 hotspots mundiais, ou seja, uma das prioridades para a conservação da biodiversidade em todo o planeta (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002). É necessário, entretanto, que a população brasileira se conscientize do valor ambiental e sócio-econômico da biodiversidade, que constitui um dos maiores patrimônios do povo brasileiro, o qual, se bem utilizado, faria do Brasil uma potência em nível mundial. Estes biomas, principalmente a floresta atlântica, vêm sendo destruídos pela ação antrópica, e grande parte de sua diversidade está sendo extinta antes mesmo que se conheça o potencial ecológico, genético e a importância

econômica das espécies. Precisamos, urgentemente, substituir o pensamento imediatista (histórico nestes últimos 500 anos) pelo planejamento a longo prazo, garantindo a perpetuidade de nossas florestas, para gerações futuras, recuperando áreas degradadas, valorizando nossa biodiversidade e aprendendo a manejá-la de forma sustentável.

Desde o início do processo de colonização portuguesa, todo o processo de ocupação tem-se concentrado na faixa litorânea brasileira. A floresta atlântica, presente em 17 estados brasileiros, além de em áreas da Argentina, que antes ocupava cerca de 12% do território brasileiro, ou seja, aproximadamente 1.000.000 km², está hoje reduzida a apenas 4% de sua área original. (IBAMA, 1999), verificando-se que, nas regiões sul, sudeste e centro-oeste estão reduzidas a 7,4 % de sua área original (ISA,1998), sendo considerada uma das florestas tropicais com maior risco de extinção no planeta. Esta situação é preocupante, visto que tal recurso natural se destaca por sua alta diversidade, abrigando mais de 20 mil espécies de plantas, das quais 50% são endêmicas, ou seja, são espécies que não existem em nenhum outro lugar do mundo (SCHÄFFER&PROCHNOW, 2002). Na área antes ocupada pela floresta atlântica se situam as grandes cidades e indústrias brasileiras, grande concentração de atividades agrícolas e pecuárias, e ainda o maior número de universidades e institutos de pesquisa do Brasil. Considerando também a importância econômica e social desta região - que gera mais de 70% do P.I.B., abriga 70% da população e onde se concentram as maiores cidades e os grandes polos industriais do Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002) - e que a maior parte dos recursos naturais que sustenta-

ram a economia nacional nestes últimos 500 anos são oriundos da floresta atlântica, podemos afirmar que muito pouco tem-se feito em prol desse bioma.

Diante do atual quadro de destruição da floresta atlântica, são consideradas a seguir as quatro principais atividades onde deveriam ser concentrados esforços:

- **Divulgação e concientização pública**, enaltecendo a importância social, econômica e ambiental da floresta atlântica, incluindo todos os níveis – educacional, político e social;

- **Conservação dos últimos remanescentes**, com a finalidade de manter a diversidade ainda existente e, principalmente, os núcleos de florestas melhor conservados;

- **Prospecção da biodiversidade**, visando adquirir conhecimento da variedade de espécies, sua variabilidade genética, sua auto-ecologia e potencial ecológico-econômico, como também conhecer a variedade de ambientes (ecossistemas);

- **Recuperação ambiental de áreas degradadas**, com o objetivo de resgatar parte da biodiversidade original e manejá-la de forma sustentável. O processo de recuperação de áreas degradadas deve ser conduzido visando, principalmente, a interligar grandes fragmentos florestais (florestas mais extensas e bem conservadas). Para que este processo aconteça, é necessário que haja vontade política de nossos governantes e sejam criados estímulos e financiamentos.

Com referência à recuperação de áreas degradadas, nas últimas décadas têm-se multiplicado iniciativas neste sentido e, mais recentemente, surge também a preocupação em restaurar a biodiversidade original da floresta. Problemas cada vez mais freqüentes, relativos a secas, erosões e perda de solo, enchentes, secamento de nas-

centes e rios, têm causado vários impactos referentes à destruição do ecossistema original. Pode-se também citar como motivos para se restaurar a vegetação, além da questão estética e paisagística, as ligações aos aspectos turístico, histórico, de conservação de recursos hídricos, melhoria do microclima, recuperação do potencial econômico – biodiversidade, plantas medicinais, madeiras, ornamentais, frutíferas – e atendimento a exigências legais. Mais recentemente, iniciativas de recuperação ambiental da mata atlântica ligadas ao conceito de formação de corredores de biodiversidade estão ganhando grande impulsão. Realmente, a conexão de fragmentos florestais remanescentes é uma das melhores maneiras de se conservar e manejar a diversidade de espécies da mata atlântica. Trabalhos de recuperação visando ao sequestro de carbono também começam a ganhar estímulo, indicando que pode ser uma forte demanda futura. A formação de uma nova consciência ambiental do povo brasileiro e, conseqüentemente, a mudança do perfil do consumidor incentivam o mercado a buscar selos verdes e certificados que exigem dos negócios maior qualidade ambiental.

Sabendo-se que os estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo possuem, cada um, mais de um milhão de hectares degradados, necessitando de trabalhos de recuperação, considera-se que a soma desses números pode mais do que duplicar com trabalhos sistemáticos de recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente (margens de cursos d'água, lagos, açudes, represas e áreas inclinadas). Além disso, tem-se novas demandas de reflorestamento com finalidades como fixação de carbono da atmosfera, conservação da biodiversidade e formação de corredores ecológicos.

Neste trabalho são discutidos métodos de recuperação de áreas degradadas, principalmente aplicados em atividades agropecuárias na região da floresta atlântica. Segundo a FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E A PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2004) a complexidade da estrutura, funcionamento dos ecossistemas tropicais e escassez de informações sobre a ecologia das espécies são alguns dos fatores que dificultam a restauração florestal. Esses autores classificam a recuperação florestal como uma atividade silvicultural que se caracteriza por apresentar um custo inicial alto e resultados mensuráveis somente a longo prazo. Assim, neste livro, são abordados temas com objetivo de fornecer subsídios para quem deseja se dedicar a recuperação de ecossistemas degradados, levando em consideração aspectos técnicos, legais e econômicos do processo de recuperação. São também apresentadas considerações sobre a sucessão natural no processo e várias experiências práticas de recuperação ambiental em áreas de mata atlântica. As informações contidas neste livro abrangem desde a realização de diagnósticos, metodologia para desenvolvimento de diferentes modelos de recuperação com base nos princípios de sucessão ecológica, até roteiros para elaboração de projetos técnicos - planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD's), montagem de infra-estrutura de apoio para projetos (serviços de coleta de sementes, implantação de viveiros de mudas), enfim, subsídios gerais para implantar programas de recuperação ambiental apropriados para diferentes situações e escalas (diferentes áreas físicas, horizonte de tempo).

2. HISTÓRICO E TENDÊNCIAS ATUAIS DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Em todo o mundo, existe a presença de áreas degradadas por diversas causas, desde o mal uso do solo na agricultura, extração de minérios, até o uso de fogo descontrolado e outros. Em vários países, a recuperação de áreas degradadas já é técnica praticada há bastante tempo. Essas experiências, muitas datadas de antes de Cristo, são importantes referências para países jovens como o Brasil.

No Brasil, nosso país, a primeira tentativa de recuperação de áreas ocorreu no século passado, quando o Major Manuel Gomes Archer, por ordem do Imperador, iniciou, em 1886, o reflorestamento da floresta da Tijuca; nesse plantio foi utilizada uma mescla de plantas nativas e exóticas (incluindo eucaliptos). Além do plantio histórico da floresta da Tijuca, antes da década de 1980, poucas iniciativas foram realizadas, destacando-se o trabalho desenvolvido na área de floresta atlântica, de recomposição de um trecho de mata ciliar no município de Cosmópolis, estado de São Paulo, onde o plantio foi iniciado em 1955 (NOGUEIRA, 1977). Nessa fase inicial de recuperação ambiental no Brasil, além do pouco conhecimento da dinâmica dos ecossistemas naturais, existia uma carência muito grande de áreas de produção de mudas nativas. Essas dificuldades levaram à implantação de muitos projetos com pequena variedade de espécies, utilizando-se as mudas disponíveis, em plantios aleatórios e, muitas vezes, espécies exóticas àqueles ambientes que estavam sendo recuperados.

Com o aumento desses trabalhos, a partir da década de 1980, surgiram novas propostas e modelos de recupe-

ração, destacando-se o que propõe o uso de combinação das espécies de diferentes grupos ecológicos, segundo sucessão secundária, discutida por autores como KAGEYAMA et al. (1989) e RODRIGUES et al. (1990), que propõem o uso de modelos baseados em levantamentos florísticos e fitossociológicos de florestas remanescentes na região.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 possui um capítulo sobre meio ambiente (art. 225), contendo inclusive a obrigatoriedade de recuperação de áreas degradadas por mineração (parágrafo 2º). Infelizmente, na Constituição, não foram consideradas áreas de estradas, áreas de preservação permanente e outras. Com as exigências legais e os condicionantes de licenciamentos ambientais, diversas empresas já começam a se preocupar e investir na reabilitação de áreas degradadas.

A tendência atual, proposta neste trabalho, é que a recuperação não seja uma mera aplicação de técnicas silviculturais, mas que se tenha um desenvolvimento de modelos de recuperação ambiental utilizando plantas nativas autóctones específicas para cada ambiente a ser recuperado, e que se trabalhe com diversidade de espécies, enfocando a recuperação ambiental em um sentido holístico. Esses conhecimentos bióticos, juntamente com informações sobre o meio físico (solo, clima, relevo) e conceitos novos, como o planejamento espacial (diagnósticos a nível de paisagem), permitem uma aceleração considerável do processo de recuperação ambiental de áreas degradadas, recentemente estudadas por uma área de conhecimento chamada de restauração ecológica. Também foram incluídos, na parte de desenvolvimento de modelos de recuperação ambiental, os

sistemas florestais de uso múltiplo. Seus aspectos ambientais, sociais, econômicos e legais são contemplados considerando a relação homem e natureza no processo de recuperação.

3. CONCEITOS BÁSICOS

No Brasil, com a intensificação de trabalhos na área de recuperação ambiental nas últimas décadas, ocorreu um certo desenvolvimento tecnológico nessa área. Vários grupos de trabalho, em diferentes universidades e outros centros de pesquisa, começaram a desenvolver pesquisas sobre o tema, fazendo surgir a necessidade de padronizar conceitos e termos técnicos aplicados ao processo de recuperação. Dentro dessa idéia, resolve-se incluir neste trabalho alguns conceitos mais comumente aplicados à recuperação.

3.1 Alguns termos técnicos aplicados à recuperação ambiental

- **Meio ambiente.** Conjunto de condições e influências externas que afetam a vida e o desenvolvimento de um organismo. O conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química, biológica, sócio-econômica e cultural que permitem, abrigam e regem a vida em todas as suas formas (Lei nº 7.799/2001 – Estado da Bahia).

- **Impacto ambiental.** Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem

a saúde, a segurança e o bem estar da população interessada (Resolução CONAMA 001/86).

- **Habitat.** Área física onde o organismo vive e satisfaz suas necessidades.

- **Ecossistema.** Conjunto de componentes bióticos (vivos) e abióticos (não vivos) que em um determinado meio trocam matéria e energia.

- **Bioma.** Imensas superfícies onde predomina determinada paisagem vegetal caracterizada pela presença de algumas espécies dominantes e sempre associada a uma fauna específica e característica.

- **Sucessão.** Processo de desenvolvimento de uma comunidade (flora e fauna) em função de modificações no ambiente considerado, culminando no estágio clímax. As florestas se organizam lentamente através de um processo de sucessão ecológica que se caracteriza, principalmente, por um gradual aumento e substituição de espécies no curso do tempo e uma ampliação da complexidade do ecossistema (SWAINE, 1996).

- **Sucessão secundária.** Processo ecológico caracterizado por substituições que se sucedem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica, até chegar em um estágio estável (GOMEZ-POMPA & WIECHERS, 1979).

- **Clímax.** Estágio máximo de desenvolvimento de uma comunidade em função das condições ambientais.

- **Ecótone.** É a zona de transição entre dois diferentes tipos de ecossistemas na qual encontramos elementos (indivíduos) dos dois ecossistemas.

- **Auto-ecologia.** Estudo das necessidades de determinado organismo em condições naturais.

- **Recursos ambientais.** Recursos naturais como o ar e a atmosfera, o clima, o solo e subsolo; as águas in-

teriores e costeiras, superficiais e subterrâneas, os estuários e o mar territorial; a paisagem, a fauna, a flora, bem como o patrimônio histórico-cultural e outros fatores condicionantes da salubridade física e psicossocial da população (Lei nº 7.799/2001 – Estado da Bahia).

- **Cadeia alimentar.** Transferência de energia alimentar da fonte, representada pelas plantas, passando através de uma série de organismos (elos/níveis tróficos).

- **Área de preservação permanente.** o conceito de áreas de preservação permanente foi instituído através dos artigos 2º e 3º do Código Florestal (Lei federal 4771/65), e compreende “as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens dos cursos d’água, lagoas, lagos, reservatórios d’água naturais ou artificiais, nascentes, topo de morro, encostas, restingas, bordas de tabuleiros e chapadas, altitude superior a 1.800 m, conforme descrito na legislação.

- **Degradação.** Termo que define a remoção da vegetação, fauna e camada superficial do solo, e alteração da qualidade e regime de vazão do sistema hídrico. A degradação ocorre quando há perdas referentes às características químicas, físicas e biológicas da área em questão (IBAMA ,1990).

- **Área degradada.** Aquela que, após distúrbios, tem eliminado, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração bióticos, como o banco de sementes, banco de plântulas (mudas), chuva de sementes e rebrota. Apresenta, portanto, baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento, sendo a ação antrópica necessária (CARPENEZZI et al., 1990). Como exemplo cita-se as áreas de mineração, onde toda a camada superficial do solo é retirada, degradando a

vegetação e o substrato. O sub-solo estéril não é capaz de se regenerar sozinho.

- **Área perturbada.** Aquela que sofreu distúrbios, mas manteve seus meios bióticos de regeneração. A ação humana não é obrigatória, mas somente auxilia na sua regeneração, pois a natureza pode se encarregar da tarefa (CARPANEZZI et al., 1990). Área que, após distúrbio, ainda mantém meios de regeneração biótica (KAGEYAMA et al., 1992).

- **Recuperação.** Significa que o sítio degradado retornará a uma forma e utilização de acordo com um plano pré-estabelecido para uso do solo. Implica que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem (IBAMA, 1990). O termo recuperação é muito genérico, sendo utilizado em diferentes legislações, inclusive na Constituição do Brasil de 1988, e pode ser subdividido em:

Reabilitação. Conjunto de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema que pode ser basicamente econômico e/ou ambiental (VIANA, 1990). É atribuir ao ambiente degradado uma função adequada ao uso humano (FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E A PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

Restauração. Conjunto de tratamentos que visam recuperar a forma original do ecossistema, ou seja, a sua estrutura original, dinâmica e as interações biológicas (VIANA, 1990). Conforme citado por GALVÃO E MEDEIROS (2002), o termo restauração é apenas um marco teórico, pois na prática consegue-se apenas a reabilitação do ecossistema.

Segundo BARBOSA & MANTOVANI (2000), a restauração é um processo intencional para restabelecer um ecossistema com o objetivo de imitar sua estrutura, função, diversidade e dinâmica originais. **Criação.** Formação de um novo ecossistema, visando exclusivamente à recuperação de funções da floresta (IBAMA,1990).

Reflorestamento. É o plantio de florestas em áreas consideradas florestais, porém temporariamente não florestadas, ou o processo contrário ao desflorestamento, que consiste na supressão de florestas (FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E A PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

Florestamento. É o plantio de florestas em áreas não classificadas como florestais, o que implica na transformação de paisagem de não-florestal para florestal (FAO, 2002).

- **Forma e função.**

Restauração da forma. Conjunto de operações em uma área degradada, com o objetivo de recuperar características originais do ecossistema, como a composição florística, diversidade de espécies, estrutura e dinâmica natural.

Recuperação da função. Conjunto de operações com objetivo de recuperar os serviços prestados pelo ecossistema (conservação dos solos, água, fauna etc).

- **Sistemas agroflorestais ou agrossilvicultura.** Combinação integrada de árvores, arbustos, cultivos agrícolas e/ou animais, com enfoque na produção e no sistema como um todo e não apenas no produto (VIANA, 1991).

- **Sistemas florestais de uso múltiplo.** Áreas flores-

tais implantadas em áreas degradadas ou perturbadas, onde a diversidade é conhecida e manejada de forma sustentada. Nesse sistema, o manejo dos recursos naturais inclui a coleta de produtos florestais não madeireiros e/ou produtos florestais madeireiros, garantindo a sustentabilidade ambiental, econômica e social. Deve-se ter o controle rigoroso das populações das plantas manejadas, visando garantir a sustentabilidade do processo.

- **Floresta primária.** Aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente as características originais da floresta com relação à composição florística e estrutura (RESOLUÇÃO CONAMA 010, 1993). Em áreas de floresta atlântica, a floresta primária apresenta dossel superior uniforme, existindo, em sua composição, um grande número de espécies raras.

- **Floresta secundária em estágio avançado de regeneração.** Vegetação florestal onde a fisionomia arbórea é dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme ao porte, podendo apresentar árvores dominantes. Sua diversidade biológica é muito grande devido a sua complexidade estrutural (RESOLUÇÃO CONAMA 010, 1993).

- **Floresta secundária em estágio médio de regeneração.** A fisionomia arbórea e/ou arbustiva predomina sobre o estrato herbáceo, podendo constituir estratos diferenciados, serapilheira presente, variando a espessura de acordo com as estações do ano e a localidade (RESOLUÇÃO CONAMA 010, 1993). Este estágio sucessional caracteriza-se, também, por apresentar epífitas, trepadeiras predominantemente lenhosas e sub-bosque.

- **Floresta secundária em estágio inicial de regenera-**

ção. Apresenta fisionomia herbáceo/arbustiva de porte baixo e, também, trepadeiras (geralmente herbáceas), fina camada de serapilheira, presença de muitas espécies pioneiras, ausência de sub-bosque (RESOLUÇÃO CONAMA 010, 1993).

3.2 Aspectos legais relacionados com áreas degradadas

O conhecimento sobre legislação ambiental, relacionado com reparação de danos ambientais, é considerado de fundamental importância para o técnico que vai trabalhar com recuperação de áreas degradadas. No Brasil, esses dispositivos legais são relativamente recentes, visto que as primeiras leis sobre obrigatoriedade de recuperar áreas degradadas são do início da década de 1980. A obrigação legal de recuperação de áreas degradadas refere-se, principalmente, à reabilitação de áreas degradadas pela atividade minerária, áreas de florestas e demais formas de vegetação situadas em áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, sendo que esta última deve corresponder a um percentual de 20% do imóvel rural situado na mata atlântica. Visando melhor orientação, discute-se adiante, de forma sucinta, a legislação pertinente à recuperação, destacando os aspectos aplicados à parte técnica.

A legislação ambiental brasileira é considerada, por especialistas em direito ambiental, como uma das melhores do mundo. Atualmente, todo empreendimento potencialmente impactante passa por um processo de licenciamento ambiental, onde são assumidos compromissos para adoção de medidas mitigadoras visando ao controle desses impactos. A legislação prevê a participação popular nesse processo, oferecendo recursos

para responsabilizar e obrigar todo empreendimento que cause algum tipo de degradação ambiental, a apresentar e executar planos de reparação aos danos provocados. Entretanto, falta maior participação popular em todo esse processo, como também maior interesse dos órgãos públicos envolvidos na implementação de um sistema eficaz de controle e fiscalização, penalizando abusos contra o meio ambiente. O poder judiciário necessita, também, de maior agilidade para assumir esse compromisso. Exemplos pontuais de ações eficazes já podem ser observados em várias regiões do Brasil.

De forma resumida, passa-se a descrever e comentar brevemente as principais leis aplicadas.

- **Lei Federal 4.771/65 - Código Florestal.** O código florestal institui áreas de preservação permanente, onde somente o poder público executivo pode autorizar a supressão de vegetação, determinar a necessidade de as propriedades apresentarem áreas de reserva florestal e normatizar toda política florestal brasileira. A partir de 1991, vários estados brasileiros passaram a contar com suas leis florestais próprias, colocando mais restrições do que as prescritas no código florestal brasileiro. Um grande avanço incluído na maioria dessas novas leis florestais estaduais é a previsão da recomposição gradual das áreas de reserva legal. As áreas de preservação permanente e de reserva legal que não possuem mais sua vegetação natural são consideradas degradadas, portanto, necessitam legalmente de ser recuperadas. No caso de recuperação de áreas de preservação permanente, legalmente esta iniciativa deve partir do poder público.

Através de medida provisória (MP 2.166-67, publicada no DOU em 25/08/2001), a reserva legal deverá ser recomposta pelo plantio de 10% da área necessária

a sua complementação a cada três anos, ou pela condução da regeneração natural, desde que autorizada pelo órgão ambiental competente, após a comprovação de sua viabilidade, com laudo técnico, podendo-se exigir que a área seja cercada.

Para a mata atlântica, a recomposição/conservação das áreas de reserva legal e preservação permanente podem significar a salvação desse bioma. Considerando que, atualmente, mais de 70% dos remanescentes de mata atlântica estão nas mãos de particulares, a criação de mecanismos que incentivem a recuperação de áreas degradadas e a conservação dos últimos remanescentes podem representar a salvação da floresta atlântica.

- **Lei Federal 6.938/81 - Lei de Política Nacional de Meio Ambiente.** Primeira lei no sentido de realmente organizar a política de meio ambiente e organizar toda a estrutura governamental - no nível federal, estadual e municipal - ligada aos assuntos ambientais. Criou o CONAMA e o SISNAMA (Regulamentada pelo Decreto nº88.351 de 01 Junho de 1983), definindo como degradação da qualidade ambiental qualquer alteração adversa das características e elementos que integram o meio ambiente.

- **Lei Federal 7.347/85.** Considerada como um grande avanço em termos de participação popular em ações relativas ao meio ambiente, prevê ação civil pública criando instrumentos que permitem a defesa do meio ambiente na esfera jurisdicional. Cria instrumentos para viabilizar a recuperação de áreas degradadas, através de um fundo específico e licitação para contratação de empresa para recuperação de áreas degradadas.

- **Resolução CONAMA nº 001/86.** Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Estudo de Impacto

to Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Para determinados tipos de empreendimento exige-se a realização prévia do EIA e RIMA, onde são realizados diagnósticos e planejadas ações de minimização de impactos e mitigação de prováveis danos ambientais.

- **Constituição Federal de 1988 - Artigo 225.** A floresta atlântica é considerada patrimônio nacional e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. Consolida os instrumentos já existentes e, a partir da Carta Magna, tem-se a criação de novos institutos que são aplicáveis à proteção ambiental (ação popular, mandato de segurança coletivo e o mandato de injunção), além de dar maior respaldo aos mecanismos já existentes. No seu parágrafo terceiro, essa lei informa a necessidade de reparar os danos ambientais, independente das sanções penais e das multas que possam incidir sobre as pessoas físicas e jurídicas responsáveis pela degradação.

- **Decreto lei 97.632/89.** Regulamentou a lei 6.938/81 obrigando a recuperação da área degradada como parte do Relatório de Impacto Ambiental. Institui o PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que pode ser empregado, de forma preventiva ou corretiva, para áreas degradadas por ações de mineradoras. Convém observar que nenhum estado possui legislação específica sobre Recuperação de Áreas Degradadas - complementar à legislação federal já existente. Uma medida interessante seria a ampliação da necessidade do PRAD para outras atividades. Para que isso ocorra, faz-se necessária a ampliação da abrangência das leis

por parte do Estado, não penalizando somente o setor de mineração e de construção de rodovias, mas também outros setores potencialmente degradadores.

- **Decreto Federal nº 750 de 1993.** Dispõe sobre o corte, a exploração e supressão de vegetação primária (floresta primária) e florestas nos estágios avançado e médio de regeneração no domínio da floresta atlântica. Baseado nesse decreto, somente é possível a supressão de vegetação de floresta atlântica em estágio inicial de sucessão. Existem resoluções do CONAMA específicas para diferentes estados do Brasil, caracterizando os estágios sucessionais da floresta atlântica quanto ao seu aspecto florístico, composição em altura e diâmetro, além de características qualitativas.

- **Lei Federal 9.605 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Através do art. 23, II, obriga o infrator a recompor o ambiente degradado. É a chamada lei dos crimes ambientais, que permite a abertura de ação e processo penal contra crimes ambientais. Esta lei prevê penalidades como prestação de serviços à comunidade, interdição temporária de direitos, suspensão parcial ou total de atividades, prestação pecuniária e recolhimento domiciliar. A partir deste dispositivo legal foi criado o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que é formalizado pelo órgão ambiental através do Ministério Público, com o cumprimento das obrigações estipuladas, muitas vezes traduzidas em ações de recuperação de áreas degradadas. O infrator pode conseguir uma redução de até 90% do valor da multa aplicada.

- **Decreto nº 3.420 de abril de 2000.** Cria o Pro-

grama Nacional de Florestas, que fomenta a recomposição e restauração de florestas de preservação permanente, de reserva legal e áreas alteradas.

4. FLORESTA ATLÂNTICA

4.1 Conceituação e distribuição

Segundo CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA/UNICAMP (1992), baseado no manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 1992), a floresta atlântica compreende um conjunto de tipologias vegetais localizado na faixa litorânea brasileira, desde o estado do Rio Grande do Norte até o estado do Rio Grande do Sul, representado principalmente pela Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e encaves de campos de altitude e brejos de altitude (Região Nordeste), associado também a ecossistemas costeiros de restinga, mussunungas e mangue. A atual legislação brasileira também segue e considera este conceito para Floresta Atlântica. Alguns autores como LEITÃO FILHO (1993), JOLY et al. (1991) e SILVA & LEITÃO FILHO (1982) consideram a floresta atlântica de forma mais restrita, restringindo esses bioma somente à Floresta Ombrófila Densa.

Fatores como a grande variação latitudinal (de 5° a 25° de latitude sul), variação de altitudes (desde o nível do mar até mais de 1.000 metros acima), contatos temporários com a floresta amazônica durante os períodos interglaciais, além da presença de muitos ecossistemas associados - campos de altitude, restinga, mangues, brejos e outros fazem da floresta atlântica um dos ecossiste-

mas de maior diversidade biológica do planeta.

4.2 Processo de fragmentação

Nesses cinco séculos pós-descobrimento, o país passou por diferentes ciclos econômicos (pau-brasil, cana-de-açúcar, mineração, café e pecuária), todos concentrados na faixa litorânea e responsáveis pelo desmatamento e fragmentação da floresta atlântica. Logo, observa-se que o processo de fragmentação está sempre associado aos ciclos econômicos brasileiros e à expansão urbana. Na foto ao lado, pode-se observar grande extensão de áreas de pastagens degradadas presentes no norte fluminense (estado do Rio de Janeiro), pastagens estas formadas após o ciclo do café, um dos primeiros ciclos econômicos a devastar grandes extensões de floresta atlântica. Essa monocultura, comum na costa brasileira, ocupa grandes áreas antes ocupadas por floresta.

Segundo MORI et al. (1991), o desmatamento da mata atlântica é particularmente sério, uma vez que esse ecossistema apresenta uma alta diversidade e elevado nível de endemismo, levando à extinção um número incalculável de espécies e populações.

O maior impacto do processo de fragmentação florestal é a drástica redução da diversidade biológica. A eliminação de grandes trechos da floresta, conforme citado por RANKIN-DE-MERONA & ACKERLY (1987), causa mudanças no microclima e outras características do *habitat*, como perda de indivíduos reprodutivos da população, modificação ou eliminação de relações ecológicas com espécies polinizadoras e dispersoras que afetam a capacidade das espécies sobreviverem na “ilha” formada pela floresta.



Extensas áreas antes ocupadas por mata atlântica, hoje ocupadas por pastagens degradadas presentes no norte fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

Pequenos fragmentos florestais se encontram, em sua maioria, comprometidos com referência à sua biodiversidade e sustentabilidade. São características marcantes desses fragmentos de área reduzida, apresentar problemas quanto ao tamanho das populações: muitas espécies são raras, apresentam baixa densidade com menos de um indivíduo por hectare, muitas árvores mortas e elevada infestação de cipós, chegando, em casos isolados, a mais de 70% das árvores com presença de cipó na copa ou no tronco (ALMEIDA, 1996). Com a retirada de espécies de interesse comercial, a composição original da floresta é alterada, com domínio de certos grupos de espécies.

O mais importante, segundo enfatizado por FRANKEL e SOULÉ (1981), encontra-se no alto nível de especialização e auto-dependência de espécies das florestas tropicais, como a floresta atlântica, onde a perda de uma espécie de planta pode desencadear uma extinção em cascata, efeito dominó, levando à perda de inúmeras outras espécies.

O estudo da fragmentação florestal está sendo realizado, em grande parte, baseado na Teoria de Biogeografia de Ilhas Oceânicas, proposta por Robert MacArthur e Edward Wilson em 1963, onde uma diminuição da superfície está normalmente associada a uma diminuição exponencial do número de espécies e da redução das relações interespecíficas (MAC ARTHUR & WILSON, 1967 e FRANKEL & SOULÉ, 1981). Esses conceitos auxiliam na interpretação e estudos das modificações provocadas pelo processo de isolamento de pequenas áreas florestais. Essa teoria tem sido aplicada com muita ênfase na criação de unidades de conservação, marcação de reservas naturais e elaboração de planos de manejo de fragmentos florestais, tanto para conservação da biodiversidade como para a produção madeireira. Em recuperação de áreas degradadas, esta teoria auxilia em trabalhos de interligação de reservas, recuperação de bordas de fragmentos, recuperação genética de populações, entre outros.

4.3 Biodiversidade

A biodiversidade compreende a totalidade de genes, espécies e ecossistemas existentes em uma região (CIMA, 1991 e DIAS, 1992). Segundo BURTON et al. (1992), a diversidade biológica, ou biodiversidade, pode significar, de modo geral, uma variedade de formas de vida (especialmente espécies), e dependendo do contato e da escala, pode referir-se a alelos ou genótipos dentro de uma população ou a espécies e formas de vida contidas em uma comunidade biótica, assim como espécies e ecossistemas dentro de uma paisagem.

Nas florestas tropicais, a diversidade está organizada de maneira bastante fragmentada no espaço e no

tempo, em razão da alta heterogeneidade de ambientes físicos (microclima, solos, topografia), bióticos, fisiológicos (variação química do metabolismo secundário) e, especialmente, sucessionais (pela freqüência de perturbações brandas e imprevisíveis) nesses sistemas (REIS et al., 1992).

Com referência à biodiversidade na área de domínio da floresta atlântica, pode-se notar que, baseado nos atuais níveis de degradação desse ecossistema, sua biodiversidade já está comprometida, onde certamente muitas espécies já foram extintas antes mesmo de serem descritas pela ciência. Entretanto, a floresta atlântica, mesmo reduzida à área atual, colabora em muito para que o Brasil seja considerado um país de megabiodiversidade.

No domínio da floresta atlântica verifica-se 53,5% de endemismo das espécies arbóreas, 74,4% das espécies de bromélias e 64% das 76 espécies de palmeiras. Com relação à fauna, a floresta atlântica apresenta um endemismo bastante elevado: 91,8% das 183 espécies de anfíbios, 39% das cerca de 23 espécies de marsupiais, 41% das 146 espécies de répteis, 53% das 57 espécies de roedores existentes, além de 39% das cerca de 130 espécies de mamíferos são endêmicas (CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA/UNICAMP,1992).

Em estudo feito pela Conservation Internation, a mata atlântica foi considerada um dos 25 *hotspots* do mundo, em função da alta diversidade de espécies (cerca de 300-500 espécies vegetais/ha em florestas primárias) associada a uma alta taxa de endemismo (50 % das espécies vegetais) e do grau de ameaça que este ecossistema vem sofrendo (reduzido a cerca de 7% de sua área original).

Os números totais de animais e microrganismos das florestas tropicais são cerca de 100 vezes o total

de espécies vegetais (KRICHER, 1990). Este grande número de animais e microrganismos nessas florestas tropicais é responsável pelos processos de polinização, dispersão de sementes e predação (KAGEYAMA & GANDARA, 1999).

Considerando a grande biodiversidade e o potencial biológico, econômico e social da floresta atlântica, impõe-se a necessidade de manter e manejar estes últimos fragmentos florestais, conservando a grande biodiversidade ainda existente. A diversidade de espécies da floresta atlântica, ainda pouco conhecida e muito danificada, proporcionará muitas surpresas após trabalhos de pesquisa e seu completo conhecimento.

5. ALGUNS PRINCÍPIOS DE SUCESSÃO NATURAL APLICADOS AO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO

A restauração de ecossistemas degradados envolve conhecimentos diversos, principalmente no que se refere à reconstituição da estrutura do ecossistema e da dinâmica das espécies. O conhecimento da dinâmica natural e da estrutura do ecossistema são fundamentais no desenvolvimento de modelos de recuperação.

Entende-se como sucessão natural o processo de desenvolvimento de uma comunidade (ecossistema) em função de modificações das composições no ambiente considerado, culminando no estágio clímax. O processo de colonização inicia-se com espécies pioneiras - espécies adaptadas às condições (limitações) apresentadas. Estas criam condições adequadas de microclima e solo para estabelecimento de outros grupos de plantas - secundárias - espécies que necessitam de menos luz e melhores

condições de solo. Esta seqüência sucessional evolui até um estágio final (clímax), representado por um grande número de espécies constituídas por poucos indivíduos, portanto com maior diversidade. Cada fase de sucessão é caracterizada por composições florísticas e faunísticas típicas, associadas entre si. No processo de recuperação ambiental é imprescindível o conhecimento da auto-ecologia das espécies animais e vegetais envolvidas em cada estágio sucessional, visando copiar a natureza e acelerar o processo.

5.1 Grupos ecofisiológicos de espécies

Uma das primeiras classificações utilizadas para reunião de espécies em grupos ecofisiológicos foi realizada por BUDOWSKI (1965). De acordo com este autor, as espécies foram classificadas, segundo o estágio sucessional, em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Autores como BAZZAZ e PICKETT (1980), SWAINE E WHITHMORE (1988) e ALMEIDA (1996) trabalharam com a classificação de espécies em grupos ecofisiológicos de espécies. A utilização da classificação das espécies em grupos ecofisiológicos torna-se, a cada dia, mais embasada cientificamente, deixando de lado o caráter subjetivo das classificações iniciais.

Baseado em observações de campo e nos diferentes trabalhos já realizados (COSTA et al., 1992; GONÇALVES et al., 1992 e ALMEIDA, 1996), pode-se agrupar as espécies pertencentes aos diferentes grupos ecofisiológicos de conformidade com suas características próprias:

Espécies Pioneiras

Desenvolvem-se em grandes clareiras, bordas de fragmentos florestais, locais abertos e áreas degradadas, apresentando as seguintes características:

- pequeno número de espécies por ecossistema, porém em alta densidade, principalmente em fragmentos florestais em estágio inicial e médio de regeneração;
- capacidade de adaptação em ambientes variados (existe sempre uma espécie pioneira típica de cada ambiente);
- alta tolerância à luz e intolerância à sombra;
- pequeno ciclo de vida (10-20 anos);
- pequeno porte (geralmente menores que 10 metros de altura);
- floração e frutificação precoce (algumas espécies chegam a florescer ainda na fase de viveiro, 6 meses após o semeio);
- sementes, em geral, pequenas, produzidas em grandes quantidades;
- dispersão de sementes por agentes generalistas;
- conservação do poder germinativo das sementes por longos períodos (permanece no banco de sementes do solo);
- frutos e folhas altamente atrativos para animais silvestres;
- altas taxas de crescimento vegetativo;
- sistema radicular de absorção mais desenvolvido;
- alta plasticidade fenotípica;
- grande amplitude ecológica (dispersão geográfica);

- raramente formam associações micorrízicas;
- madeira clara e de baixa densidade.

Exemplos de algumas espécies pioneiras típicas para área de floresta atlântica: *Cecropia* spp. (embaúbas), *Vismia* spp. (maria preta, copiã), *Miconia* spp. (jacatirão, quaresminha, pequi de capoeira), *Croton floribundus* (sangue d'água, velame), *Trema micrantha* (crindiúva, pau-pólvora, gurindiba), *Aegiphila sellowiana* (fruta de papagaio, fidalgo), *Schinus terebentifolius* (aroeirinha, aroeira pimenteira), *Dictyoloma vandelianum* (brauninha, tingui preto, mauí) e *Rapanea* spp. (capororoca, pororoca).



Espécie pioneira (*Trema micrantha* Blume), no município de São Sebastião do Alto, Estado do Rio de Janeiro, a mais de 1.000 metros acima do nível do mar. A mesma espécie ocorre em altitudes pequenas em vários estados da costa atlântica.



Espécie pioneira (*Aegiphila sellowiana* Cham.) no município de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais.

Secundárias Iniciais

São plantas que se desenvolvem em locais totalmente abertos, semi-abertos e clareiras na floresta. São plantas lucíferas que aceitam somente o sombreamento parcial, apresentando as características que seguem:

- árvores de tamanhos variados entre 12-20 metros;
- sementes de tamanho pequeno e médio, geralmente apresentando algum tipo de dormência e relativamente longa viabilidade;
- produzem boa quantidade de sementes quando são boas as condições de iluminação da copa;
- sementes geralmente dispersas por pássaros, morcegos, gravidade e vento;
- convivem com as pioneiras nas fases iniciais da sucessão florestal, mas em menor densidade (menor número de indivíduos por unidade de área);
- rápido crescimento vegetativo;
- ciclo de vida médio (15-30 anos).

Exemplos de algumas espécies secundárias iniciais típicas para área de floresta atlântica: *Bauhinia forficata* (pata de vaca), *Senna multijuga* (cobi, aleluia), *Zanthoxylum rhoifolia* (mamica de porca), *Casearia sylvestris* (café do mato, língua de teiú, aderninho), *Cupania* spp. (camboatá), *Schefflera morototoni* (mandiocão, mata-taúba), *Alchornea iricurana* (licurana), *Inga* spp (ingá) e *Senna macranthera* (fedegoso).

Secundárias Tardias

Desenvolvem-se exclusivamente em sub-bosque, em áreas permanentemente sombreadas, crescem e completam seu ciclo à sombra. Na fase adulta, ocupam quase sempre os estratos superiores da floresta e suas mudas vão compor o banco de plântulas da floresta. Suas características são:

- iniciam sua presença em estágios médios de sucessão;
- árvores geralmente de grande porte;
- ciclo de vida longo;
- sementes dispersas por vento, gravidade e por alguns animais;
- sementes médias e grandes.

Exemplos de espécies secundárias tardias para área de floresta atlântica: *Centrolobium tomentosum* (arari-bá, putumuju), *Dalbergia nigra* (jacarandá), *Bowdichia virgilioides* (sucupira), *Vochysia* spp (pau de tucano, uruçuca), *Apuleia leiocarpa* (garapa, jataí) e *Esenbeckia leiocarpa* (durão, guarantã).

Espécies Clímax

Regeneram-se e desenvolvem-se em plena sombra, sendo típicas de ambientes de floresta primária, com as seguintes características:

- na fase adulta, em floresta primária ou em estágio avançado, ocupam os dosséis superiores e muitas árvores desse grupo são emergentes (suas copas se situam sobre o dossel superior da floresta);
- suas sementes possuem geralmente pequena viabilidade e raramente apresentam algum tipo de dormência, germinando logo que caem sobre o solo;
- suas sementes sofrem grande predação, grandes dispersas por gravidade e mais comumente por mamíferos e roedores;
- espécies vegetais com estreita relação com animais polinizadores e dispersores;
- apresentam baixa densidade por área (geralmente são espécies raras);
- árvores adultas muito altas, na floresta atlântica chegam a mais de 40 metros de altura;
- são espécies típicas de floresta primária e em estágio avançados de sucessão;
- em fragmentos florestais isolados são, quase sempre, espécies extremamente raras;
- ciclo de vida longo ou muito longo, acima de 100 anos, quando em condições estáveis (florestas primárias);
- definem a estrutura final da floresta;
- crescimento vegetativo lento, alta densidade da madeira;
- estão presentes neste grupo grande parte das espécies arbóreas produtoras de madeiras nobres, de alto valor econômico;

- presença de sistema radicular atrofiado, com poucas raízes de absorção;
- A maior parte das espécies são formadoras de associações micorrízicas.

Alguns exemplos para área de floresta atlântica: *Virola bicuhyba* (bicuíba/virola), *Lecythis pisonis* (sapucaia), *Cariniana* spp (jequitibás), *Manilkara* spp (paraju, massaranduba), *Slonea guianensis* (gindiba), *Cedrella fissilis* (cedro), *Cedrella odorata* (cedro da Bahia), *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) e *Geonoma pohliana* (ouricana).

Quanto ao número de espécies dos grupos ecofisiológicos presentes em áreas de floresta atlântica, este vai variar conforme o estágio sucessional. Em estágios iniciais de sucessão, é maior a participação de espécies pioneiras e secundárias iniciais; em florestas em estágios sucessionais mais avançados e florestas primárias, observa-se maior participação de espécies secundárias tardias e clímax. Em áreas de florestas primárias, é raro encontrar espécies pioneiras. O Quadro 1 mostra o resultado de alguns estudos realizados em áreas de floresta atlântica.

Quadro 1 – Distribuição percentual de espécies nos diferentes grupos ecofisiológicos, em diferentes estudos conduzidos no domínio da Floresta Atlântica

Autor/ Ano Localidade	Pioneiras (%)	Secundária Inicial (%)	Secundária Tardia/Clímax/ (%)	Sem Classificação (%)
COSTA et al. (1992) Linhares – ES	23,00	57,00	20,00	-
GANDOLFI (1991) Guarulhos – SP	25,00	30,00	34,00	11,00
SALIS (1991) Brotas – SP	16,40	51,64	0,82	31,14
ALMEIDA (1996) Juiz de Fora – M.G.	19,23	52,57	28,20	-

5.2 Composição florística e fitossociológica

As informações sobre composição florística e fitossociologia são obtidas através de levantamentos da estrutura da vegetação de remanescentes florestais. Na etapa de diagnósticos, os estudos florísticos e fitossociológicos são de suma importância para o sucesso ou atendimento ao objetivo de restauração ambiental de um projeto. Informações sobre as espécies que serão utilizadas e densidade de plantio são obtidas através destes estudos. Normalmente, a partir dos estágios iniciais de regeneração tem-se um acréscimo do número de indivíduos por hectare (densidade), no sentido da evolução do processo de sucessão (regeneração natural). Assim, as maiores densidades são obtidas nas áreas de floresta primária; nas áreas de mata atlântica tem-se, geralmente, densidades superiores a 2.000 indivíduos por hectare (considerando indivíduos com DAP 5 cm). Os estudos fitossociológicos fornecem informações importantes, principalmente com referência às espécies que serão utilizadas, aos respectivos densidade e espaçamento de plantio. Informações como frequência mostram as espécies que se adaptam à área de forma mais ampla (distribuição mais homogênea nos ambientes presentes na região estudada). A dominância indica as espécies secundárias tardias e clímax indispensáveis para uso na recuperação ambiental presentes em áreas florestais nativas similares à original dos ambientes que desejamos recuperar. A experiência prática e os resultados de estudos florísticos mostram a importância de se fazer um plantio inicial com a maior diversidade possível de espécies, sempre levando em conta a necessidade de obter o predomínio de espécies pioneiras na fase inicial de recuperação das áreas abertas.

O Quadro 2 mostra resultados de estudos florísticos e fitossociológicos realizados no extremo sul da Bahia (ALMEIDA, 2005), onde se observa um aumento de densidade – número de indivíduos por hectare – com a evolução do processo de sucessão, iniciando com 1.344 indivíduos, no estágio inicial, e aumentando gradativamente a densidade até 2.509 indivíduos por hectare em áreas de floresta primária. Esses resultados mostram que é possível iniciar os trabalhos de recuperação ambiental com espaçamentos variáveis de 7,5 m² por planta (2,5 x 3 metros), até 6,0 m² (2 x 3 metros). Outra informação importante refere-se à diversidade de espécies: os estudos fitossociológicos mostram a necessidade de iniciar o processo de recuperação ambiental com uma boa diversidade de espécies. Em áreas de estágio inicial de regeneração já se possui presentes 121 espécies botânicas. Observa-se que nos trabalhos de recuperação ambiental é interessante manter o predomínio de espécies pertencentes ao grupo de espécies pioneiras. Neste estudo, por exemplo, observa-se que as 10 espécies pioneiras com maior IVI, índice de valor de importância, representam 45% de todas as espécies presentes nesta área, que se apresenta em início de processo de sucessão (ALMEIDA, 2005).

Quadro 2 – Densidade, área basal, número de espécies e famílias presentes em estudos florísticos e fitossociológicos realizados no extremo sul da Bahia, englobando diferentes estágios sucessionais de mata atlântica.

Parâmetros	Estágios sucessionais de mata atlântica			
	EI	EM	EA	FP
Densidade (n° ind./ha)	1.344	1.535	2.175	2.509
A.B. (m ² /ha)	7,85	17,15	38,46	41,25
N° espécies	121	182	176	187
N° famílias	42	45	46	46

5.3 Polinização e dispersão de sementes

Na recuperação ambiental de áreas degradadas da floresta atlântica, como em outras florestas tropicais, é fundamental para o sucesso do projeto o conhecimento das interações planta-animal e da auto-ecologia das espécies que estão sendo utilizadas. A eficiência de processos como polinização e dispersão de sementes, realizados principalmente por animais, influenciam o estabelecimento das espécies de diferentes estádios sucessionais e a presença dessas populações devem ser consideradas no projeto de recuperação. A falta de um agente polinizador ou dispersor de determinada espécie ou grupo de espécies, pode paralisar o processo de sucessão estagnando-o, principalmente quando se consideram estágios mais avançados de sucessão, onde a relação planta-animal fica mais estreita, envolvendo um número menor de espécies.

Com base em características morfológicas das unidades de dispersão, pode-se classificar as espécies em:

- a) *anemocóricas*, que apresentam estruturas que favorecem o transporte pelo vento;
- b) *autocóricas*, que apresentam mecanismo de dispersão por queda livre das sementes;
- c) *zoocóricas*, que apresentam elementos comestíveis e são procuradas e dispersas por animais;
- d) *hidrocóricas*, que são dispersas por meio aquático.

5.4 Interação entre flora e fauna

Acompanhando o processo de mudança de comunidades vegetais, nota-se existir uma fauna caracterís-

tica para cada estágio sucessional, sendo que as etapas iniciais são caracterizadas, principalmente, por polinizadores e dispersores mais generalistas. Na natureza, os dois mutualismos mais importantes, reunindo animais e plantas, são a polinização e a dispersão de sementes. Com o processo de evolução, as plantas desenvolveram mecanismos para atrair animais específicos e, com o avanço da sucessão ecológica, as relações ficaram cada vez mais estreitas (coevolução) até o ponto de relações bem estreitas entre alguns animais e plantas, isto é, relações envolvendo um número menor de espécies (em estágios mais avançados de sucessão, como no caso de florestas primárias). Através de cores e odores específicos das flores as plantas atraem determinados animais ou grupos de animais. No caso de predação de folhas e flores (herbivoria), várias plantas desenvolveram mecanismos para afastar os animais (herbívoros), como por exemplo, espinhos, acúleos e sabor das folhas.

Geralmente, o processo de polinização não está diretamente associado às questões de restauração/regeneração. Já a dispersão de sementes está diretamente associada, pois, basicamente, o que se entende por restauração/regeneração é o restabelecimento ou retorno da vegetação numa área alterada ou sem a sua vegetação original, seja a partir de sementes ou mudas que foram plantadas nessa área (SILVA, 1999).

Visando mostrar a variação da composição de avifauna, expressa-se na Figura 1 a relação de algumas espécies de aves com estágios sucessionais da floresta atlântica do extremo sul da Bahia (floresta ombrófila densa). Esse grupo de espécies é um excelente bioindicador de evolução do processo sucessional.

Em estágios secundários, também é alta a taxa de

zoocória. JANZEN e VAZQUEZ-YANES (1991) afirmam que os animais são responsáveis pela dispersão de mais de 75% das espécies nas florestas tropicais ricas em espécies. Também MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1992, trabalhando em área de floresta atlântica (Serra do Japi), citam que de 60 a 90% das espécies da floresta são de dispersão zoocórica. Estudos desenvolvidos em áreas de floresta atlântica mostram uma grande participação de animais na síndrome de dispersão de frutos e sementes. COSTA et al. (1992), estudando um total de 227 espécies arbóreas, registraram 73% das espécies dispersas por animais, contra 24% por anemocoria e 3% por autocoria. Também MATHES (1980), em estudo envolvendo 165 espécies da floresta atlântica situada em Campinas, Estado de São Paulo, encontrou 69,70% das espécies zoocóricas, contra 23,64% anemocóricas e 6,66% autocóricas. Pode-se concluir, com base em pesquisas realizadas, que a sucessão, em áreas de florestas tropicais, depende da ação dos agentes dispersores bióticos e que a recuperação e o manejo destas áreas terão que considerar as interações entre populações de animais e de plantas.

Também no processo de polinização, é grande a interação entre plantas e animais (principalmente insetos). Estudos desenvolvidos em florestas tropicais (BAWA et al., 1985) no México, onde foram amostradas 143 espécies arbóreas, mostram uma grande participação dos insetos no processo de dispersão, mais de 90% (abelhas médias e grandes, 27,5%; abelhas pequenas, 14%; mariposas, 15,8%; besouros, 7,3%; borboletas, 4,9%; outros insetos, 20,8%), participando ainda beija-flores com 4,3%, morcegos com 3% e o vento com 2,5%.

O processo de dispersão de sementes é de funda-

mental importância para a sustentabilidade de áreas que estejam em recuperação ambiental, considerando que cerca de 50 a 90% das espécies de árvores nas florestas tropicais são dispersas por animais (HOWE & SMALLWOOD, 1982). Complementarmente, tem-se algumas considerações a fazer sobre este processo:

- a) a dispersão de sementes é feita geralmente por animais vertebrados, representados principalmente por aves e mamíferos, grupos mais bem adaptados à dispersão de sementes de angiosperma;
- b) espécies clímax são geralmente dispersas por animais de porte maior, o que constitui um grande problema, considerando o caso da mata atlântica onde em poucas áreas ainda ocorrem mamíferos de grande porte;
- c) os frutos utilizados como alimento por esses animais geralmente são bagas e drupas carnosas ou suculentas, e os animais são atraídos para estes frutos por estímulos visuais (cores chamativas e contrastantes) ou olfativos (odores fortes), dependendo do agente dispersor considerado (SILVA, 1999);
- d) a recompensa nutricional que os frugívoros recebem pelo serviço prestado na dispersão de sementes compõe-se, basicamente, de carboidratos e lipídeos distribuídos em proporções desiguais entre as várias espécies e os tipos morfológicos de frutos. Algumas famílias de plantas investem em um ou outro desses componentes e, assim, conseguem selecionar, diferencialmente, certos frugívoros em função de suas preferências alimentares (JORDANO, 1992);
- e) mesmo considerando que frutos são presas imóveis para vertebrados frugívoros, nem todas as

plantas apresentam o mesmo grau de acessibilidade a seus recursos alimentares. Frutos podem estar dispostos de diferentes maneiras na arquitetura da planta, permitindo o acesso somente das espécies com aparato morfológico-comportamental adequado à sua exploração (MOERMOND & DENSLOW, 1985). Assim, pode-se observar que os frutos dispersos por morcegos, por exemplo, estão dispostos na arquitetura da planta junto ao caule ou aos galhos, isto é, dispostos fora da folhagem onde os morcegos não têm acesso. Também frutos em posição pendente e destacada na copa podem ser mais visitados por aves com habilidade para pegar alimento por meio de diversas manobras aéreas, do que por aves que necessitam de estar pousadas em poleiros horizontais para se alimentar (SILVA, 1999);

- f) existem, na natureza, espécies-chaves que alimentam várias espécies de animais. Geralmente estas espécies alimentam os animais no período de escassez de alimento nos ambientes. Como exemplo, cita-se a jussara ou o palmito (*Euterpe edulis*) que serve de alimento para várias espécies animais;
- g) a abertura de clareiras facilita o acesso de aves e morcegos frugívoros que frequentam estas áreas de clareiras presentes no interior da floresta. Em consequência, essas espécies depositam sementes que se incorporam ao banco de sementes do solo, ou germinam prontamente sob condições de intensa luminosidade (SILVA, 1999);
- h) por possuírem o hábito de defecar enquanto estão empoleiradas, as aves tendem a depositar mais sementes na periferia desses espaços abertos, onde a

disponibilidade de poleiros é maior. Já os morcegos, pelo hábito de defecarem durante o vôo, geram uma chuva de sementes mais intensa no interior das clareiras, um espaço geralmente mais livre de obstáculos ao seu deslocamento (GORCHOV *et al.*, 1993).

O conhecimento sobre os principais dispersores de plantas de florestas tropicais pode favorecer a regeneração natural de áreas em processo de regeneração com a adoção de determinadas práticas e informações. A proximidade de um fragmento florestal (fonte de sementes) pode facilitar e garantir o fluxo de dispersores na área em recuperação, além de constituir a fonte de sementes. Também no plantio de mudas, deve-se priorizar espécies zoocóricas e preferencialmente plantas precoces, que floresçam e frutifiquem rapidamente (algumas espécies frutificam em menos de 1 ano após o plantio). A introdução de poleiros artificiais é outra prática que pode ser adotada para melhorar a frequência de dispersores na área que está em recuperação.

5.5 Mecanismos de sucessão e regeneração natural

As espécies da floresta tropical se regeneram através de diversos mecanismos, como o banco de sementes do solo, chuva de sementes, banco de plântulas e brotações. Esses diferentes caminhos garantem a auto-renovação, sustentabilidade e manutenção da diversidade biológica desses ecossistemas.

Banco de Sementes do Solo

O banco de sementes do solo é composto pelas sementes viáveis, em estado de dormência real ou imposta, presentes na superfície ou no interior do solo de determinada área. O banco de sementes pode ser caracterizado como a quantidade de sementes existentes no solo, num dado momento e numa dada área, constituindo um sistema dinâmico de entradas e saídas (KAGEYAMA, 1987). O banco de sementes do solo abriga, basicamente, sementes de espécies pioneiras e secundárias iniciais, sendo fator essencial para que haja a regeneração da primeira fase de ocupação e cicatrização de clareiras grandes (WHITHMORE, 1988). As espécies não pioneiras, em geral, germinam logo após dispersadas e vão compor o banco de plântulas, outro componente da regeneração natural.

O estudo do banco de sementes do solo em um determinado ecossistema florestal é importante no fornecimento de dados sobre a dinâmica do processo de regeneração natural. A ativação do banco de sementes do solo se dá após perturbações no ecossistema, seja por uma simples queda de árvore, abertura de uma pequena clareira na floresta ou distúrbios maiores, como abertura de grandes clareiras e desmatamentos. Esses impactos criam condições para que as sementes estocadas entrem em atividade e repovoem a área perturbada. O banco de sementes possui estoque variável, conforme entradas e saídas de sementes e outros propágulos. O estudo desse fluxo de propágulos é de grande importância quando se pretende melhorar o entendimento da dinâmica do banco de sementes do solo. Segundo LEAL FILHO (1992), o conhecimento do banco de sementes com referência a seu tamanho, composição florística, padrão de distribui-

ção de sementes no solo, assim como sua dinâmica, são fatores importantes na compreensão dos mecanismos que controlam a sucessão vegetal nos trópicos. Este autor menciona que o banco de sementes possui uma parte ativa, representada pelas sementes que se encontram em estado de dormência imposta, pela falta ou deficiência de algum fator, nos níveis necessários à sua germinação (umidade, luz, temperatura), sendo este grupo representado principalmente pelas espécies pioneiras, que mantêm sua viabilidade prolongada mesmo sob condições de elevada umidade no solo da floresta (ex. *Cecropia* - até 62 meses).

A auto renovação da floresta é assegurada pela existência do banco de sementes do solo, sendo que a ativação pode proporcionar um aumento de biodiversidade do ecossistema. Assim, constitui o banco de sementes do solo um importante componente da regeneração natural, principalmente com referência à regeneração de clareiras, bordas da mata e áreas desmatadas. O uso indiscriminado do fogo, prática comum em algumas regiões brasileiras, pode aniquilar completamente o banco de sementes do solo, anulando a ação desse meio biótico de regeneração.

Do ponto de vista da diversidade, o banco de sementes do solo pode conter uma variação específica e genotípica distinta da encontrada no dossel arbóreo já existente. Áreas de floresta atlântica mostram geralmente um alto potencial de regeneração, apresentando após impacto um grande número de plântulas por hectare. Vários autores, citados por LEAL FILHO (1992), avaliaram o potencial de regeneração de áreas em função da presença de espécies pioneiras no banco de sementes. O número de sementes por metro quadrado pode variar

bastante, de menos de 100 sementes por metro quadrado (floresta primária) até em torno de 25.000 sementes por metro quadrado, conforme encontrado por *Santarelli* (1989) em trabalho desenvolvido em área recém desmatada no município de Ilha Solteira, estado de São Paulo. Também *CARPANEZZI & LAURENT* (1989), pesquisando a regeneração natural de Bracatinga, no Estado do Paraná, encontram 20.220 plântulas por hectare cinco meses após distúrbios, mostrando o grande potencial de regeneração de áreas em estágios mais iniciais de sucessão. Observa-se que, quanto mais avançado o estágio sucessional, menor o potencial de regeneração da área. Teoricamente, áreas de floresta secundária teriam maior potencial de regeneração do ponto de vista do banco de sementes.

Quanto à sua composição, *LEAL FILHO* (1992), em trabalhos desenvolvidos em formações secundárias em Viçosa, observou a ausência de sementes representativas de floresta primária no banco de sementes do solo. Este autor relata que a ausência deste grupo de espécies está associada ao curto período de viabilidade de suas sementes e à incapacidade das mesmas entrarem em dormência. A presença dessas espécies está também condicionada à presença de matrizes na área em questão ou nas proximidades. Já as sementes de espécies pioneiras, por apresentarem como principais características a dormência na presença de características desfavoráveis à germinação e maior durabilidade no piso da floresta, permanecem em estoque no banco de sementes. A composição do banco de sementes vai depender, portanto, da existência de espécies pioneiras capazes de dispersar grandes quantidades de sementes capazes de se manterem viáveis no solo da floresta por longo tempo.

Também a presença de dispersores de sementes, fundamentais para levar as sementes de áreas remanescentes de florestas primárias, em estágios avançados de sucessão, para as áreas vizinhas, em processo inicial de regeneração, pode comprometer todo o processo sucessional. Muitos fragmentos florestais em estágios iniciais e médios de regeneração estão hoje estagnados, do ponto de vista sucessional, por não possuírem propágulos de espécies secundárias tardias e clímax, que seriam as responsáveis pelo prosseguimento do processo sucessional natural. Essa interrupção do fluxo de propágulos entre as áreas florestais pode ocorrer devido à ausência do dispersor original na região, distância entre fragmentos, ausência de população de espécies secundárias tardias e clímax nos fragmentos florestais da região, ou uma conjunção destes fatores.

A composição do banco de sementes vai refletir na distribuição e florística das espécies dos diversos estratos da floresta, assim como no estágio sucessional em que esta se encontra. Também a produção de sementes, períodos de viabilidade e dormência, processos de dispersão, competição, predação, existência de fontes de propágulos vão influenciar no estoque de sementes do solo.

Quanto ao período de permanência no banco de sementes do solo, JANZEN & VASQUES-YANES (1991), mencionam exemplos de árvores do gênero *Ficus* e *Chlorophora*, que apresentam dormência por poucos meses, e *Cecropia*, que possui sementes pequenas e dormentes que requerem um aumento de luz e, muitas vezes, de temperatura, para germinar, podendo permanecer dormentes por 1-2 anos, se não forem predadas por animais ou fungos.

Em contraste com as sementes de pioneiras, a maioria das sementes de espécies da floresta tropical primária não possui dormência e sim um pequeno tempo de vida. Elas geralmente germinam logo após serem dispersadas, por perderem rapidamente a viabilidade. Quanto ao tamanho das sementes presentes no banco, observa-se que as maiores são mais facilmente predadas por animais.

Uma maior amplitude de variação na temperatura do solo entre o dia e a noite, ou maior incidência de luz do espectro vermelho podem ativar o banco de sementes, pois as espécies pioneiras tendem a responder a estímulos de luz e de temperatura, sozinhos ou separados, ativando a germinação destas espécies. Assim, o histórico de perturbações da área degradada vai influenciar na seqüência sucessional, ou seja, dependendo do distúrbio que afeta a área em questão, um determinado grupo de espécies vai encontrar melhores condições para seu estabelecimento.

O conhecimento do banco de sementes do solo permite que sejam feitas várias inferências sobre o processo de regeneração natural, assim como a adoção de técnicas de manejo para conservação da diversidade biológica ou recuperação de áreas.

Banco de plântulas

Constitui o banco de plântulas de regeneração natural todas as mudas que se encontram no piso da floresta com altura a partir de 0,10 cm e diâmetro até o limite estabelecido no levantamento natural (FINOL, 1971). Em muitos estudos, o ingresso da plântula é considerado a partir da germinação das sementes, isto é, todas as plantas arbóreas, existentes até o diâmetro mí-

nimo estabelecido no inventário dos demais estratos da floresta. A distribuição das espécies nos diferentes estratos da floresta, assim como a presença/ausência na regeneração natural podem dar indicativos de tolerância, comportamento, participação das espécies em outros estágios sucessionais, presença ou ausência de agentes polinizadores e dispersores, e permanência da espécie em questão no sistema.

Diversos fatores externos influenciam o crescimento de uma árvore. SOUZA&LEITE (1993) citam luz, temperatura, água, nutrientes e CO² como os principais e afirmam que a quantidade disponível desses elementos para as plantas é regulada pela densidade de árvores existentes nos estratos superiores da floresta. A regeneração natural é grandemente afetada por esses fatores e a disponibilidade destes mais a competição, presença de predadores (taxa de herbivoria), microorganismos do solo, como micorrizas e fungos, vão determinar quais espécies vão sobreviver e ocupar o seu lugar nos dosséis superiores do ecossistema florestal.

No período entre a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas existe um intenso processo de herbivoria, limitando a densidade populacional das espécies que vão compor o banco de plântulas.

Chuva de sementes

Uma das condições fundamentais para a eficiência dos processos de regeneração natural é a existência de uma fonte de sementes próxima à área degradada. A proximidade de um fragmento florestal e o conseqüente acesso à chuva de sementes pode facilitar todo o processo de regeneração natural. Esta proximidade é relativa,

visto que muitas vezes a regeneração natural não é expressiva por falta de matrizes de determinadas espécies e presença de dispersores de sementes. Portanto, a distância entre fragmento florestal e área degradada é ponto importante na regeneração natural.

Rebrota de cepas

Geralmente não é uma forma de regeneração natural muito eficiente, sendo pouco considerada, mas em muitos casos, como por exemplo áreas recém desmatadas - corte raso sem destoca - pode representar uma das principais formas de regeneração natural. Muitas espécies apresentam como estratégia de permanência em determinado sistema a perpetuação de seu sistema radicular. Essa dormência propicia resistência ao fogo, à luz solar direta, e a outros impactos. Touças de biriba (*Eschweheria ovata*), no sul da Bahia, sobrevivem a grande número de impactos e se regeneram, tornando comum áreas com alta densidade dessa espécie na região.

5.6 Considerações sobre aspectos genéticos

Considerando o estado atual da floresta atlântica, em sua maior parte reduzida a pequenos fragmentos, muitas vezes isolados, a compreensão de aspectos genéticos e da auto-ecologia das espécies torna-se fundamental quando pensamos em conservação e recuperação desse bioma. Fragmentos florestais em ecossistemas como a floresta atlântica são redutos de diversidade biológica, e desempenham importante papel, contribuindo como importantes repositórios de material genético para programas de recuperação e manejo desses

ecossistemas. No entanto, a área, a forma, o histórico de perturbações e outros fatores podem interferir nesses fragmentos a ponto de sua importância para conservar amostras representativas da biodiversidade ser questionada. Fragmentos também sofrem, constantemente, danos referentes a incêndios, caça ilegal e exploração madeireira extrativista, o que muito interfere e diminui sua diversidade biológica e variabilidade.

A diversidade genética ou a variabilidade, devido às diferenças nos alelos, pode ocorrer a diferentes níveis: a) de espécies dentro de ecossistemas; b) de populações dentro de espécies e c) de indivíduos dentro de populações da espécie (KAGEYAMA, 1987).

Do ponto de vista genético, o isolamento de pequenos trechos florestais e a presença de pequenas populações de determinadas espécies podem ocasionar sérios problemas de endogamia, determinando uma decadência (falha) genética devido à menor variabilidade. Entre os grupos de espécies mais ameaçados do ponto de vista da diversidade genética estão as espécies raras. Esse grupo é representado por um pequeno número de indivíduos por área, exigindo, portanto, grandes áreas para manter uma base genética mínima para garantir sua perpetuidade.

O conhecimento da auto-ecologia das espécies, dos agentes polinizadores e dispersores, tipos de flores e frutos, do ciclo de vida e outras informações são importantes do ponto de vista de manejo, visando a conservação da diversidade dessas espécies.

Pode-se observar a ausência de espécies secundárias tardias e clímax, que freqüentemente são espécies raras em pequenos fragmentos, muitas vezes por extrativismo vegetal intenso, outras vezes por caça e eliminação de

dispersores de sementes. Essa situação pode ser objeto de um manejo ambiental visando ações principalmente de plantios de enriquecimento, buscando resgatar as densidades originais destas espécies, daí a importância de estudos florísticos e fitossociológicos em ecossistemas primários de floresta atlântica, pois são fontes de referência para futuros trabalhos de enriquecimento.

Muitos fatores influenciam e condicionam o fluxo gênico dentro de populações de plantas como, por exemplo, a grande variedade de sistemas reprodutivos. O conhecimento destes é fundamental para o entendimento da estrutura da população.

Considerando a grande interação existente entre elementos da flora e da fauna na floresta atlântica, assim como o grande grau de interferência antrópica nesse ecossistema, pode-se dizer que muitos animais polinizadores e dispersores já foram extintos, comprometendo a composição genética de várias espécies e levando muitas outras ao desaparecimento. A polinização é uma forma de aumentar ao máximo o fluxo gênico e permitir com isso sua sobrevivência (JANZEN, 1980).

Do ponto de vista prático, em recuperação de áreas degradadas, como no caso da mata atlântica, onde se observa a ocorrência de espécies nativas em populações super fragmentadas e distribuídas ao longo de grande amplitude de temperatura, precipitação, altitude, solos, tipos de vegetação, o ideal é fazer-se a coleta de sementes florestais sempre próximo à área a ser recuperada, considerando que estas espécies estão adaptadas às condições ecológicas locais e transmitem geneticamente esta adaptação às sementes.



Espécie pioneira (*Schinus terebinthifolius*.) no município de Barbacena, Estado de Minas Gerais, em altitude superior a 1.500 metros.

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1 Identificação e avaliação da série histórica de impactos

Para o processo de recuperação de áreas degradadas é importante o conhecimento do histórico de perturbações da área em estudo, pois este conhecimento auxilia no delineamento de estratégias. Levantamentos históricos, revisões bibliográficas, referências sobre a vegetação original, conhecimento sobre a fauna existente na região, características e impactos sobre o solo, hidrografia e alterações nos cursos d'água, atividades antrópicas (desmatamento, utilização de fogo, retirada de camadas superficiais do solo, introdução de espécies exóticas) são importantes para a definição de métodos de recuperação ambiental de áreas degradadas.

Como estratégias para se obter estas informações são utilizadas, normalmente, entrevistas, com antigos proprietários, proprietário atual, vizinhos, antigos moradores, entre outros, levantamentos em bibliotecas locais, comparação com áreas vizinhas, enfim, registros históricos, documentais e fotográficos.

6.2 Meio físico

Aspectos climáticos

Compreende informações referentes à precipitação e sua distribuição ao longo do ano, déficit hídrico, temperaturas máximas, mínimas e médias anuais e umidade relativa. Em caso de programas de recuperação envolvendo grandes áreas e um longo tempo de implantação, caso não se tenha nenhuma informação climática, é necessário a montagem de uma pequena estação ou confiar na informação de moradores locais. Para projetos envolvendo pequenas áreas, informações coletadas em estações meteorológicas da região são suficientes para tomada de decisões. As principais implicações das informações sobre aspectos climáticos são a respeito de: seleção de espécies a serem utilizadas, época ideal de plantio, época ideal para realização de obras de engenharia e desenho de modelos apropriados de recuperação.

Levantamentos edáficos

Para a execução desses levantamentos, deve-se dispor de uma referência cartográfica (planta da propriedade ou fotografias aéreas), onde serão delimitadas as diferentes manchas de solos. Através de exame “in loco” pode-



Exemplo de área degradada por atividade agropecuária, necessitando de bons diagnósticos prévios para definir tratamentos de recuperação.

rá ser observada uma série de características do solo, que somadas a análises químicas (principalmente NPK, micronutrientes, acidez, capacidade de troca catiônica, Al) e análises físicas (principalmente para solos compactados e muito alterados) fornecerão informações básicas para subsidiar o projeto quanto ao preparo do terreno, à necessidade de aração, gradagem ou sub-solagem, ao coveamento e suas dimensões, à quantidade e formulação de adubos, à necessidade de correção do solo (calagem) e seleção de espécies apropriadas para o tipo de solo em questão.

Relevo

Em função do tamanho da área que se deseja recuperar, existe a necessidade da confecção de uma planta planialtimétrica, contendo pontos de maior declividade e áreas onde são necessárias obras de engenharia e re-

afeiçoamento do terreno. Principalmente nos projetos onde a finalidade principal é a contenção de encostas - recuperação de áreas em taludes de estradas e mineração - deve-se ter o conhecimento do relevo e da resistência do solo às intempéries.

O relevo influencia uma série de fatores como, por exemplo, a escolha de espécies e espaçamento a serem utilizados (necessidade de adensamento nas áreas de maior declive e maior risco de deslizamento), necessidade de plantio de gramíneas e herbáceas, utilização de telas ou combinação de outros métodos de contenção e revegetação, além da necessidade de implantação de outras obras de engenharia.

Recursos hídricos

Deve ser bem conhecida a rede hidrográfica original e a área de influência da bacia hidrográfica que está sendo trabalhada. É importante diagnosticar qual o nível de degradação - erosão e assoreamento - da área que está sendo reabilitada e a situação atual dos cursos d'água, assim como o uso do corpo d'água a jusante da degradação.

Principalmente nos trabalhos de recuperação de matas de galeria (ciliares), deve-se tomar como unidade de planejamento a bacia hidrográfica a ser trabalhada.

Essas informações vão auxiliar na definição da necessidade de obras de dragagem, construção de drenos, muretas e canaletas, definição de modelos específicos para recuperação de matas de galeria, nascentes e topos de morro.

6.3 Meio Biótico

Estudos florísticos e fitossociológicos

Faz-se necessário, principalmente quando se pretende recuperar aspectos ambientais e recompor a vegetação o mais próxima possível da original, ter-se uma boa referência da flora regional. Considerando que existe uma composição florística típica de cada estágio sucessional, as áreas referenciais devem contemplar, quando possível, todos os estágios sucessionais, permitindo conhecer a composição florística e estrutura típica de cada estágio sucessional. Em função do tamanho da área a ser recuperada, bem como dos prazos de entrega dos projetos de recuperação, devem ser definidos a abrangência e o nível de amostragem dos levantamentos referenciais a serem realizados. Grandes programas de manejo ambiental e recuperação exigem levantamentos florísticos e fitossociológicos detalhados, abrangendo áreas em diferentes estágios de sucessão ecológica (estágio inicial, estágio médio, estágio avançado e floresta primária), de fragmentos florestais existentes na vizinhança da área degradada. Na definição de modelos de recuperação para pequenas áreas, muitas vezes, diagnósticos rápidos e observação de vegetação pioneira da região podem atender às necessidades iniciais do projeto. Destaca-se a importância do conhecimento dos diferentes estratos da vegetação (herbáceo, arbustivo e arbóreo), pois em função do estágio de degradação da área a ser recuperada, faz-se necessária a recomposição a partir de estratos inferiores (herbáceos).

Como principais dificuldades nesta etapa, ressal-

tam-se a falta de trabalhos referentes à composição florística e fitossociológica na maioria das regiões na área de floresta atlântica. Também, para algumas regiões de domínio da floresta atlântica, é raro encontrar fragmentos que sirvam de referência, principalmente amostras de florestas primárias.

Informações oriundas do estudo da estrutura da floresta são de grande aplicabilidade. Por exemplo, a distribuição das espécies nos diferentes estratos da floresta, assim como sua presença/ausência na regeneração natural, podem dar indicativos da tolerância, comportamento e participação das espécies em outros estágios gerais. O conhecimento das espécies ocorrentes, sua densidade, freqüência, dominância, posição sociológica e regeneração natural podem fornecer importantes subsídios para análise do ecossistema em termos de sucessão florestal, interferindo na composição do plantio e no espaçamento (distribuição de mudas), como também na definição de necessidades de intervenções intermediárias envolvendo plantios de enriquecimento e manejo ambiental.

É conveniente, também, servindo como referência futura, o conhecimento de informações qualitativas sobre os fragmentos florestais vizinhos à área degradada, como: infestação de cipós, percentagem de árvores mortas, número de espécies raras e profundidade da camada de serrapilheira.

Reconhecimento da vegetação pioneira

Uma estratégia que pode ser usada quando se tem limitação de tempo, ou de recursos, é trabalhar com levantamentos de determinados grupos de espécies, que

vão funcionar como bioindicadores. Levantamentos rápidos na área degradada, procurando observar espécies que surgem nas condições de degradação presente, e em áreas degradadas e abandonadas na vizinhança do local a ser recuperado, podem fornecer boas indicações. Estudos rápidos em áreas em estágio inicial de regeneração natural, onde se tem grande concentração de espécies pioneiras, podem ser bons laboratórios para indicar espécies ideais para as etapas iniciais da recuperação.

Considera-se o grupo das espécies pioneiras como sendo a chave para o processo de recuperação, pois essas espécies são responsáveis pelo arranque inicial, rápido recobrimento do solo e criação das condições necessárias para que outras espécies se estabeleçam. Portanto, uma boa escolha de espécies pioneiras, baseada nas observações regionais, é ponto básico para o sucesso de um projeto de recomposição.

Banco de sementes e de plântulas

A análise do potencial de regeneração da área degradada é fundamental para subsidiar os projeto de recuperação. Em alguns casos, o banco de sementes do solo é ativado com o desmatamento e possui a capacidade de recobrir a área degradada sem necessidade de intervenção, reduzindo custos de recuperação. Em casos drásticos, como queimadas, retirada das camadas superficiais do solo, aplicação de herbicidas, o banco de sementes é geralmente eliminado da superfície, dificultando a regeneração natural e tornando necessárias as intervenções, como o plantio de mudas.

O banco de plântulas, presente no sub-bosque de florestas em estágios mais avançados de sucessão, é

composto principalmente por espécies secundárias tardias e clímax, sendo geralmente eliminado com o desmatamento (corte raso). Em alguns casos, pode constituir um importante elemento para recuperação como, por exemplo, em áreas onde foi realizado apenas o corte seletivo - extração de poucas árvores dentro de um fragmento florestal. Em áreas já desmatadas e abandonadas por um longo período de tempo, principalmente aquelas próximas a fragmentos florestais, pode se formar um outro tipo de banco de plântulas, composto principalmente por espécies pioneiras e secundárias iniciais. Este banco de plântulas, por sua composição, pode ser responsável pelo rápido recobrimento e recomposição da área degradada.

Em muitas situações onde se tem um bom banco de sementes e de plântulas, o simples isolamento da área - contra fogo e animais domésticos - pode vir a dar bons resultados como método de recuperação. Esses meios de regeneração natural, quando presentes, podem reduzir em muito o custo da recuperação, mas é necessário uma correta avaliação do potencial biótico de regeneração da área. Infelizmente, na maioria das vezes, há áreas degradadas e abandonadas por muito tempo, onde os bancos de sementes e de plântulas foram completamente eliminados do ambiente.

Levantamentos faunísticos

Considerando a importância dos animais como agentes polinizadores e dispersores de sementes, a relação existente entre flora e fauna, em florestas tropicais como a atlântica, deve ser compreendida e considerada em trabalhos de restauração de um ecossistema

degradado. Os levantamentos da fauna devem seguir o mesmo raciocínio espacial aplicado ao levantamento florístico, isto é, deve-se ter uma perfeita caracterização da composição faunística de cada estágio sucessional, o que irá fornecer subsídios para futuros trabalhos de monitoramento - acompanhar o componente fauna na recuperação - e manejo de fauna (reintrodução, translocamento etc.). Considerando as limitações de tempo e de orçamento, uma boa alternativa são levantamentos rápidos e levantamentos de grupos bioindicadores de espécies ou grupos de espécies (como aves, formigas, roedores etc.). Existem experiências de uso de grupos bioindicadores em várias áreas de floresta atlântica, principalmente avifauna, mas recentemente estão sendo utilizados outros grupos faunísticos bioindicadores, mostrando bons resultados.

Em regiões antes cobertas por floresta atlântica e sobre as quais não existam referências sobre o processo de fragmentação, deve-se realizar estudos com base nas áreas mais próximas existentes, com características similares, tornando-se importante, nestes casos, a realização de levantamentos históricos.

6.4 Ambiente degradado - fatores limitantes

Em geral, as regiões tropicais apresentam precipitações e temperaturas elevadas, fazendo com que água e temperatura não sejam fatores limitantes. As maiores limitações são resultantes da degradação dos solos - alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas - e ausência de matéria orgânica. As limitações referentes à fertilidade dos solos podem ser consideradas as mais importantes em ambientes tropicais, sendo

nitrogênio e fósforo os nutrientes que apresentam os níveis mais críticos.

Com referência aos níveis de fósforo, sabe-se que este nutriente é importante principalmente nas fases iniciais da implantação. No caso de métodos de recuperação utilizando o plantio de mudas, o fósforo aplicado na cova, antes do plantio, tem mostrado resultados satisfatórios para o desenvolvimento das mudas, principalmente com referência ao seu crescimento inicial.

A degradação dos solos impossibilita a recuperação destas áreas, sendo necessária a intervenção antrópica para o restabelecimento da vegetação e reabilitação do ambiente. Considerando a geral limitação de recursos, o ideal no processo de recuperação é a utilização de espécies que necessitem de uma pequena demanda de insumos e tratos culturais, reduzindo custos.

Áreas degradadas por mineração, onde os horizontes superficiais do solo foram removidos – justamente a porção do solo que contém a maior concentração de nutrientes, matéria orgânica e microorganismos – nota-se grandes limitações no substrato, devido principalmente à compactação dos solos e ao baixo teor de nutrientes. Em alguns casos específicos, existem, também nestas condições, problemas relativos à drenagem ácida e contaminação por metais pesados (principalmente em áreas mineradas).

Com referência à disponibilidade de água nas áreas de ocorrência da floresta estacional decidual e semi-decidual, deve-se definir correta e precisamente a época do plantio. Essas áreas apresentam déficit hídrico em alguns meses do ano, podendo a água tornar-se fator limitante ao sucesso da recuperação.

6.5 Diagnósticos a nível de paisagem

O planejamento das ações de recuperação, principalmente em programas regionais, que englobam grandes áreas, devem considerar a dinâmica da paisagem, relacionando e, se possível, planejando a conexão de fragmentos florestais e a formação de uma rede de reservas interligadas. A abordagem a nível de paisagens é importante, visando inserir a área que se está recuperando no contexto regional, adequando a realização de diagnósticos às diferentes escalas, ajustadas conforme a dimensão do programa de recuperação. O manejo de paisagem já é praticado há algum tempo em vários países da Europa, porém ainda é um campo de estudo que se inicia no Brasil. O enfoque atual do conceito compreende um aspecto mais amplo, holístico, abrangendo características biológicas, físicas e sócio-econômicas de uma determinada região. Segundo o Programa Cooperativo de Espécies Nativas - PCNAT (1998), o manejo de paisagens envolve a conservação da biodiversidade, a conservação de solos e recursos hídricos, englobando também a dimensão humana (aspectos culturais, históricos, econômicos, sociais, éticos e espirituais). No planejamento de paisagem está incorporado o conceito de ecologia de paisagem, definido por FORMAN & GODRON (1986) como sendo o estudo da estrutura, função e mudanças em uma determinada área de terra heterogênea, composta por ecossistemas que interagem entre si. Portanto, ecologia de paisagem envolve diversos campos de conhecimento, como botânica e fitogeografia, ciências do solo, hidrologia, sociologia, economia, climatologia, enfim, um grande número de ciências em interação.

O diagnóstico de paisagem geralmente se inicia em uma escala macro (a nível de paisagem) para, posterior-

mente focar níveis mais pontuais e localizados (solo, vegetação, fauna, relevo, bacia hidrográfica, modelo de recuperação a ser adotado). É interessante utilizar o zoneamento em unidades de paisagem, estratificando os diferentes tipos de áreas degradadas presentes na região, classes de declividade, fragmentos florestais em diferentes estados de conservação (quantificando área, forma etc) e tipo de solo, e inserir a área trabalhada neste contexto regional.

Nesta fase, vários aspectos ligados à paisagem devem ser considerados, como área mínima a ser recuperada, ou necessária em remanescentes do ecossistema original, forma futura da área a ser recuperada, proximidade de fragmentos florestais, possibilidades de interligações, forma de reserva a ser interligada, efeito de borda, diversidade das áreas vizinhas.

No estado atual de degradação da floresta atlântica, deve-se sempre visualizar e projetar a formação de rede de reservas interligadas, que permite a migração de animais entre reservas e fluxo de propágulos de plantas, mas esta conexão só é possível através das reservas de interligação de largura e comprimento planejados.

Em programas de grande escala, a aplicação de conceitos de manejo de paisagem é importante para definir e priorizar áreas a serem recuperadas em uma determinada região, assim como propor metodologias de recuperação ambiental de áreas degradadas e interligação de reservas a serem adotadas, reduzindo custos através da utilização de um bom planejamento espacial. Para eficiência deste planejamento é necessário uma boa base cartográfica da região. Materiais como fotos aéreas, ortofotocartas, imagens de satélite e mapas detalhados são básicos nesta etapa.

O diagnóstico a nível de paisagem deve ser realizado em diferentes escalas. Partindo do conceito de manejo de paisagem, pode-se considerar todas as bases de dados associando-as às variáveis espaciais e, através da utilização de um Sistema de Informações Geográficas, melhor planejar trabalhos de manejo e recuperação ambiental.

Macrorregional

A nível de macropaisagem, é diagnosticada toda região de influência direta e indireta da área trabalhada. Neste nível, são identificados os grandes fragmentos existentes na área global de trabalho (incluindo vizinhança). Assim, pode-se ter uma visão geral sobre o estado de conservação e possibilidades de interligação das mais importantes reservas, no caso de programas de recuperação que envolvam grandes áreas. Neste nível, são de grande importância os mapas temáticos como: a) vegetação (fisionomia, grandes fragmentos, vegetação secundária esparsa); b) clima; c) geomorfologia; d) hidrografia; e) solos e outros. Em programas de recuperação e interligação de reservas, os grandes fragmentos são a unidade de planeamento a nível macro. A partir destes núcleos estudam-se as possibilidades de conexão de áreas florestais e maximização dos benefícios ambientais da recuperação.

As ações projetadas a nível de macropaisagem são conduzidas, sempre, no sentido de buscar parcerias e envolvimento de toda a comunidade da área considerada, não cabendo somente à União ou ao Estado, ou a empresas e iniciativas individuais. Deve ser um trabalho em conjunto, envolvendo toda a comunidade regional.

Regional

Na análise a nível regional, são considerados os locais onde se localizarão as ações mais diretas do programa de recuperação que se pretende implantar em uma escala menor, a região onde está inserida a área que está sendo recuperada. Nesta escala são levantados os fragmentos existentes na área abrangida em sua região de trabalho e vizinhança. Em grandes programas de recuperação, é nesse nível que se planeja a melhor maneira de interligação de pequenos fragmentos com os maiores fragmentos (formação de rede de reservas interligadas), em função do grau de conectividade, tipo de vegetação e distância existente entre fragmentos. Nos diagnósticos a nível regional são detalhados mapeamentos sobre aspectos físicos (topografia, solos e hidrografia), aspectos biológicos (flora e fauna) e aspectos antrópicos (levantamento social e econômico).



Exemplo de planejamento de paisagem. Áreas alternadas com reservas de floresta atlântica e cultivos de Eucaliptus, evitando-se grandes áreas contínuas de cultivos – Extremo sul da Bahia – Veracel Celulose S. A.

A principal ação a nível regional, principalmente em programas mais globais, é a definição de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e recuperação, definindo melhores caminhos de interligação.

Local degradado

Nesse nível, os principais diagnósticos correspondem ao conhecimento da estrutura do meio físico. Compreendem um conjunto de ações mais pontuais, mas de suma importância para o sucesso do programa. Esses conhecimentos, combinados com as estratégias de recuperação biótica de ecossistemas, vão subsidiar, então, juntamente com diagnósticos realizados em outros níveis de análise de paisagem, a elaboração do projeto técnico de recuperação. Aqui serão definidas as melhores estratégias a serem implementadas em cada situação de degradação presente, inserindo a recuperação no contexto regional.



Local degradado (Saibreira). No processo de recuperação, a inserção da área degradada em nível de paisagem deve ser incluída na etapa de planejamento.

7. ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Quando se pensa em recuperar ambientalmente uma área, deve-se sempre associar o planejamento aos processos naturais de sucessão. Na verdade, tenta-se reproduzir o processo natural e se se tem bom conhecimento deste, serão aceleradas as mudanças das comunidades, visando atingir o clímax. Entende-se hoje por recuperação ambiental um termo mais amplo, mais holístico, que envolve recuperação do meio biótico e do meio físico. Conforme citado por REIS et al. (1999), deve-se promover a sucessão de todos os elementos (solo, microflora, flora e fauna), o que fará com que a área ganhe nova resiliência (capacidade de voltar a um estado de equilíbrio).

7.1 Seleção de espécies

Um dos pontos básicos para o sucesso do processo de recuperação de áreas degradadas é a correta seleção de espécies, que é feita em função das condições climáticas, relevo, solos e biodiversidade local (GALVÃO & MEDEIROS, 2002).

Considerando o atual nível de conhecimento biológico de ecossistemas e sucessão, e a grande interação existente entre flora e fauna em áreas de floresta tropical, como a floresta atlântica, deve-se somente utilizar espécies típicas dos ambientes específicos que estão sendo recuperados. Para isso, é necessário um bom conhecimento do processo sucessional da região e da auto-ecologia das espécies a serem trabalhadas. O nível de detalhamento dos levantamentos de flora e fauna, e

o conhecimento das espécies vão variar em função da escala (tamanho da área a reabilitar).

Para seleção de espécies a serem utilizadas em trabalhos de recuperação ambiental, pode-se utilizar métodos diferenciados. A melhor maneira de aproximar da composição e estrutura original do ecossistema degradado, é realizar o processo de seleção de espécies baseado no conhecimento detalhado da composição florística e fitossociológica de ambientes similares ao que se deseja recuperar. Nesse caso, além da composição e estrutura dos diferentes estágios sucessionais da vegetação (inicial, médio e avançado), urge conhecer e dominar o processo sucessional do ecossistema específico a ser recuperado. O conhecimento da flora e da estrutura de áreas de floresta primária (estágio clímax da sucessão) são referências básicas do ponto onde se deseja chegar (estrutura e composição final do trabalho de restauração).

Importantes referências para a seleção de espécies são obtidas em trabalhos de recuperação ambiental em regiões com condições similares àquela em que se está trabalhando, como também observações do desenvolvimento de espécies em arboretos e plantios experimentais e observações em áreas degradadas em início de regeneração natural, vizinhas ao local que se deseja recuperar.

A utilização de conceitos como o de classificação de grupos ecofisiológicos de espécies (vide capítulo 5) facilita o entendimento do processo de sucessão e, conseqüentemente, a seleção de espécies. Dentre os grupos ecofisiológicos de espécies a serem utilizados, o grupo de espécies pioneiras se destaca principalmente para áreas mais degradadas. Com referência à utilização de espécies pioneiras, é importante que não fiquem restritas a espécies pioneiras arbóreas, mas contemplar também

outros grupos de espécies como gramíneas e arbustivas, que conferem uma rápida proteção aos solos degradados, principalmente em áreas totalmente desprovidas de vegetação.

Com referência ao número de espécies a serem utilizadas, vale lembrar que, no processo natural, a diversidade de espécies vai aumentando gradativamente e, quando se conhece bem a seqüência sucessional do ecossistema que está sendo recuperado, é possível utilizar um menor número de espécies na fase inicial (preferencialmente pioneiras e secundárias iniciais) e, posteriormente, enriquecer com espécies secundárias tardias e clímax, acelerando o processo natural de sucessão.

Vários autores citam critérios para a seleção de espécies vegetais para fins de revegetação. A SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SP (1990) e REIS et al. (1999) relacionam uma série de critérios para a seleção de espécies, ou seja:

- ocorrência natural na região;
- ter caráter pioneiro, apresentando rápido crescimento, recobrando rapidamente o solo e paralisando os processos erosivos;
- alto potencial de dispersão da espécie;
- rusticidade, apresentando bom desenvolvimento em solos com baixo teor de matéria orgânica e fertilidade;
- produzir alimento para a fauna regional (zoocórica);
- facilidade de propagação e obtenção de mudas;
- apresentar grande densidade foliar;
- apresentar grande potencial de reciclar nutrientes, fertilizando o solo e incorporando matéria orgânica a este substrato.

Portanto, na recuperação de áreas degradadas, necessita-se de espécies de crescimento rápido, que acelerem o recobrimento do solo, com sistemas radiculares profundos que tragam nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, promovendo a ciclagem de nutrientes e acumulando matéria orgânica nas camadas superiores (formação da manta orgânica), criando condições para o desenvolvimento de outras espécies. Também é considerada como característica desejável, um bom formato de copa, com a parte aérea bem desenvolvida lateralmente para proteção do solo.

7.2 Métodos biológicos de recuperação de áreas degradadas

A maneira mais econômica e eficiente de recuperação de áreas degradadas é a utilização de métodos biológicos. Métodos mecânicos e obras civis representam custos elevados e nem sempre são alternativas eficientes para a recuperação de áreas. Neste capítulo procura-se discutir os métodos biológicos mais utilizados na recuperação de áreas degradadas. Essas técnicas estão sofrendo grandes avanços ultimamente e têm evoluído dia a dia em suas aplicações. Nas últimas décadas, tem crescido o interesse por recuperação de áreas degradadas, o que tem colaborado para o aprimoramento de técnicas visando melhorar e acelerar esse processo.

São citadas aqui algumas das principais técnicas utilizadas atualmente, enfocando principalmente aspectos práticos com vistas a facilitar a operacionalidade de implantação. Muitos dos métodos citados podem e devem ser combinados entre si, visando maximizar os benefícios e acelerar ao máximo o processo de recuperação.

Plantio de mudas

Dentre os métodos de recuperação de áreas degradadas, o plantio de mudas é realizado com o objetivo principal de proteger rapidamente o solo contra a erosão e garantir o sucesso de recuperação. Nas áreas de domínio da floresta atlântica, onde geralmente se tem boas precipitações, é um método muito indicado e um dos mais utilizados. A grande vantagem desse método é o controle da densidade de plantio que deverá ser, preferencialmente, próxima ao do original – no mesmo ambiente e estágio sucessional. Esse método de recuperação é de fácil operacionalização e de custo reduzido em áreas de fácil acesso. Conforme a situação, o plantio pode contemplar espécies herbáceas, arbustivas ou arbóreas, visando fornecer uma cobertura imediata e proteger melhor o solo.

Esse método também é utilizado para introduzir espécies secundárias tardias e clímax em áreas onde já existem certa cobertura florestal (plantios de enriquecimento) e condições para o desenvolvimento de espécies desses grupos, principalmente sombra e solo florestal.

Quando não se tem um viveiro florestal próximo à área a ser restaurada, uma alternativa a ser considerada é o plantio de mudas coletadas no campo, em áreas vizinhas ou ambiente similar. Além da economia da produção da muda, ganha-se tempo para a formação das mesmas. Essa técnica pode dar resultados satisfatórios em função da espécie a ser trabalhada. Várias espécies arbóreas podem ser plantadas com a utilização desse método, porém é necessário considerar o impacto na regeneração natural das áreas de origem (retirada) das



Muda de curindiba (*Trema micranta* Triana) plantada no município de Eunápolis – Estado da Bahia.

mudas, assim como ter cuidado para não danificar o sistema radicular na operação de transplante. Esse método somente deve ser utilizado onde se tem extrema dificuldade de obter material de propagação (sementes e mudas), sendo aplicado principalmente em plantios de enriquecimento, onde há ambientes sombrios. No caso de áreas abertas, as mudas têm que passar por um período de aclimação, antes de serem levadas para o plantio no campo. SILVA FILHO (1988) cita que algumas espécies apresentam grandes produções de sementes e abundante regeneração natural, e esse excesso de mudas pode ser utilizado em outras áreas, pobres em materiais de propagação. A grande vantagem do transplante é a redução do custo de produção das mudas e a adaptação às condições mesológicas da região. Esse método deve ser sempre aplicado quando o solo estiver úmido, de preferência na estação chuvosa.

Dos diversos métodos de revegetação por plantio de mudas atualmente utilizados, destaca-se a utilização

de *espécies pioneiras* e o *uso de leguminosas*, por sua rapidez em promover a cobertura do solo.

A utilização de espécies florestais de rápido crescimento, principalmente as pioneiras, é mencionada por vários autores, que citam esse método como o que permite uma melhor aproximação das condições existentes do ecossistema original (para áreas antes cobertas por florestas, como a atlântica, por exemplo). Uma grande vantagem da utilização de espécies pioneiras é sua rusticidade, proporcionando redução de gastos nas etapas de implantação e manutenção, devido ao rápido recobrimento do solo. O plantio de mudas de leguminosas arbóreas, que fixam nitrogênio atmosférico, deve ser utilizado em condições de forte degradação ambiental, onde as camadas superficiais do solo foram retiradas ou fortemente alteradas. Nessas áreas, esse grupo de árvores tem efeito bastante positivo, pois geralmente possui rápido crescimento e é capaz de melhorar o solo, depositando matéria orgânica. Segundo DIAS (1996), o uso de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas tem se mostrado como técnica viável, não só pelo seu baixo custo, como também pela grande capacidade de adaptação e de crescimento dessas espécies. A quantidade de nitrogênio fixado está em função do ambiente e dos organismos envolvidos no processo. Em espécies de leguminosas florestais, relatam-se quantidades de até 500 kg/ha/ano (CAMPELLO, 1996).

As leguminosas arbóreas (85% delas são arbóreas e perenes), principalmente aquelas que nodulam, contribuem para a recuperação do solo pela deposição de folhedo, aumentando significamente o teor de matéria orgânica do solo. Também se obtém bons resultados com

leguminosas arbustivas. Espécies como o feijão bravo do ceará (*Canavalia brasiliense* (Jacq.) D.C.), crotalaria (*Crotalaria anagyroides*), cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrima* (P&T.) Merr.) mostraram bom desenvolvimento em experimentos conduzidos no município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro (VALCARCELL & D'ALTÉRIO, 1988).

No Brasil, os estudos sobre leguminosas, que inicialmente eram voltados somente para espécies exóticas, têm-se dirigidas ultimamente, também, para espécies nativas, onde já se possui espécies e estirpes de rizóbio mais eficientes.

Plantio de estacas diretamente no campo

A técnica de plantio de estacas pode ser utilizada com sucesso para determinadas espécies florestais e arbustivas. As limitações encontram-se no fato de que poucas espécies aceitam esse tipo de propagação e na necessidade de chuva constante no período inicial do processo até o pegamento das estacas e estabelecimento, ou exige irrigação intensa no período pós plantio.

Várias espécies florestais nativas da floresta atlântica mostram bons resultados com este tipo de plantio, podendo-se citar o cedro (*Cedrella fissilis* e *Cedrella odorata*) e diversas espécies de gameleiras (*Ficus* spp).

Técnicas que podem ser utilizadas para melhorar o pegamento das estacas no campo são: a) utilização de hormônios aceleradores de enraizamento; b) utilização de gel ou solução hidratante junto à cova de plantio.

Semeio direto

A técnica do semeio direto, apesar de não ser muito utilizada atualmente para espécies florestais, é alternativa promissora e, principalmente quando combinada com outros métodos biológicos, pode oferecer bons resultados. Entre as diversas possibilidades de combinação do semeio direto cita-se a conciliação do semeio de espécies secundárias tardias e clímax com o plantio de mudas de espécies pioneiras ou de leguminosas. Essas espécies, utilizadas nas etapas iniciais de plantio, criam condições de sombra e de solo especiais e um ambiente ideal para germinação de algumas espécies, principalmente as secundárias tardias e clímax. Essa combinação de métodos reduz significativamente o custo de recuperação, e o semeio das secundárias deverá ser feito após o crescimento inicial das mudas pioneiras. Essa estratégia pode aumentar significativamente a diversidade florística da área a ser recuperada.

Semeadura aérea

A semeadura aérea ou chuva de sementes é um método biológico recomendado para ser utilizado, principalmente, em áreas de difícil acesso, onde seja inviável operacionalmente a utilização de outros métodos. Nesse caso, são utilizadas principalmente espécies pioneiras e, em menor intensidade, sementes de espécies secundárias iniciais. Esse método foi utilizado com sucesso pela SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SP (1990) para áreas serranas de floresta atlântica, localizada nas imediações de Cubatão - SP, onde foram adotados os seguintes critérios para seleção de espécies: ocorrência natural na região semeada; distribuição nos estratos herbáceos,

arbustivos e arbóreos; alto potencial de dispersão da espécie; alto poder de germinação das sementes; rápido crescimento; alta agressividade na ocupação da área considerada; resistência à poluição atmosférica; disponibilidade de sementes para coleta na região. Existem, no entanto, limitações na escolha das espécies a serem utilizadas, em função das características dos tipos de sementes (dormência, tamanho e outros fatores).

Após realização do semeio aéreo, deverá ser feito o monitoramento dos locais semeados, visando acompanhar o desempenho das espécies nas condições de campo. O enriquecimento das capoeiras formadas na primeira fase, poderá ser feito em etapas posteriores, através do plantio manual de espécies arbóreas típicas de estágios mais avançados da sucessão florestal, que exigem certo grau de sombreamento para seu estabelecimento.

As principais limitações da semeadura aérea são: o custo, o grau de compactação e degradação do local a ser recuperado e a disponibilidade de sementes compatíveis com o método – tamanho adequado ao semeio e beneficiamento (pelotização) e regime de dormência.

Esse método pode dar bons resultados em áreas de difícil acesso, com precipitações altas e bem distribuídas e solo pouco compactado na superfície.

Hidrosseadura

Trata-se de uma técnica mecanizada, onde as sementes são lançadas na área a ser recuperada através de jateamento com a utilização de uma bomba, numa mistura de água, sementes, fertilizantes e outros produtos como agentes cimentantes, com a função de fazer aderir

a semente à superfície onde foi aplicada.

No Brasil essa técnica tem sido utilizada, principalmente, na contenção de taludes de estradas e de áreas de mineração. Atualmente produz bons efeitos, principalmente quando é combinada com outras alternativas, como o uso de telas naturais e plantio de mudas.

Utilização de matéria orgânica

Essa técnica vem sendo utilizada como auxiliar na recuperação de áreas degradadas, sempre conjugada com outros métodos, produzindo bons efeitos. Conforme a região brasileira, vêm sendo utilizados vários tipos de material orgânico (casca de arroz, bagaço de cana, moinha de carvão, capim) com intenção de promover o controle da erosão, a conservação de água e melhoria da qualidade física e química dos solos. A aplicação da matéria orgânica proporciona uma redução da amplitude da temperatura do solo e aumenta a capacidade de absorção de água, proporcionando uma recolonização com macro e microorganismos, aumentando a comunidade de microorganismos do solo, além de possibilitar o fornecimento de propágulos de plantas, garantindo o sucesso do processo de recuperação.

Em experimentos conduzidos em áreas de empréstimo situadas na Ilha da Madeira, município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro, constatou-se que a deposição de matéria orgânica é o ponto chave no processo de “construção” do solo, atuando principalmente na melhoria das propriedades físicas do mesmo (VALCARCELL & D’ALTÉRIO, 1988).

É possível citar várias conseqüências decorrentes dessa prática:

- melhoria da capacidade de retenção e infiltração da água, elevando o nível do lençol freático e aumentando, conseqüentemente, a resistência das plantas aos períodos de estiagem;
- melhora mecânica da estrutura do solo, principalmente quanto à aeração, descompactação e agregação de partículas primárias;
- diminuição dos efeitos maléficos da erosão, garantindo imediata proteção do solo. Antes de se decompor, a matéria orgânica atua como anteparo, protegendo o solo do impacto direto das gotas de chuva e atenuando o escoamento superficial;
- inoculação de microorganismos, como fungos micorrízicos, que ampliam a eficiência do sistema radicular das plantas presentes. Além disto, a matéria orgânica favorece a atividade microbiana por sua capacidade termorreguladora;
- aumento do nível de absorção de nutrientes, principalmente equilibrando a absorção de nutrientes solúveis.

Uso da manta orgânica florestal (serrapilheira)

A manta florestal é a camada superficial do solo de uma floresta, constituída por todo o material solto depositado na superfície do ecossistema florestal, ou seja, folhas, restos de flores, pequenos galhos em decomposição repletos de microorganismos, insetos e sementes de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas (IBAMA, 1990). A manta florestal também é designada por serrapilheira, manta morta, *forest litter*, *leaf litter*. Segundo MOLCHANOV (1971), a manta orgânica é constituída por três camadas: a superior, pouco decomposta; a média, medianamente

decomposta e a inferior, bem decomposta, onde há uma mistura de partículas minerais e matéria orgânica. No perfil do solo designa-se por “Ao” a manta florestal, sendo que alguns autores denominam essa camada de horizonte “O” do solo. A serrapilheira representa um verdadeiro banco genético de tudo que ocorre no ambiente natural.

Como método de recuperação, a aplicação da manta florestal proporciona uma redução da amplitude da temperatura do solo, aumenta a capacidade de absorção de água, provocando a recolonização de macro e microorganismos, além de possibilitar o fornecimento de propágulos de plantas, garantindo assim o sucesso do processo de recuperação. A serrapilheira acumulada é um importante reservatório de elementos que pode conferir maior estabilidade ao sistema, protegendo o solo e atenuando as forças erosivas. Além disso, na manta florestal pode ser encontrado um farto banco de sementes, importante no aceleração do processo de recuperação. As sementes observadas na manta florestal são principalmente de espécies pioneiras, talvez as mais importantes na reabilitação, por germinarem somente na presença de boa luminosidade (lucíferas), quando existe algum distúrbio.

A utilização da manta florestal no processo de reabilitação de áreas degradadas por diversas atividades pode acelerar, em muito, o processo de recuperação dessas áreas, melhorando as condições químicas, físicas e biológicas do solo, justificando o seu uso. Conforme citado pelo IBAMA (1990), o uso da serrapilheira muitas vezes surpreende: tem sido observado, em muitas regiões, que as plantas nascidas dela dão uma cobertura mais rápida e densa ao solo que o uso de espécies exóticas forrageiras.

Dois fatores devem ser levados em conta no pla-

nejamento do uso da manta florestal: a disponibilidade de fontes de serrapilheira nas proximidades e as características da área a ser recuperada. Segundo o IBAMA (1990), a coleta da manta florestal para aplicação em recuperação deve ser feita na época das chuvas, nas áreas circunvizinhas e com as mesmas características da área degradada a ser recuperada. Essa coleta deve ser feita com uso de um rastelo, nunca cavando o solo, juntando o material solto da superfície e colocando-o em sacos plásticos ou balaios. É também recomendado aplicar o material o mais rápido possível após a colheita e realizar a coleta da serrapilheira em áreas alternadas ou em faixas, promovendo o recobrimento a área coletada através de ancinhos ou outras ferramentas, com material das áreas vizinhas, evitando deixar o solo exposto.

Quanto à aplicação da serrapilheira, o IBAMA (1990) recomenda que sejam seguidos os seguintes passos:

- espalhar, manualmente, o material na superfície, sem incorporação no solo, na época das chuvas e no mesmo dia da coleta;
- se possível, colocar uma camada de, no mínimo, 10 cm de espessura;
- no caso de bancadas, seja nos terraços ou onde foi feito o plantio de espécies herbáceas nos taludes, a serrapilheira deve ser aplicada após o plantio de herbáceas.

Estudos mostram que existe uma relação entre dinâmica de ecossistemas e estações do ano, com deposição de manta florestal. De modo geral, ecossistemas tropicais, como a floresta atlântica, acumulam mais manta orgâni-

ca que florestas situadas em regiões temperadas. Durante o ano, nos períodos em que se tem maior temperatura e precipitação, é maior o acúmulo de manta orgânica. Em áreas de floresta atlântica pode-se chegar a mais de 10 toneladas/hectare/ano de matéria orgânica depositada.

Utilização de telas naturais

O uso de telas confeccionadas a partir de fibras naturais tem grande utilidade, principalmente nos trabalhos de recuperação em áreas declivosas. As telas naturais possuem a função de reter o solo dessas encostas, reduzindo a erosão, estabilizando o ambiente e permitindo a germinação e o estabelecimento da vegetação. Esse método deve sempre ser utilizado em combinação com outros métodos, geralmente semeadura a lanço ou hidrossemeadura.

A utilização de telas naturais tem se intensificado muito na última década. Atualmente várias telas foram patenteadas no mercado, à base de fibras naturais. Esse método derivou-se do uso de sacos de aniagem (abertos sobre o solo ou fechados contendo terra, adubo e sementes) e telas sintéticas (plástico e metal), métodos antes utilizados em estradas de rodagem, para contenção de voçorocas, e em mineração (principalmente na região montanhosa do Estado de Minas Gerais).

Em áreas menores, ainda hoje é utilizada a técnica de sacos de aniagem emendados, pela facilidade de se encontrar o material nas diferentes regiões e pelo preparo da tela. Segundo EINLOFT et al. (1997), o uso de técnica de revegetação com sacos de aniagem permite um rápido e abundante recobrimento vegetal no talude, favorecendo a colonização pela fauna microbiana do solo e o estabelecimento de outras plantas.

As telas naturais são de fácil aplicação, pois vêm em forma de rolos e são lançadas como um tapete sobre as encostas. Apresentam como principais vantagens sua característica biodegradável e a promoção de uma excelente contenção de taludes, e como desvantagem o custo por unidade de área.

Aplicação de organismos e microorganismos

No processo de recuperação de áreas degradadas, o componente solo deve ser tratado observando seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Do ponto de vista biológico, a fauna microbiana do solo exerce forte interação, através dos processos de decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes, com outros componentes do ecossistema contribuindo para sua estabilidade. Segundo CAMPELLO (1996), o manejo das associações simbióticas pode melhorar de forma considerável o desempenho silvicultural e econômico de diversos plantios florestais. Isso se aplica, também, em recuperação de áreas degradadas, reduzindo os custos relativos à fertilização.

A utilização de organismos e microorganismos na recuperação está sempre associada à utilização de outros métodos biológicos ou mecânicos. Como principais benefícios da aplicação desse método citam-se: melhoria na absorção de nutrientes; aumento da taxa de absorção de água; aumento da resistência ao ataque de patógenos; melhoria das propriedades do solo, aumentando a fertilidade, melhorando a solubilidade e a reciclagem de nutrientes.

No caso de inoculação de leguminosas, a escolha correta da estirpe de rizóbio é de fundamental importância, visto que, na fase inicial de produção de mudas, as plântulas já respondem positivamente à inoculação.

Outro grupo de microorganismos de grande importância é o das micorrizas, associações formadas entre alguns tipos de fungos e raízes de algumas espécies vegetais. As micorrizas atuam como extensão do sistema radicular, aumentando a área de contato e a capacidade das raízes absorverem nutrientes. Esses microorganismos se destacam por sua capacidade de absorver íons de baixa mobilidade no solo, melhorando significativamente a absorção de fósforo pelas plantas. Os fungos micorrízicos são responsáveis pela interação entre planta e solo, e podem ser inoculados de diferentes formas, destacando-se a inoculação através de terriço e esporocarpos.

A utilização de microorganismos, seja na inoculação de mudas nos viveiros ou diretamente nos locais degradados, pode constituir um meio eficiente no auxílio à recuperação de áreas.

Colocação de poleiros artificiais

A colocação de poleiros artificiais oferece ponto de pouso para aves que, ao permanecerem nestes locais, defecam, trazendo sementes de espécies provenientes de outras áreas florestais. Em trabalho realizado com o objetivo de analisar a influência de poleiros artificiais na dispersão de sementes, na região de Curvelo – MG, área de cerrado, (MELO, 1997) constatou haver mais sementes sob os poleiros que nas áreas sem poleiros.

Esse método apresenta algumas vantagens quando próximo às fontes naturais de sementes, mas deve ser analisado cuidadosamente, pois o plantio de mudas de árvores também funciona como poleiros vivos e pode produzir frutos, atraindo ainda mais as aves para a área e maximizando a velocidade e diversidade da recuperação.

8. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)

8.1 Definições gerais

O PRAD, Plano ou Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, tem como objetivo principal criar um roteiro sistemático contendo as informações e especificações técnicas organizadas em etapas lógicas, para orientar a tecnologia de recuperação ambiental de áreas degradadas ou perturbadas e alcançar os resultados esperados. O projeto técnico é um instrumento de planejamento, execução e avaliação (FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004). O PRAD tem sua origem no artigo 225 da Constituição Federal de 1988 e no Decreto lei 97.632/89 que regulamentou a lei 6.938/81, obrigando a recuperação da área degradada como parte do Relatório de Impacto Ambiental, e que pode ser empregado de forma preventiva, ou corretiva, para áreas degradadas por ações de mineradoras. No início, o PRAD era aplicado apenas à atividade mineradora. Na década de 90, o PRAD foi estendido, na forma de condicionante e ajustes de conduta ambiental, para outras atividades degradadoras e incorporado como um programa complementar da maioria dos Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental e no TAC, Termos de Ajuste de Conduta, firmados entre empresas e o Ministério Público. Grande parte dos trabalhos de recuperação ambiental originários do PRAD tem origem nas imposições da legislação brasileira.

O PRAD é conduzido conforme objetivos discutidos com o proprietário (ou proponente), alinhados com

o técnico responsável pelo projeto e acompanhamento.

Uma observação a ser considerada é que uma parte considerável dos PRAD's apresentados e aprovados por órgãos ambientais, na prática não são implantados. Existe uma necessidade dos órgãos ambientais estaduais e municipais acompanharem a implantação destes PRAD's.

Hoje, normalmente existem, em vários estados, roteiros ou termos de referência para a elaboração de PRAD's. Neste capítulo mostra-se um roteiro utilizado de forma generalizada no Brasil. É recomendado que um projeto técnico contenha os seguintes itens básicos: introdução, objetivos, metas, metodologia, sistema de monitoramento e avaliação, cronograma de execução, recursos materiais, humanos e financeiros, e anexos (FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

8.2 Procedimentos e métodos para elaboração de PRAD

Considerações e planejamento inicial

O processo de recuperação ambiental é complexo, requerendo tempo, recursos (dinheiro, mão de obra e tecnologia) e conhecimento dos diversos fatores relacionados à área a ser recuperada, como as características do solo, da água, da fauna, da flora e as modificações inerentes ao processo que ocasionam (ou ocasionarão) o distúrbio. O PRAD deve ter, inicialmente, seus objetivos bem definidos, ajustando variáveis como as necessidades legais, desejo do proprietário do terreno, aspectos sociais e econômicos, nunca esquecendo que o objetivo principal é promover a recuperação ambiental de uma área degradada.

O planejamento inicial prevê a necessidade de confecção de um roteiro que busque a maneira mais rápida, eficiente e econômica de recuperar áreas degradadas. Faz-se necessário conhecer o passado, analisar o presente e planejar o futuro das áreas a reabilitar. O planejamento deve ter uma visão a longo prazo. O processo de planejamento deve ser realizado projetando-se a longo prazo e contemplando sempre uma visão global do problema. Os “pacotes” e “receitas” generalistas não funcionam no caso de recuperação, pois cada situação específica deve receber um tratamento adequado. As etapas aqui mostradas compõem apenas um roteiro simples e básico, que pode ser adaptado a cada caso específico.

Hoje, um PRAD deve considerar, em seu escopo, além dos aspectos ambientais, as variáveis sociais e ambientais envolvidas no processo de recuperação. Os atores sociais (população que originalmente ocupava a área degradada e o entorno, incluindo seus valores e interesses), assim como a atividade econômica que era desenvolvida na área antes da intervenção (impacto) ambiental devem ser considerados.

Uma das etapas mais importantes a ser considerada é o diagnóstico, que permite o conhecimento da amplitude dos problemas ambientais, sociais e econômicos envolvidos no processo de recuperação ambiental da área e respectivo PRAD. O diagnóstico prévio de aspectos ambientais (biológicos), sociais e econômicos permite que se estabeleçam metas para a recuperação ambiental, dando mais consistência ao PRAD e a seu processo de implementação.

O sucesso e a garantia de implantação do projeto de recuperação são oriundos do gerenciamento res-

ponsável dos recursos e das atividades planejadas, que vão garantir a implantação do projeto, a responsabilidade técnica dos autores dos projetos que devem obrigatoriamente acompanhar tecnicamente a implantação e manutenção do PRAD. Em empresas que possuem as respectivas áreas ambientais, esse projeto e acompanhamento poderá ser feito por técnico do próprio quadro da empresa, porém a maioria dos PRAD são elaborados e supervisionados por profissionais terceirizados (consultores).

O planejamento para implantação do PRAD não deve ser voltado, somente, para os interesses e necessidades do empreendedor, mas também para o sucesso do plano, considerando os aspectos biológicos, físicos, sociais, culturais, econômicos e políticos onde a área objeto do PRAD está inserida.

Nessa primeira etapa, deve-se considerar as pretensões e os objetivos do proprietário, com referência ao destino da futura área, aspectos e obrigações legais envolvidos com o problema, e realizar um levantamento do histórico de ocupações da área a ser recuperada (revisão bibliográfica e fotográfica sobre a região, histórico de utilização da área e informações sobre a área antes da degradação – vegetação, fauna, hidrografia, clima, atividades antrópicas).

Identificação dos agentes de degradação

Levantamento dos agentes de degradação que atuaram e ainda agem sobre a área a ser recuperada, proporcionando a continuidade da degradação dos recursos naturais.

Delimitação das áreas de influência

Delimitar a área de influência direta (que está degradada), onde devem estar concentrados os trabalhos de diagnóstico e estudos referentes ao meio físico e biológico (estudo do substrato atual e área de influência indireta (entorno), que deve ser considerada com referência aos aspectos sócio-econômicos, além dos biológicos e físicos de referência (áreas similares à original, mas que ainda permanecem intactas).

Avaliação do grau de degradação

Devem ser avaliados o estado atual do substrato (solo) da área e a capacidade de regeneração biótica da vegetação.

8.3 Elaboração do projeto de recuperação - roteiro básico

Parte introdutória

- **Introdução**

Resumo geral do plano de recuperação onde são citados o estado ambiental da área degradada e os objetivos – metas - do projeto.

- **Objetivos**

Descrição dos objetivos gerais e específicos esperados com a implantação do PRAD.

- **Metas**

Descrição das metas pretendidas.

- **Caracterização da região**

Essa parte deverá conter uma breve caracterização biológica, física e climática da região, com enfoque na propriedade onde está inserida a área degradada. Também devem constar informações sobre o clima regional, variação anual de temperatura e precipitação, tipos de solos, classificação e caracterização da vegetação, malha viária e uso atual predominante.

Essas características devem ser descritas superficialmente nesse item inicial e mais detalhadamente na fase de diagnóstico da área a ser recuperada.

- **Equipe técnica do PRAD**

Descrição da equipe técnica responsável pela elaboração do PRAD. Conforme estado e grau de degradação, pode-se ter um PRAD elaborado por um só profissional ou por uma equipe técnica. Por exemplo, cita-se uma atividade de mineração onde se tem necessidade de um Geólogo e, pelo menos, mais um Engenheiro Florestal ou Agrônomo ou Biólogo, complementarmente.

Caracterização do Empreendimento

- **Informações Gerais**

Nome, endereço, CEP, fone, área degradada, atividade e substância retirada, responsável técnico pela atividade degradadora inicial.

- **Licenciamento ambiental da atividade inicial**

Relação de todas as licenças ambientais existentes no empreendimento e respectivos condicionantes. Deverá conter licenciamentos ambientais de funcionamento e supressão de vegetação.

- **Localização e acesso**

Deverá conter roteiro de acesso ao empreendimento, além de croqui ou mapa com localização das estradas de acesso e demarcação das áreas a serem exploradas.

- **Área degradada**

Área requerida, área prevista inicialmente, área com outras atividades, área de serviço de apoio, área total efetivamente utilizada.

- **Mão-de-obra**

Pessoas envolvidas em cada atividade na exploração da área.

- **Período de funcionamento**

Horário de funcionamento da atividade exploratória.

- **Informações sobre a atividade exploratória**

Reservas. Estimativa de produção (estoque de terra, argila, minério etc).

Produção. Previsão de produção periódica e total da área.

Tempo de utilização da área a ser explorada. Tempo que irá durar a atividade.

Métodos utilizados. Descrição da metodologia a ser empregada em cada processo.

Equipamentos a serem utilizados. Relação de equipamentos e quantidades a serem utilizados na atividade exploratória.

Descrição do processo de beneficiamento. Descrição do processo final de beneficiamento. Devem ser descritos, principalmente, em pedreiras e minerações.

Controle de poeira e ruído. Outros tipos de poluição que devem ter controle previsto no PRAD. Geralmente trânsito intenso de caminhões e geração de poeira requerem sistema de molhação de estradas.

Bota-fora. Área destinada a depósito de estêreis e restos de construção do empreendimento. Essa área receberá, no PRAD, um tratamento especial para recuperação. Deve ser observada a composição do bota-fora, fatores como presença de metais pesados requerem técnicas complementares de recuperação e segurança.

Ações contra erosão. Medidas como a construção de sistema de drenagem, construção de canaletas, escadas de água, caixas e outros.

Segurança do trabalho e placas de sinalização. Previsão da colocação de placas e técnicas de segurança a serem adotadas.

Armazenamento da camada superficial do solo. Deverá ser previsto o local de armazenamento da camada superficial do solo, pois esta operação é muito importante para o processo de recuperação ambiental da área degradada.

Diagnósticos Ambientais

Essa etapa compreende todas as observações e o levantamentos de campo, como: identificação e avaliação dos impactos; mapeamento das diferentes unidades de paisagem; caracterização física e química (limitações dos solos, seu nível de fertilidade); análises biológicas e químicas da água; estudos faunísticos - grupos de espécies bioindicadoras e dispersores; relação flora/fauna; dispersores; polinizadores; estudos da flora - observações de campo (curto prazo) e levantamentos florísticos

e fitossociológicos (longo prazo). Destaca-se a importância do conhecimento dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, pois, em função do estágio de degradação da área a ser recuperada, faz-se necessária a recomposição a partir de estratos inferiores (herbáceos). Caso a área já se encontre degradada, toma-se como referência áreas vizinhas similares para estudos de vegetação, solos, fauna e outros.

Caracterização do meio físico

- **Geologia e Geomorfologia**

Classificação e caracterização geológica da área a ser explorada e vizinhança.

- **Clima**

Informações gerais sobre o clima, como precipitações médias mensais, relação e média das temperaturas, velocidade dos ventos etc. Grande parte destas informações podem ser obtidas nos órgãos estaduais ligados à Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente e federais de pesquisa, tipo EMBRAPA, CEPLAC, que muitas vezes possuem estações meteorológicas e têm séries históricas de dados climáticos.

- **Solos**

Tipos de solo existentes na área explorada.

- **Hidrologia e qualidade das águas superficiais e subterrâneas**

Descrição dos recursos hídricos, incluindo a bacia hidrográfica na qual a área a ser explorada está incluída.

Caracterização do meio biótico

- **Flora**

A descrição da composição florística e os estudos fitossociológicos são importantes para subsidiar projetos de recuperação ambiental.

- **Fauna**

A descrição da fauna presente na área e na vizinhança vai subsidiar a possível formação de corredores a serem obtidos com a recuperação ambiental da área degradada.

Caracterização do meio sócio econômico

Estudos relativos às características sociais e econômicas da atividade e da vizinhança (entorno).

Plano de recuperação das áreas degradadas (reconstituição do meio ambiente)

Impactos ambientais negativos do empreendimento

Descrição dos impactos, caso exista um EIA/RIMA este poderá servir de referência. Pode ser feito na forma de listagem de impactos ou matriz de impactos. As medidas mitigadoras de cada impacto devem fazer parte deste PRAD.

Processo de degradação

Desmatamento, decapeamento, utilização de explosivos, emissão de poeira, ruídos, bota-fora.

Recomposição topográfica e paisagística

Tratos na superfície do terreno evitando declives abruptos e taludes inclinados.

Tratos da superfície final

Preparo do solo para etapas finais da recuperação, isto é, revegetação.

Obra de engenharia

Em áreas inclinadas, é indispensável, para contenção do processo erosivo, a instalação de uma rede de drenagem. Deve ser observada a compatibilidade do clima e solo com as obras civis e revegetação previstas. A construção de barragens de rejeitos é necessária em alguns casos, como, por exemplo, em áreas inclinadas com solo arenoso, certas áreas mineradas etc.

Relocação da camada fértil do solo

A camada superficial do solo que é retirada e armazenada no início do empreendimento deverá ser novamente distribuída na superfície da área a ser recuperada.

Redução do grau de compactação do solo

Etapa que deve ser prevista no caso da existência de grande compactação dos solos, devido principalmente ao trânsito de máquinas e caminhões.

Correção da fertilidade do solo

Deve conter a análise química (e física, quando as condições do solo tiverem muito alteradas pela compactação e pelo adensamento) do substrato (solo). Compreende as recomendações sobre aplicação de corretivos e de adubação.

Estratégias para recomposição da vegetação

Envolve todo o trabalho de restabelecimento da vegetação original, compreendendo etapas como: definição dos métodos biológicos de recuperação de áreas degradadas; seleção das espécies a serem utilizadas; definição dos modelos de recuperação a serem empregados; técnicas de preparo da área, manutenção etc.

Este item deve conter a descrição detalhada de:

- a) espaçamento (com base nos estudos fitossociológicos), medida das covas (berço), necessidade de adubação, seleção de espécies, definição das estratégias de recuperação a serem utilizadas;
- b) limpeza da área (manual ou mecanizada), coroa-mento, coveamento, plantio e adubação;
- c) quantificação de equipamentos de proteção individual (EPI), ferramentas, máquinas etc;
- d) relação das espécies a serem utilizadas (espécies nativas selecionadas com base nos estudos florísticos e fitossociológicos, separando-as em grupos ecofisiológicos contendo nome vulgar, nome científico e família), adubos necessários (fórmulas e quantidades), iscas formicidas e calcário.

Custos e produtividade

Dessa parte deverão constar os custos referentes a cada operação programada, assim como os rendimentos operacionais de cada operação prevista no projeto. Essas informações, técnicas, operacionais e financeiras são importantes referências para a orientação de futuros projetos de recuperação de área degradadas. Nessa parte é necessário programar temporariamente os custos do projeto, ajustando o cronograma operacional ao desembolso necessário para a implantação do PRAD.

Cronograma de execução

O cronograma serve como referência temporal para o acompanhamento técnico e orçamentário de liberação de recursos de todas as etapas previstas no projeto de recuperação. Todo o suporte técnico, administrativo e financeiro é baseado no cronograma. No caso de um projeto de recuperação ambiental, não se pode deixar de considerar, entre outros, os fatores climáticos e a sazonalidade regional da mão de obra.

Sistema de monitoramento e avaliação

A etapa de monitoramento compreende o acompanhamento contínuo, em que é avaliado o desempenho da estratégia de recuperação ambiental utilizada, permitindo eleger as práticas de recuperação ambiental mais adequadas para alcançar os objetivos pré-determinados para a reabilitação do ambiente. Deverão ser tomadas como referência as condições iniciais (referências iniciais antes da recuperação e logo após a recuperação) e o objetivo final que se pretende alcançar. Por exemplo, em uma área de floresta tropical, onde a área degradada era antes ocupada por floresta tropical, o objetivo é recuperar este ecossistema. O conjunto de variáveis biológicas, químicas e físicas deve ser utilizado de maneira sistemática, ao longo do tempo. Observa-se a importância do monitoramento ambiental nos processos de tomada de decisões gerenciais e técnicas envolvidas no processo de implantação do PRAD e a recuperação ambiental da área. Os resultados, com certeza, vão indicar novas práticas a serem adotadas na área em recuperação.

Para o monitoramento, é utilizada uma série de indicadores como:

a) Meio físico

Geralmente são monitoradas as propriedades químicas dos solos, como pH em água, carbono orgânico total, P e K disponíveis, Ca, Mg e Al trocáveis, soma de bases e capacidade de troca de cátions efetiva em pH 7, e outras análises específicas para a área recuperada que poderão ser utilizadas. Estas análises podem ser realizadas semestralmente ou anualmente.

Variáveis químicas dos solos. Quantificação da matéria orgânica e da condutividade elétrica da solução do solo.

Variáveis físicas. Estrutura, densidade do solo, resistência ao penetrômetro, capacidade de retenção de água e profundidade média do sistema radicular das espécies de maior presença.

Também pode ser monitorada a qualidade da água, principalmente se a área estiver próxima a algum curso d'água. Essa variável poderá ser utilizada através de acompanhamento de variáveis químicas da água – O.D. – oxigênio dissolvido, turbidez, nitrito, fosfato, pH).

b) Meio biótico

Deve ser acompanhada através da implantação de parcelas permanentes, a evolução da sucessão ecológica da vegetação, isto é, a existência de espécies presentes e de novas espécies se desenvolvendo na área (aumento da diversidade), permitindo comparações com a vegetação primitiva. Indicadores como densidade de plantas por área, regeneração natural, riqueza de espécies botânicas, índice de diversidade e de similaridade entre as áreas, além da produtividade em termos de crescimento da biomassa acima do solo e crescimento em altura e diâmetro das espécies presentes também são bons indicadores da evolução do processo de regeneração natural.

Também podem ser feitos monitoramentos da fauna silvestre através de grupos bioindicadores como avifauna ou formigas.

Normalmente, as análises de meio biótico (flora e fauna) podem ser realizadas anual ou bianualmente.

Manutenção de plantios

Talvez uma das etapas mais importantes em todo o processo de recuperação de área degradada seja a manutenção da vegetação implantada. Em função, principalmente, da presença de plantas invasoras na área (que vão competir ou até mesmo matar as mudas das espécies introduzidas) deverá ser planejada a frequência das manutenções. Em áreas antes ocupadas por determinados tipos de gramíneas, como braquiárias ou colônias, por exemplo, faz-se necessário, na maioria das vezes, a aplicação de herbicidas, até o estabelecimento do componente arbóreo e sombreamento, quando essas gramíneas saírem naturalmente do sistema.

Em áreas onde a aplicação de herbicida pode comprometer o sistema, e o custo da recuperação (devido ao custo de manutenção) é elevado pode-se utilizar matéria orgânica morta ao redor das mudas. A camada orgânica colocada ao redor das mudas (coroa) garante a umidade do solo e evita o surgimento de plantas competidoras com as que foram implantadas. Muitos materiais se prestam para formar cobertura morta e, principalmente, quando se busca recuperação ambiental em áreas cobertas por gramíneas (principalmente gramíneas agressivas do tipo braquiária) essa proteção tem papel fundamental. Existe uma grande deficiência na pesquisa de materiais para formação de camada orgânica morta ao redor das mudas (mulch). Essa

proteção tem efeitos fantásticos, eliminando custos de manutenção e garantindo o sucesso do plantio. Uma boa opção é na roçada e coroamento colocar-se toda a matéria orgânica oriunda dessas operações ao redor das mudas, visando manter a umidade do solo e evitar o aparecimento de plantas competidoras ao redor das plântulas introduzidas. A roçada, quando necessária, deve ser realizada em linhas, sempre acompanhando o sentido das curvas de nível do terreno que está sendo recuperado.

No serviço de limpeza inicial do terreno, onde já existe algum tipo de cobertura, esta nunca deverá ser completamente eliminada, pois as plantas exercem um papel importante na proteção e conservação dos solos. Deve ser eliminada somente a vegetação que compete diretamente com as mudas plantadas, sendo esse controle feito através de coroamento (ao redor das mudas) ou em linhas (nas linhas de plantio).

Bibliografia

Relação de toda a bibliografia citada no texto, colocada no final do documento de forma independente.

Anexos

Fotos, plantas ou croqui de localização, ART – Anotação de responsabilidade técnica (obtida junto ao CREA).

8.4 Avaliação de PRAD

No Brasil, esta é uma das atividades que tem muito a evoluir, pois hoje é necessário treinamento dos técnicos de órgãos ambientais ligados à análise de PRAD's. Estes devem ser analisados sempre com uma visão mais

ampla, observando a interligação entre as partes. Na análise inicial do PRAD, ainda no escritório, devem ser observadas as informações coletadas na fase de diagnóstico e estas devem ser coerentes e utilizadas nas etapas previstas para a recuperação ambiental. Todos os estudos realizados na fase de diagnóstico devem ser anexados ao PRAD, permitindo melhor análise. A base para avaliação inicial são as vistorias de campo, quando deve-se conferir se as estratégias de recuperação prescritas foram realmente implantadas. A longo prazo, devem ser exigidos, também, relatórios de monitoramento com os respectivos pareceres e relatórios de laboratórios, Universidades e Instituições de pesquisa em anexo.

8.5 Estudos de caso sobre algumas situações específicas

Áreas degradadas por mineração

Principalmente no estado de Minas Gerais, na área de floresta atlântica e transição floresta/cerrado/campos de altitude, a recuperação de áreas mineradas vem sendo praticada há algum tempo. Vários métodos de recuperação e novas tecnologias foram desenvolvidos. Desde a constituição de 1988, quando a recuperação dessas áreas passa a ser obrigatória, muito se tem evoluído nesse sentido. As técnicas de telas (metálicas, sintéticas e naturais), hidrossemeadura e outras evoluíram e foram adaptadas para essas situações.

Hoje, todo solo retirado na fase inicial da mineração é armazenado durante a fase de lavra e recolocado após terminada a retirada do minério. Essa operação facilita o trabalho de revegetação, pois tem-se o horizonte “A” presente, facilitando o estabelecimento da vegetação.

O maior problema das áreas após a mineração é a presença de taludes com grandes declives, o que inviabiliza o estabelecimento de muitas espécies. Na maioria dos casos, essa inclinação não permite a introdução de um componente arbóreo. As empresas estão utilizando, em sua maioria, apenas o plantio de gramíneas e outras espécies herbáceas e espécies exóticas (Pinus e Eucalip-tos), e poucas estão se preocupando em recompor a ve-getação original da área.

Uma técnica empregada com muito sucesso, neste caso, é o plantio misto de mudas leguminosas herbáceas e arbóreas, fixadoras de nitrogênio atmosférico, de preferência mudas micorrizadas e inoculadas. Na etapa de seleção de espécies, deve haver a preocupação de es-colher espécies que nodulem e que possam crescer em condições de solos presentes nestas áreas.

Florestas ciliares

Ecosistemas de florestas ciliares, também chamados de matas ciliares, florestas de galeria, mata aluvial e flores-tas ripárias ocorrem nas proximidades das margens dos cursos d'água. Esse tipo de vegetação característica surge em função de características específicas, presentes nesses ambientes, como: solos típicos – aluviais – com elevados teores de umidade, maior umidade atmosférica, tempe-raturas mais baixas e topografia variando em função de características hidrológicas e geomorfológicas. Portanto, sob essas condições combinadas, surge uma vegetação tí-pica, com composição florística e estrutura própria.

Por tratar-se de um ecossistema com características específicas, quando se trabalha com esses ambientes de-ve-se conhecer seu processo sucessional – composição



Floresta Ciliar em perfeito estado de conservação, Rio Bonito, Lumiar, Município de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro.

florística e estrutura típica de cada estágio – pois é necessário um projeto específico para as florestas ciliares.

Na área de domínio da floresta atlântica, existem vários trabalhos específicos sobre recuperação ambiental de florestas ciliares. Alguns estados como Minas Gerais, São Paulo e Paraná já desenvolvem, há muitos anos, programas de recomposição de florestas ciliares e de áreas em margens de represas. Esses trabalhos são importantes referências para quem deseja se especializar ou desenvolver um projeto de recuperação desses ambientes. Existem algumas controvérsias quanto à importância das matas ciliares; para alguns especialistas em hidrologia florestal, a recuperação de topos de morros (área de captação) seria mais importante do que a recuperação de áreas nas margens dos cursos d'água. Apesar dessas discussões, sabe-se que as áreas de florestas ciliares exercem uma importante função tampão, protegendo os rios e influenciando muito na qualidade da água.

Taludes de grandes declives em margens de rodovias

Em áreas originárias de construção de estradas em regiões de relevo acidentado, a recuperação se torna indispensável para a segurança dos transeuntes. Em estradas onde não há trabalho de recuperação, áreas inclinadas estão sujeitas, constantemente, a interromper o tráfego, devido ao desmoronamento de encostas sobre a pista de rodagem. Além da queda de barrancos sobre a pista, o carreamento de barro para a estrada provoca grande risco de acidentes.

Nesses casos, em função da inclinação dos taludes, geralmente não é recomendável a utilização do plantio de espécies arbóreas na recuperação. Deve-se utilizar espécies herbáceas e gramíneas que podem ser plantadas via hidrossemeadura combinada com telas ou mudas.

Erosão em sulco ou voçorocas

Em função do tipo de solo, a remoção da vegetação protetora expõe a superfície a uma constante perda de solo. Em áreas montanhosas, onde o fluxo de água proveniente de chuvas se concentram em determinados canais, formam-se sulcos ou voçorocas que exigem um bom planejamento para sua recuperação. A eficiência do projeto de recuperação dessas áreas depende da inclusão de obras de engenharia (construção de canaletas e caixas de drenagem, visando desviar a concentração do fluxo de água e estabilizar o canal principal da voçoroca). O uso de sacos de aniagem, paliçadas e outros obstáculos ao aumento do canal principal da voçoroca também são necessários na fase inicial. Somente após a

estabilidade física da área é que se parte para a utilização de métodos biológicos, para revegetação e estabilização dos taludes e fundos de voçorocas e sulcos.



Área degradada de voçoroca em processo de recuperação, através do uso de paliçadas e revegetação com espécies de gramíneas, leguminosas e bambus.

9. DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS

9.1 Modelos de recuperação ambiental

Para o planejamento e desenho de projetos de recuperação ambiental de áreas degradadas, é necessário pensar globalmente em termos do ecossistema a ser recuperado, sua estrutura atual e necessidade de reestruturação física (baseado nos conhecimentos obtidos nos diagnósticos) e conhecimento da sucessão visando acelerar a recomposição da vegetação natural da área. Somente através do conhecimento dos vários compar-

timentos e suas inter e intra relações, pode-se compreender os processos sucessionais e traçar estratégias de recuperação eficazes, que realmente acelerem a reabilitação de áreas degradadas.

Atualmente, com o conhecimento existente sobre ecossistemas naturais, como no caso da mata atlântica, é inadmissível o uso de espécies exóticas (de regiões, ecossistemas/ambientes diferentes do da área que está sendo recuperada) em plantios de recuperação ambiental. Mesmo em plantios homogêneos, necessários para áreas com nível maior de degradação, pode ser utilizada a técnica de plantios mais homogêneos com espécies pioneiras regionais que possuam ótima relação com a fauna silvestre, atraindo este componente rapidamente para a área em recuperação.

Observa-se no Brasil uma tendência à elaboração de “receitas” generalizadas, e este procedimento é, muitas vezes, a causa do fracasso de muitos projetos de recuperação ambiental. O tratamento de reestruturação física da área e a seleção das espécies adequadas a seu ambiente específico, densidade de plantio ou semeio (baseados em levantamentos florísticos e estruturais), tipos de propágulo (semente, estacas ou mudas), cronograma de implantação, enfim todo o projeto deve ser desenvolvido voltado especificamente para a área em questão.

No caso de desenvolvimento de modelos para florestas tropicais, como a floresta atlântica, a base de conhecimento sobre a biodiversidade é fundamental para o desenvolvimento de modelos de manejo e recuperação, principalmente quando o objetivo é recompor a biodiversidade original da região. Frisa-se a necessidade do planejador possuir uma visão holística, considerando que se está trabalhando com um ecossistema complexo,

como a floresta atlântica, que possui muitas interações entre os elementos bióticos e abióticos.

O desenho de modelos de recuperação de áreas degradadas devem contemplar e se adequar a cada situação de degradação presente na área. Com base em informações obtidas no diagnóstico (meio físico, biótico, presença de regeneração natural, proximidade de fragmentos florestais e fatores limitantes) e informações sobre sucessão natural do ecossistema em questão, é definido o melhor método ou combinação de métodos específicos a serem utilizados para cada situação, ou conjunto de situações apresentadas. Geralmente quanto mais degradada se apresenta uma área, mais se deve utilizar uma maior densidade de espécies pioneiras, nunca esquecendo que espécies pioneiras são sempre especialistas em determinados ambientes. Apesar de possuírem grande plasticidade em determinados ambientes apenas algumas espécies pioneiras devem ser utilizadas (exemplo: matas ciliares, brejos, topo de morros).

A definição do modelo de restauração para uma determinada área degradada depende de fatores como grau de degradação e histórico da área, disponibilidade de sementes e mudas, solo, clima, máquinas e implementos agrícolas, e recursos financeiros disponíveis (FERRETTI, 2002).

Dicas gerais para a escolha e o desenho de modelos de recuperação ambiental

1. O diagnóstico da área a ser recuperada e seu entorno devem ser a principal referência para definição das estratégias de recuperação a serem utilizadas.
2. Utilizar somente espécies nativas tomando como

base estudos florísticos e fitossociológicos realizados na região, proximidade da área degradada em ambientes similares (encostas, matas ciliares, áreas planas, brejos etc.).

3. É fundamental a utilização de espécies pioneiras, principalmente se a área se encontrar totalmente sem vegetação. A proporção de espécies pioneiras deve ser definida em função do grau de degradação da área a ser recuperada.
4. A experiência prática tem demonstrado que quanto maior a diversidade de espécies nativas utilizadas na fase inicial dos plantios, melhores serão os resultados a longo prazo. Portanto, deve-se utilizar o maior número possível de espécies, sempre tomando como base os estudos florísticos e fitossociológicos realizados.
5. Em florestas tropicais, geralmente mais de 80% das espécies têm suas sementes dispersas por animais. Portanto, deve-se levar em conta na listagem de espécies que se vai utilizar, a proporção de espécies zoocóricas presentes. É importante lembrar que médios e grandes mamíferos têm seus alimentos geralmente em espécies secundárias tardias e clímax, e pequenas aves e morcegos têm seus alimentos principalmente produzidos por espécies pioneiras.

A seguir, são apresentados modelos/estratégias de recuperação baseados nos conceitos de restauração ecológica, que podem ser utilizados em diferentes situações. Em muitas áreas, a melhor estratégia pode ser uma combinação do uso de vários modelos de recuperação.

Regeneração natural

A estratégia de regeneração natural consiste em favorecer a recuperação natural de uma área após distúrbio, funcionando bem para áreas recém desmatadas e que possuem meios de regeneração natural, ou seja, banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e rebrota.

Nos casos de áreas desmatadas há mais tempo, é interessante uma análise minuciosa da regeneração. A proximidade da área degradada de fragmentos florestais pode também acelerar a regeneração natural, através da migração de propágulos (atuação do processo denominado de chuvas de sementes).

O uso desse modelo pode estar combinado à adoção de algumas medidas complementares, como o cercamento da área (necessário para evitar a entrada de animais domésticos), o controle de espécies invasoras (espécies como gramíneas, cyperáceas e outras invasoras podem inviabilizar o sucesso deste método), a construção de aceiros (necessários para evitar que o fogo proveniente de áreas vizinhas avance sobre a área), a colocação de poleiros artificiais (boa prática, pois os pássaros, ao pousarem para descansar, trazem sementes de áreas vizinhas que lhes ficam presas ao bico e também são semeadas através das fezes), o plantio de mudas arbóreas nas clareiras (se a área apresentar boa regeneração de uma maneira geral, porém com algumas áreas internas sem regeneração), o plantio de espécies pioneiras que frutificam rapidamente e atraem a fauna silvestre, representando excelentes poleiros naturais.

Esse método de recuperação ambiental é o de menor custo de implantação e, com ajustes, pode apresentar bons resultados.

Recuperação com espécies pioneiras

O uso de 100% de espécies pioneiras em recuperação ambiental é um bom modelo a ser aplicado em algumas situações, ou seja, quando a área se apresenta de tal forma degradada que a regeneração natural não acontece e espécies secundárias e clímax não se desenvolveriam nesse ambiente. Também pode ser aplicado no caso de uma área perturbada onde se tenha possibilidade de uma boa regeneração natural, principalmente se for área próxima a algum fragmento florestal, em que, provavelmente, os ajustes sejam suficientes para promover o enriquecimento natural da área, reduzindo custos de plantios de enriquecimento complementares. Esse modelo tem como vantagem o fechamento rápido da área e recobrimento do solo, podendo apresentar custos maiores se forem necessários plantios de enriquecimento a longo prazo.

O modelo de reabilitação com o uso de espécies pioneiras pode ser aplicado em áreas degradadas, utilizando somente espécies pioneiras autóctones com a finalidade de obter rápido recobrimento do solo e acelerar o processo de sucessão natural. Esse modelo possibilita enriquecimentos futuros - via sementes ou mudas - de espécies pertencentes a outros grupos ecológicos, após a área desenvolver ambientes propícios para o enriquecimento.

Esse modelo também pode ser conciliado com outros métodos e técnicas, como “ilhas de biodiversidade” e “uso de serrapilheira”, visando garantir sua sustentabilidade a longo prazo.

É um bom modelo para ser aplicado em áreas desprovidas de vegetação, principalmente quando os locais

estão situados próximo a fragmentos florestais, onde é certa a migração de propágulos de espécies de outros grupos ecofisiológicos para a área que está sendo recuperada. Modelos nessa linha foram desenvolvidos para encostas situadas no estado do Rio de Janeiro (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997), para áreas cobertas com capim colônia (*Panicum maximum*) onde o plantio adensado (1 m² por planta) foi adotado visando obter rápido recobrimento (e sombreamento) do solo, reduzindo os custos de manutenção. A utilização de 90 a 100% de espécies pioneiras é indicada para os casos em que se tem problemas de controle de plantas invasoras.

Ilhas de diversidade

Este modelo de restauração é baseado em diversos estudos sobre recuperação de áreas degradadas, as quais mostram que a tendência natural do processo sucessional é não recobrir áreas de maneira uniforme (GRIFFITH et al. 1994). A natureza utiliza “ilhas de diversidade” e estas áreas de disseminação de propágulos são responsáveis pelo aumento de diversidade de uma área em processo de recuperação. Esse processo natural pode ser replicado em modelos de recuperação, com formação de ilhas de vegetação com espécies-chave para a atração de fauna (polinizadores e dispersores).

Autores como REIS et al. (1999) citam os chamados “centros de alta diversidade”, áreas onde deveriam ser incluídas as formas de vida das espécies vegetais e sua adaptação aos estágios sucessionais (pioneiras, oportunistas, climácicas, ervas, arbustos, árvores, lianas e epífitas), além de considerar a adaptação aos processos de polinização e dispersão (ane-

mocórica, zoocórica e outros) e de fenofases (principalmente floração e frutificação). No planejamento das “ilhas de diversidade”, áreas onde há intervenção mais intensa no processo de recuperação, é importante considerar os aspectos fitossociológicos (densidade de plantio previamente planejada), e de localização (devem ser localizadas no núcleo ou parte central da área, ou na parte mais elevada da área que está sendo recuperada, visando destacar a eficiência na dispersão de propágulos e o enriquecimento da diversidade das áreas vizinhas).

Apesar de ser um modelo de recuperação de baixo custo, a recuperação ambiental a partir de ilhas de vegetação tende a ser um processo lento, variando em função do número e tamanho das ilhas, sendo recomendada a utilização de espécies atrativas da fauna silvestre (MARTINS, 2001).

O modelo misto, entre ilhas (com espécies não pioneiras) e plantio de espécies pioneiras na área total, também pode ser uma boa estratégia, conforme citado por KAGEYAMA & GANDARA (2000). Essa estratégia promove o rápido recobrimento do solo, diminuindo o processo de erosão, porém a diversidade de espécies iniciais do plantio é baixa. Autores como GALVÃO & MEDEIROS (2002) recomendam que esse modelo seja utilizado para áreas de, no mínimo, 20 hectares e que, neste caso, tenha-se um núcleo de, no mínimo, 4 hectares. Segundo esses autores, a grande vantagem do modelo é a redução de custos.

Modelo sucessional – Plantios em linhas alternadas

O plantio em linhas alternadas é uma boa solução para facilitar o lado operacional de implantação,

constituindo-se, por isso, no modelo mais comumente aplicado em grandes áreas, principalmente em plantios mecanizados. Normalmente se planta uma linha de espécies pioneiras (deverão ser utilizadas pioneiras específicas para o ambiente em que se está trabalhando) e outra linha com espécies não pioneiras (representando 50% das mudas plantadas), conforme a Figura 2. A outra alternativa é utilizar plantas pioneiras e não pioneiras alternadas dentro da mesma linha (Figura 3).

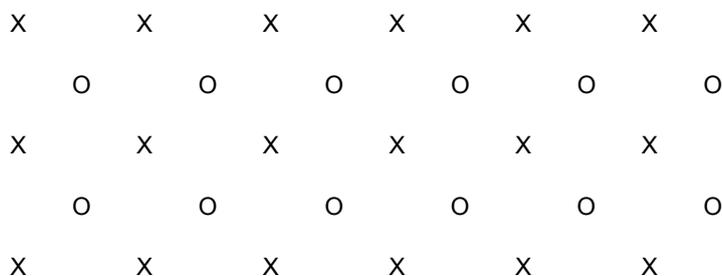


Figura 2 – Esquema de modelo de linhas alternadas, onde “X” representa espécies pioneiras e “O” representa espécies secundárias iniciais, tardias e clímax.

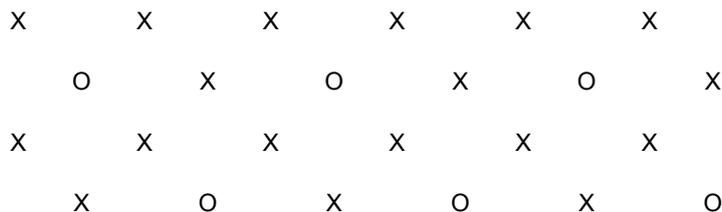


Figura 3 – Esquema de modelo de linhas alternadas, onde “X” representa espécies pioneiras, que neste modelo representam 75% das espécies utilizadas e “O” representa espécies secundárias iniciais, tardias e clímax.

Normalmente, para facilitar a parte operacional são utilizados diferentes tipos de tubetes ou embalagens coloridas para diferenciar, na prática, as espécies pioneiras das não pioneiras. Também a linha de espécies pioneiras pode ser plantada antes (1-3 anos) da linha de espécies não pioneiras, produzindo um ambiente mais propício para o desenvolvimento das espécies não pioneiras.

As espécies a serem utilizadas e respectiva quantidade de mudas de cada espécie deverão ser definidas em função dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados para o local em recuperação.

Esse modelo mostra-se bem prático e flexível, pois permite a combinação de espécies pioneiras e não pioneiras em diferentes proporções. Por exemplo, em uma área mais degradada pode-se utilizar 75% de espécies pioneiras, isto é, uma linha de espécies pioneiras e outra linha alternando espécies pioneiras e não pioneiras.

O espaçamento a ser utilizado vai variar em função dos estudos fitossociológicos realizados na região (áreas ainda com cobertura florestal que possuam características similares à da área a ser recuperada), assim como o tipo e exposição do solo, declividade (relevo), presença de plantas invasoras e disponibilidade de recursos financeiros e de equipamentos (maquinários).

A implantação desse modelo no campo, considerando as experiências do extremo sul da Bahia (ALMEIDA, 1994), tem demonstrado que, nos plantios em linhas alternadas realizados em áreas abertas, a mortalidade tem sido bem maior no grupo de espécies não pioneiras do que na linha de espécies pioneiras. Portanto, esse modelo apresenta a grande vantagem de poder adequar, conforme o estado de degradação apresentado na área, a exata proporção de espécies pioneiras e não pioneiras.



Seqüência de recuperação ambiental de uma área por plantio de mudas em linhas alternadas, onde a primeira foto mostra a plantação com seis meses, a segunda com 5 anos e terceira com 10 anos após o plantio, quando a altura média ultrapassou 10 metros. Santa Cruz Cabrália, Bahia.

Para melhor desempenho do modelo, sugere-se que os plantios não sejam muito alinhados, como nos reflorestamentos comerciais; estes devem seguir uma linha de referência sem compasso exato de espaçamento. Dentro de uma mesma “linha” também pode-se desalinhar as covas, buscando maior semelhança com a regeneração natural e com o que se observa nas florestas nativas.

O plantio em uma só etapa pode reduzir em muito o custo da recuperação. É um método indicado para áreas que apresentam condições favoráveis ao rápido

desenvolvimento das mudas e à estabilização e sustentabilidade do plantio.

Modelo sucessional - Plantios em Módulos

O modelo sucessional separa as espécies por grupos ecofisiológicos. Nesse modelo de módulos utiliza-se uma planta na parte central (secundária tardia ou clímax) rodeada por 4 espécies pioneiras (espécies sombreadoras). Os módulos são implantados dispostos por toda a área que está sendo recuperada. É um modelo mais adequado para áreas menores. Para áreas maiores é mais comumente utilizado o plantio em linhas alternadas.

Plantio de sementes

É um método de custo reduzido e aplicável em áreas de difícil acesso, em que a aplicação de outros métodos de recuperação seja operacionalmente inviável em função do transporte dos insumos, pessoal etc. Esse método é mais aplicado quando se tem boa disponibilidade de sementes na região de implantação do projeto e normalmente existe algum impedimento ao plantio de mudas.

Pesquisas utilizando este método no estado de São Paulo mostram que a semeadura direta pode ser viável, principalmente para algumas espécies pioneiras e quando se faz tratamento prévio na superfície do terreno (ENGEL et al. 2002).

Plantio inicial de mudas e posterior semeio

Modelo misto que constitui o plantio inicial de 100% de espécies pioneiras na área total e, posterior-

mente, após o plantio gerar condições de sombra e solo para germinação de espécies secundárias, a promoção do enriquecimento da área com sementes de espécies secundárias, tardias e clímax, entre plantio de espécies pioneiras. As sementes de espécies secundárias tardias e clímax, que geralmente são grandes, não possuem problemas de dormência, geminando bem nas condições de campo. É um método de baixo custo, que implica no plantio de pioneiras e, na segunda fase, semeio de espécies não pioneiras.

Esse modelo está sendo testado no extremo sul da Bahia (VERACEL, 2005), onde as espécies germinam bem, principalmente no ambiente criado após um ano do plantio de espécies pioneiras, obtendo-se um bom nível de sombreamento e sem concorrência com gramíneas. É um modelo que funciona bem na região sul e extremo sul da Bahia, onde as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano, sem déficit hídrico.

Plantio adensado

É um modelo desenvolvido para ser utilizado em áreas com problemas de invasão de plantas herbáceas (por exemplo, gramíneas invasoras) que competem com as mudas arbóreas plantadas, quando não se deseja aplicação de herbicidas. PIÑA-RODRIGUES et al. (1997) aplicaram esse método, utilizando o espaçamento 1,0 x 1,0 metro (10.000 plantas por hectare), com linhas de espécies pioneiras alternadas com linhas de espécies pioneiras e não pioneiras alternadas. Com o espaçamento reduzido, tem-se também um rápido recobrimento do solo, controlando a ocorrência das espécies herbáceas invasoras. Porém, devido à alta densidade de mudas por

hectare, o custo de implantação desse modelo é elevado. Portanto, o modelo só deve ser utilizado quando houver sérios problemas com plantas invasoras, ou quando existe a necessidade de se promover uma cobertura rápida que confira grande proteção à área degradada (problemas relacionados a grave erosão do solo – voçoroca ou sulco – ou áreas degradadas com solo exposto).

9.2 Desenho de sistemas florestais de uso múltiplo

Sistemas florestais de uso múltiplo são modelos de recuperação ambiental de áreas degradadas onde se contemplam, além dos aspectos ambientais, as funções sociais e econômicas da futura floresta a ser formada. A aplicação de sistemas florestais de uso múltiplo tem grande aplicabilidade em recuperação ambiental. Considerando aspectos sócio-econômicos e ambientais envolvidos na recuperação de áreas degradadas, este tipo de modelo tende a ser de grande aplicabilidade em programas a serem desenvolvidos em área de floresta atlântica. O estímulo econômico, conciliado a aspectos sociais e ambientais e ao atendimento de aspectos legais, torna os modelos de uso múltiplo promissores para serem adotados por órgãos públicos em programas de fomento e por empresas em programas de recuperação. Em ecossistemas florestais bem manejados, é perfeitamente compatível atividades de produção florestal e a conservação ambiental. Esses modelos são adequados para áreas onde se quer recuperar a floresta e conciliar atividades produtivas à futura floresta que se está recuperando.

Na recuperação ambiental utilizando modelos de sistemas florestais de uso múltiplo, procura-se conciliar

a obtenção de benefícios ambientais (conservação do solo, da fauna, flora e água) com a produção de benefícios econômicos (coleta de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros). A equação para desenho de um modelo ideal deve considerar, em primeiro lugar, o ecossistema original da região e seu processo sucessional, entretanto, também, são incorporadas variáveis sócio-econômico-ecológico-legais que permitam custear a recuperação a longo prazo e garantir a sustentabilidade do sistema.

Sistemas florestais de uso múltiplo se distinguem dos sistemas agroflorestais (SAF's) por possuírem somente o componente arbóreo e terem como objetivo principal os aspectos ambientais, isto é, conciliar a rentabilidade econômica com a proteção ambiental, não possuindo componentes agrícolas e animais (admitindo-se somente animais domésticos). É um sistema de uso menos intensivo que os SAF's e são aplicados melhor em propriedades médias e grandes, com grande vantagem de poder ser aplicado em áreas de reservas. No desenho de sistemas florestais, é necessário conhecer profundamente o funcionamento do ecossistema florestal original da região que fornecerá toda a base teórico-científica de informações para o desenvolvimento de modelos de uso múltiplo. A floresta atlântica tropical úmida, com toda a sua diversidade, complexidade e dinamismo, é a base de conhecimento para o desenho desses sistemas. Portanto, em sistemas florestais na recuperação ambiental de áreas de floresta atlântica, deve-se considerar como grande aliado a biodiversidade desse ecossistema, o que dá grande plasticidade no desenvolvimento de modelos e consequente capacidade de adaptação às diversas situações de degradação. A grande diversidade pode resultar

em dificuldade de manejo, porém nos modelos de uso múltiplo somente algumas espécies são incorporadas ao componente produtivo (menor número de espécies, maior facilidade de manejo).

O conhecimento do processo de sucessão natural, mencionado no capítulo 5, é indispensável no planejamento de modelos de recuperação ambiental e torna-se mais importante quando são analisadas variáveis sociais e econômicas no processo de planejamento. A mãe natureza é grande professora e a observação dos laboratórios naturais (áreas degradadas e florestas em diferentes estágios sucessionais) é importante. Porém, conhecimentos sobre a dinâmica de funcionamento de diferentes ecossistemas armazenados em estudos realizados por institutos de pesquisas e universidades nunca deverão ser desprezados.

Seleção de espécies

Além dos critérios para seleção de espécies, discutidos no capítulo 7, especificamente no caso de sistemas florestais de uso múltiplo, deve-se incorporar critérios especiais, considerando, principalmente, espécies de importância econômica. Grupos de plantas de importância econômica pertencentes à flora regional, plantas medicinais, ornamentais, produtoras de alimentos, fibras e outras, merecem destaque especial nestes modelos, pois vão fazer parte do componente econômico do sistema responsável pela sustentabilidade deste (custeio de operações de implantação e manutenção do sistema). Para análise imediata, é interessante trabalhar com espécies que tenham um mercado conhecido, onde a série histórica de preços do produto seja possível de ser levantada e analisada. Todo trabalho de desenvolvimento de

modelos é dinâmico e contínuo, portanto a pesquisa de novos produtos florestais deve ser constante, melhorando sempre o componente sócio-econômico dos sistemas florestais de recuperação a serem implantados e potencializando a capacidade de sustentabilidade do sistema. Apesar da redução significativa da área de floresta atlântica, cerca de 4% de área desse bioma abrigam ainda uma rica biodiversidade.

Modelagem

No desenho desses modelos de recuperação dos sistemas florestais é necessário grande habilidade do planejador, que deve buscar o melhor uso dos recursos disponíveis (luz, água, nutrientes, espaço físico, energia, mão de obra e capital), propiciando, além da recuperação ambiental da área degradada, a melhoria da renda líquida por área, melhoria da qualidade do local e qualidade de vida do proprietário. Essa visão holística é necessária para a condução dos trabalhos, desde a fase de diagnóstico da região até a implantação dos modelos em escala comercial, devendo existir uma constante reavaliação e reajuste dos modelos. Observa-se que, quanto maior a quantidade de espécies inseridas no componente econômico do modelo, mais complexo fica seu manejo nas fases de estabelecimento e coleta, ficando também mais complexa sua avaliação, seja econômica, social ou ambiental. No desenho de modelos de uso múltiplo, deve-se buscar um equilíbrio entre o número de espécies econômicas utilizadas e a facilidade de manejo.

Após a escolha das espécies a serem utilizadas, deve ser definida sua distribuição espacial e a densidade de plantio nos diferentes ambientes presentes na área a ser

recuperada.

É muito importante, na fase de análise econômica, a realização de análises individuais das diferentes espécies que compõem a parte econômica do sistema, classificando-as conforme sua importância. Essas análises permitem definir um número ideal de espécies econômicas (produtos) dentro do sistema, dentro do limite que é possível realizar um bom manejo florestal.

As espécies de importância econômica que vão ser utilizadas nesses modelos devem ser introduzidas de forma a facilitar a operação de coleta de produtos. O ideal, na maioria dos casos, é o plantio em linhas construído dentro da floresta que está sendo formada. Nessas linhas, desenhadas em espaçamentos pré-determinados, as mudas plantadas podem ser melhor manejadas, facilitando a operação de coleta.

Citam-se como vantagens dos sistemas florestais de uso múltiplo:

- benefícios sociais, pela necessidade constante de mão-de-obra, após a ativação do sistema - início da fase produtiva;
- possibilidade de coleta de produtos conforme programação do agricultor – poupança verde – podendo aguardar época de sobra de mão-de-obra na propriedade ou região;
- maior diversidade, maior equilíbrio, maior aproximação do ecossistema original, quando comparado com sistemas agroflorestais;
- possibilidade de estabelecer um manejo padrão (pacote) de fácil compreensão por parte dos executores (rotina de trabalho);
- possibilidade permanente de ajustes e introdução de novas plantas produtivas do ponto de vista econômico;

- possibilidade de utilização de culturas agrícolas no início da implantação, barateando seus custos iniciais;
- possibilidade de aplicação em áreas de reserva legal com pequenas adaptações na fase de desenho e modelagem, moldando-se às características legais regionais (estaduais).

Como exemplo de ilustração mostra-se, na Figura 4, o perfil de um sistema florestal de uso múltiplo, desenhado para recuperação de áreas ciliares e florestas de encosta, no extremo sul da Bahia. Esse modelo foi desenvolvido pelo autor, juntamente com outros quatro modelos, para recuperação ambiental de áreas de florestas ripárias e de encostas, situadas dentro dos projetos de reflorestamento com eucalipto da Veracel Celulose S.A. O modelo mostrado possui como característica a utilização exclusiva de espécies da floresta atlântica regional e dentro do componente econômico do sistema estão previstos somente produtos não madeireiros.

A utilização de sistemas florestais tem grande importância na conservação dos demais recursos naturais, pois o ecossistema florestal consiste, principalmente, em áreas tropicais, na vegetação que melhor protege o solo contra a ação erosiva e que melhor mantém recursos hídricos em qualidade e quantidade suficientes, fornecendo também abrigo e alimento para a fauna silvestre. Esse sistema, se bem manejado, pode conciliar a função protetora ambiental com o manejo sustentável e a coleta de produtos florestais (nem sempre isto significa madeira), contudo, no projeto de desenvolvimento de sistemas florestais é necessário incorporar conceitos e conhecimentos sobre auto-ecologia das espécies, sucessão florestal e dinâmica dos fragmentos florestais.

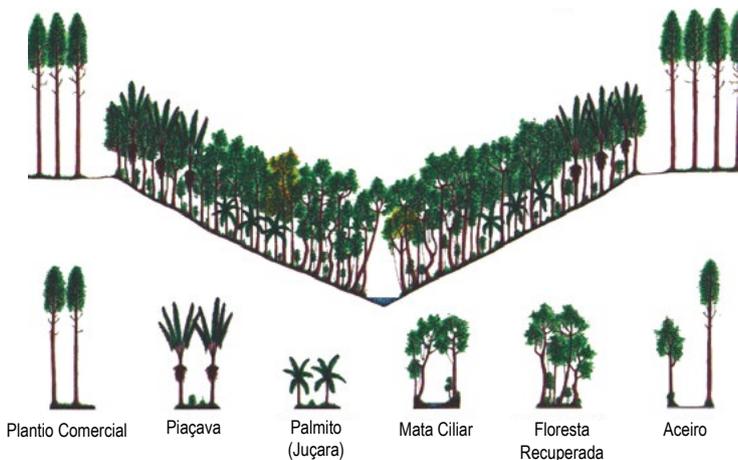


Figura 4 - Modelo de sistema florestal de uso múltiplo, utilizando somente plantas da floresta atlântica regional (componente econômico com piaçava e palmito), desenvolvido pelo autor, para recuperação de matas ciliares e de encosta, localizadas dentro dos cultivos de eucalipto da Veracel Celulose S.A. Extremo sul da Bahia.



Modelo de recuperação ambiental com uso múltiplo, com plantio em linha de palmeiras piaçavas, produtoras de fibras. Área experimental da Veracel Celulose. Eunápolis, Bahia.

9.3 Modelos de enriquecimento de fragmentos florestais

Hoje, a maioria dos fragmentos florestais encontra-se degradados devido ao isolamento, extrativismo (vegetal e animal) passado e ausência de dispersores de sementes. Esses fragmentos possuem muitas espécies raras e muitas outras espécies desapareceram da área pelo extrativismo (espécies madeireiras, por exemplo). Esses modelos de enriquecimento são utilizados para aumentar a diversidade de fragmentos florestais e propiciar a retomada do processo de sucessão natural da área, que na maioria das vezes encontra-se estagnado.

Normalmente, esse modelo é aplicado em fragmentos florestais de florestas secundárias, em fragmentos florestais em estágio inicial e médio de regeneração de mata atlântica que possuem pequena diversidade de espécies. É um método bom para matas secundárias jovens e com pouca diversidade de espécies (geralmente presente em fragmentos florestais isolados). O enriquecimento pode ser implantado de três distintas maneiras:

Faixas

O plantio em faixas é realizado dentro das áreas dos fragmentos florestais e as linhas devem ser abertas em distância variável, conforme o estado de conservação e a necessidade de intervenção na área. Segundo GALVÃO & MEDEIROS (2002), as faixas devem possuir 1 metro de largura, atravessando a área, a intervalos de 3-10 metros de distância e dentro da mesma faixa devem ser abertas covas distanciadas de 2 a 5 metros entre elas.

Considerando que o plantio irá ter um ambiente mais sombreado, as espécies a serem plantadas devem

pertencer a grupos ecofisiológicos de estágios mais avançados de sucessão, preferencialmente secundárias tardias e clímax. Deve-se observar os dispersores de sementes das espécies a serem utilizadas.

Esse método pode ser modelado como um sistema de uso múltiplo, com a introdução de espécies madeireiras nobres nativas nas linhas, o que facilita o manejo futuro das espécies introduzidas.

Ilhas/Clareiras

Nesse sistema o plantio é feito de maneira aleatória, buscando as grandes clareiras existentes dentro da área florestal, formando ilhas, isto é, pequenos maciços em clareiras naturais com alta diversidade. Dependendo do tamanho da clareira, pode-se plantar espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Em pequenas clareiras devem ser priorizadas as espécies secundárias tardias ou clímax.

Controle de cipós

Em fragmentos florestais pequenos e isolados é comum a presença de grande infestação de cipós. Essa infestação prejudica muito a regeneração natural de espécies arbóreas dentro da área, necessitando controle. Considerando que os cipós também possuem grande importância ambiental (fornecendo floração e frutificação em períodos variáveis), não é recomendável a sua eliminação total e sim o controle deste grupo de espécies.

9.4 Avaliação dos modelos de recuperação ambiental

Com o objetivo de analisar e conhecer o desempenho e a aplicabilidade dos modelos propostos, são necessárias realizações de diferentes avaliações, contemplando principalmente os aspectos ambientais, sociais, econômicos e legais. Um dos grandes erros apresentados em trabalhos de área de recuperação ambiental de floresta atlântica é o de não se fazer uma análise holística dos modelos desenhados, considerando custos e simulando seu desempenho futuro.

No caso de recuperação ambiental, as avaliações referentes aos aspectos ecológicos são as mais importantes, pois o objetivo principal é a recomposição do ecossistema original. Os aspectos econômicos são também muito importantes, não só na consideração do custo da recuperação, mas também, na geração de receitas, como no caso dos sistemas florestais de uso múltiplo. A análise do desempenho social dos modelos é importante para agregar mais valor aos sistemas propostos, considerando a grande importância do componente social no conceito moderno de meio ambiente. Já o conhecimento da legislação em diferentes níveis – municipal, estadual e federal - é fundamental para adequar os modelos a esses parâmetros e obter futuros certificados e selos verdes.

Avaliação ambiental

As avaliações ambientais devem se embasar em fatores mensuráveis. Um sistema que pode ser utilizado é o de classificar os critérios ambientais em diferentes

pesos e dar notas específicas para cada um.

Como ilustração, seguem algumas características ambientais possíveis de ser mensuradas:

- conservação do solo (em função da densidade do plantio);
- conservação da água (monitoramento da qualidade da água antes e depois do plantio);
- conservação da biodiversidade (baseado no número de espécies nativas utilizadas, originárias do ecossistema original que está sendo recuperado);
- avaliação da regeneração natural (diversidade vegetal que surge após o plantio);
- atrativo da fauna silvestre (número de espécies atrativas de fauna utilizadas).

Essas características podem ter diferentes pesos (1,2,3) e ser avaliadas em notas, alocando diferentes pontuações como:

- 10 - ótimo
- 8 - 9 - bom
- 6 - 7 - satisfatório
- < 6 - ruim/reprovado

Finalmente, pode-se construir uma tabela combinando características ambientais, pesos e notas, sendo possível comparar o desempenho ambiental dos diferentes modelos desenhados e definir os melhores do ponto de vista ambiental, dando prioridade aqueles que mais provavelmente irão atingir os objetivos propostos no projeto.

Componente econômico

Na área de domínio de floresta atlântica, existe uma enorme carência de informações sobre parâmetros econômicos de recuperação ambiental. O custo de recuperação pode, muitas vezes, significar um obstáculo e um desestímulo para a realização de trabalhos nessa linha.

Quando se fala em modelos de uso múltiplo, em que se considera também a produção econômica incorporada ao processo de recuperação, maior é a necessidade de detalhar o conhecimento do componente econômico do sistema. Nesse caso, sugere-se fazer uma análise econômica enfocando vários parâmetros, a fim de obter-se maior segurança na tomada de decisões. Para isto, faz-se necessário incluir na equipe de planejamento um profissional da área econômica. Abaixo, citam-se alguns itens que devem ser considerados em uma avaliação econômica:

- **Custo total - implantação e manutenções:**

Incluem gastos com o preparo do terreno, coveamento, adubação, plantio, insumos (mudas e fertilizantes) e operações de manutenção. O profissional que trabalha nessa área deve possuir boas planilhas de custos e rendimentos de operações de recuperação. Observa-se que na faixa de floresta atlântica existe uma variação regional muito grande e, portanto, as tabelas de rendimentos e custos de mão-de-obra não devem ser generalizadas para todas as regiões.

- **Tempo de carência:**

Em sistemas florestais implantados em áreas degrada-

das, deve-se considerar o tempo necessário até a ativação do componente econômico. Em geral, os produtos florestais não madeireiros na região da floresta atlântica possuem um período de tempo, até iniciar sua produção. Como exemplo, cita-se o palmito jussara, que demora em torno de 8 anos para dar início a sua produção econômica.

- Lucro bruto (R\$/ha/ ano):

É o total de receitas obtidas a partir da ativação total da produção do sistema. A análise econômica deve ser feita em planilhas onde os componentes são incorporados ao sistema produtivo ao longo dos anos. Em função do modelo de recuperação a ser adotado, o custo de implantação pode variar entre R\$ 0,60 à R\$ 2,00 por muda plantada (para o sistema tradicional de plantio de mudas de espécies arbóreas, baseado em dados de JESUS (1994), PIÑA-RODRIGUES et al. (1997) e ALMEIDA (1997).

- Taxa interna de retorno (T.I.R.):

Para o cálculo da TIR são utilizadas taxas de custo de capital. Os parâmetros utilizados objetivam avaliar o projeto da forma mais realista possível.

É importante ressaltar que a recuperação ambiental, como qualquer projeto agrícola, é influenciada por intempéries climáticas, de difícil previsão. Por isso, aconselha-se que o projeto seja aceito somente se o resultado da TIR for bastante superior ao custo de capital, cobrindo os riscos do sistema. Entretanto, deve-se considerar que o objetivo principal dos sistemas é promover a recuperação ambiental e não exclusivamente obter lucros, fazendo, muitas vezes, que a análise seja feita de forma mais abrangente, não se exigindo uma

TIR tão superior ao custo de capital.

- Valor presente líquido (VPL):

Permite fazer comparações entre diferentes opções de modelos, considerando a mesma taxa de desconto. Deve-se aceitar o projeto que tiver o maior VPL.

Vale lembrar que nem sempre o projeto que tem o maior VPL é o que possui a maior TIR. Deve-se, portanto, fazer uma avaliação concomitante entre as duas formas de análise de investimento. Normalmente, os projetos devem ser aceitos se forem viáveis economicamente nas duas análises, ou se fazer uma média ponderada dos resultados obtidos comparando-se as diversas possibilidades de investimento.

Informações referentes à produtividade por área e ao mercado consumidor devem ser as mais confiáveis possíveis e atualizadas, sendo obtidas junto a institutos de pesquisas ou através de levantamentos realizados na região.

Desempenho social

O desempenho social pode ser mensurado através de vários parâmetros, como capacidade de geração de empregos, salários e benefícios, qualidade de vida e outros.

Em modelos de recuperação ambiental de uso múltiplo, observa-se grande potencial de geração de empregos permanentes. O número de empregos gerados nas fases de implantação e manutenção, assim como aqueles gerados na fase de colheita, devem ser baseados em rendimentos operacionais médios praticados na região do projeto.

Nesse item, deve-se fazer projeções da capacidade de geração de empregos ao longo de um certo tempo,

principalmente para sistemas de uso múltiplo, onde se tem a incorporação parcelada de novos produtos e, conseqüente, geração gradativa de novas oportunidades de trabalho.

O sistema de organização da mão-de-obra nas diferentes etapas, desde a implantação até a colheita, também deve ser bem conhecido (empreiteiro-prestador de serviços, microempresas responsáveis por determinadas áreas, cooperativa, associação de coletores ou funcionários da empresa empreendedora). Serviços de beneficiamento e industrialização de produtos oriundos dos sistemas florestais de uso múltiplo podem maximizar os benefícios sociais.

Aspectos legais

Já foram discutidos, no capítulo 3, os aspectos legais ligados à recuperação ambiental. Na fase de avaliação é interessante ter-se uma idéia espacial – zoneamento – das diferentes áreas especiais citadas na legislação. É importante saber se estamos dentro, vizinhos ou próximos a alguma unidade de conservação (pública ou particular) e se a área é de preservação permanente, reserva legal ou se se encaixa em outra categoria de conservação. Principalmente quando os objetivos da recuperação não envolvem somente recuperação ambiental, como no caso dos modelos de uso múltiplo, esta análise deve ser rigorosa, estudando as possíveis limitações legais após ativação do sistema florestal e início da coleta de produtos.

A legislação deve ser conhecida em diferentes níveis, desde o âmbito municipal até o federal. Atualmente, por exemplo, em alguns estados brasileiros, não é possível a coleta seletiva de madeira nas áreas de reserva

legal, já em outros estados isso é possível.

10 . MANUTENÇÃO DE PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

10.1 Manutenção dos plantios

Talvez uma das etapas mais importantes em todo o processo de recuperação de uma área degradada seja a manutenção da vegetação implantada. Em função, principalmente, da presença de plantas invasoras na área (que vão competir ou até mesmo matar as mudas das espécies introduzidas), deverá ser planejada a frequência das manutenções. Em áreas antes ocupadas por determinados tipos de gramíneas, como braquiárias ou colômbio, por exemplo, faz-se necessário, na maioria das vezes, a aplicação de herbicidas, até o estabelecimento do componente arbóreo e sombreamento, quando essas gramíneas saírem naturalmente do sistema. Os problemas mais comumente encontrados em áreas recuperadas, gerando a necessidade de manutenção, são mostrados no Quadro 3.

Quadro 3: Problemas comuns que geram necessidade de manutenção de áreas

PROBLEMA APRESENTADO	SOLUÇÕES VIÁVEIS
Mortalidade de mudas plantadas	Replante de mudas
Presença de vegetação competidora	Capina mecânica ou química, roçada da área
Seca pronunciada	Irrigação das mudas (manhã e final da tarde)
Presença de plantas competidoras nas covas	Coroamento ao redor das mudas
Entrada e presença de animais domésticos	Revisão do cercamento da área
Risco de incêndios	Revisão do sistema de aceiros
Mudas plantadas apresentando problemas nutricionais	Aplicação de adubação de cobertura nas covas das mudas plantadas

Em áreas onde a aplicação de herbicidas pode comprometer o sistema, ficando o custo de recuperação (devido ao custo de manutenção) elevado, pode-se utilizar a matéria orgânica morta ao redor das mudas. A camada orgânica colocada ao redor das mudas (coroa) garante a umidade do solo e evita o surgimento de plantas competidoras com as que foram implantadas. Muitos materiais se prestam para formar essa cobertura morta e, principalmente, quando se busca recuperação ambiental em áreas cobertas por gramíneas (principalmente gramíneas agressivas do tipo braquiária), essa proteção tem papel fundamental. Existe uma grande deficiência na pesquisa de materiais para formação de camada orgânica morta ao redor das mudas (*mulch*). Esta proteção tem efeitos fantásticos, eliminando custos de manutenção e garantindo sucesso ao plantio. Uma boa opção é, nas operações de roçagem e coroamento, colocar toda a matéria orgânica oriunda destas operações ao redor das mudas, visando manter a umidade do solo e evitar o aparecimento de plantas competidoras ao redor das plântulas introduzidas. A roçada, quando necessária, deve ser realizada em linhas, sempre acompanhando o sentido das curvas de nível do terreno que está sendo recuperado.

No serviço de limpeza inicial do terreno, onde já existe algum tipo de cobertura, esta nunca deverá ser completamente eliminada, pois estas plantas exercem um papel importante na proteção e conservação dos solos. Deve ser eliminada somente a vegetação que compete diretamente com as mudas plantadas, sendo este controle feito através de coroamento (ao redor das mudas) ou em linhas (nas linhas de plantio).

A seguir, descreve-se algumas operações comuns na etapa de manutenção dos plantios.

Capina

Consiste na eliminação da vegetação competidora e pode ser realizada através da capina mecânica (com uso de enxada) ou química (com uso de herbicida). A capina pode ser realizada na área total, nas linhas de plantio, conjugada ou não com uma roçada geral.

Roçada

A roçada consiste no rebaixamento da vegetação não arbórea competidora existente na área de plantio, podendo ser feita na área total, em linhas, como também de forma mecânica (através de foices), mecanizada (roçadeiras) ou química (aplicação de herbicidas). Normalmente, a vegetação existente é rebaixada para uma altura de aproximadamente 10 centímetros.

Coroamento

Compreende a limpeza da vegetação competidora ao redor das mudas. Normalmente compreende uma área circular (coroa) com cerca de 30-50 cm de raio (60-100 cm de diâmetro) ao redor das mudas. Nessa área a capina deve ser geral, eliminando toda a vegetação existente, podendo ser manual (através do uso de enxada) ou química (através da aplicação de herbicida), sendo que esta exige que as mudas já possuam altura maior que 50 cm e que o herbicida não atinja as folhas.

Replântio

Consiste na realização de um novo plantio das mu-

das (repassé) que deverá ser realizado 30-60 dias após o plantio inicial. O replantio deverá ser feito após avaliação do índice de mortalidade das mudas.

A experiência prática mostra que a média de mortalidade em plantios de nativas gira em torno de 5% de falhas; acima de 10% é necessário identificar o fator gerador da mortalidade e resolver o problema.

Para o replantio devem ser observados os mesmos parâmetros observados para o plantio, principalmente com relação ao período chuvoso.

Adubação de cobertura

Consiste na aplicação complementar de adubo nas covas, após a adubação de plantio. Normalmente, esta adubação é feita durante as operações de manutenção (a primeira 30-60 dias após o plantio), quando as raízes das mudas já estão estabelecidas. Esta operação deve ser realizada após o coroamento, ao redor das mudas, ou através da incorporação do adubo misturado ao solo, fazendo dois canais, de cada lado da muda. Normalmente, aplica-se de 150 a 250 gramas de adubo NPK ao redor das mudas. Nesta operação é recomendável uma mistura equilibrada em nutrientes (10.10.10 por exemplo). A adubação de cobertura deve ser programada próximo ao período de chuvas, para o melhor aproveitamento dos nutrientes do adubo pelas mudas.

Colocação de cobertura morta

É uma operação que pode ser realizada após o plantio e revisada na manutenção. Consiste na colocação de

resíduos resultantes de roçadas e coroamento ao redor das mudas (nas coroas limpas). O material orgânico vai manter a umidade ao redor das mudas, além de inibir o surgimento de vegetação competidora, reduzindo a necessidade de irrigação complementar e manutenção/coroamento ao redor das mudas.

10.2 Monitoramento dos plantios

A escolha de parâmetros para monitoramento dos plantios de recuperação ambiental de mata atlântica vão ser variáveis em função dos objetivos deste monitoramento. Em plantios experimentais deve ser incorporado um maior número de variáveis para mensuração; em áreas de recuperação não experimentais recomenda-se o uso de critérios ou indicadores mais simples de serem controlados periodicamente, escolhendo-se parâmetros que permitam comparar o desempenho de diferentes áreas em recuperação.

No estabelecimento de parâmetros de acompanhamento do desenvolvimento de plantios, tem-se que tomar como premissas básicas os objetivos definidos no início dos trabalhos, isto é, a recuperação ambiental da floresta atlântica de determinada área e a recomposição da biodiversidade original. Assim, toma-se como base de referência o ecossistema original.

Um indicador é a medida de distância entre um objetivo ou a meta e aspectos de desempenho que devem ser avaliados, ou seja, indicadores são parâmetros que permitem avaliar atributos de uma área ou processo, com o objetivo de comparar tais resultados com resultados anteriores, metas ou objetivos pré-estabelecidos, ou ainda comparar áreas ou processos similares (FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO

PAULO, 2004). Os indicadores são parâmetros que indicam os resultados gerados pelas atividades realizadas.

Indicadores que podem ser utilizados:

Mudas plantadas. Para mudas plantadas utilizamos critérios baseados no crescimento e desenvolvimento das plantas, como: porte das mudas (altura total, altura do fuste, diâmetro do colo ou basal, DAP – diâmetro a altura do peito e diâmetro da copa); riqueza do plantio (número de espécies plantadas); densidade (número de indivíduos por hectare).

Regeneração natural (recrutamento). Número de indivíduos (não plantados) que surgem nas entrelinhas da área plantada, em recuperação. Pode ser amostrado em parcelas de área conhecida, distribuídas na área onde pode ser medida a regeneração de indivíduos novos (não plantados) que surgiram na área em recuperação.

Diversidade da regeneração natural. Diversidade de espécies da regeneração natural.

Cobertura das copas. É medida pelo percentual de cobertura do solo pela vegetação (cobertura de copas) ou sombreamento.

Diversidade de espécies florestais. Mensurando tanto a diversidade de espécies plantadas e diversidade da regeneração natural (novos ingressos).

Mortalidade. O índice de mortalidade, expresso em percentagem, é um bom indicador do sucesso do plantio realizado.

Replantio. Deverá ser computado e registrado o replantio realizado.

Serrapilheira. Podem ser medidos a profundidade e o peso da serrapilheira de determinada área (amostra).

Também podem ser computados o peso e os nutrientes desta amostra, normalmente expresso em quilos por hectare (kg/ha).

Mato-competição. Existência de gramíneas e de espécies invasoras.

Ataque de pragas e doenças. Presença de ataque de fungos, doenças e insetos na área recuperada.

Banco de sementes. Indica o potencial de regeneração natural da área, principalmente após distúrbio. Pode ser mensurado através de amostras coletadas em áreas conhecidas, recolhidas no chão da floresta em recuperação.

Chuva de sementes. Compreende a queda de sementes na área em recuperação. Pode ser mensurada através da colocação de coletores dispostos na área.

Monitoramento do componente fauna. O estudo da avifauna é o parâmetro de fauna mais comumente utilizado. Em geral, faz-se o mesmo esforço de campo para comparar diferentes áreas (tempo de horas rede). Outros grupos de fauna também vêm sendo utilizados, principalmente mamíferos e formigas.

Monitoramento do solo. Espera-se que, com a implantação da vegetação, o solo sofra mudanças com o passar do tempo. É um parâmetro interessante para monitoramento, principalmente para áreas de mineração onde, partindo de um solo geralmente exaurido, são grandes as mudanças do substrato ao longo do tempo. Pode ser monitorado através de sua composição química (teores de nitrogênio, fósforo, potássio e outros), teores de matéria orgânica (um dos parâmetros que sofre maior transformação). Também a composição física (densidade, porosidade e outros) é bom parâmetro para monitoramento.

Periodicidade. O monitoramento deverá ser feito periodicamente, sendo que em períodos regulares são amostrados os mesmo indicadores selecionados na primeira amostragem de acompanhamento. Os parâmetros técnicos dos plantios são tomados como referência (espaçamento, diversidade de espécies utilizadas inicialmente e proporção de espécies entre os diferentes grupos ecofisiológicos). Durante a manutenção, obrigatoriamente devem ser monitorados parâmetros como infestação de espécies invasoras e estado fitossanitário das mudas.

11. ESTRUTURA DE APOIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS

11.1 Suprimento de sementes

A opção por modelos de recuperação que necessitam de sementes para uso direto, ou produção de mudas, pode ser um grande problema para a região da floresta atlântica. Assim, em função da escala do projeto a ser executado (área a ser recuperada, tempo de execução do serviço e existência de matrizes das espécies selecionadas) deve ser analisada a melhor alternativa para suprimento de sementes: compra ou coleta própria na região de implantação do projeto.

Quando se tratar de compra de sementes, existem vários bancos de sementes fornecedores de propágulos de floresta atlântica no Brasil, estando a maioria deles ligada a institutos de pesquisas e Universidades, como também algumas ONG's já estão trabalhando com sementes. As sementes fornecidas por esses bancos são

acompanhadas de informações como percentagem de germinação, sistema de quebra de dormência e número de sementes por quilo, facilitando o planejamento da compra e da produção de mudas. As sementes provenientes desses bancos possuem como vantagem a garantia de qualidade. Entretanto, em função da própria demanda atual e da variabilidade da composição florística da floresta atlântica nas diferentes regiões, a maioria das instituições não apresenta uma variedade de espécies suficiente para atender às necessidades de programas regionais de recuperação que tenham como objetivo a recomposição da biodiversidade, e sejam específicos para determinadas regiões. Observa-se, também, que muitos estados da costa atlântica não possuem sequer um banco de sementes.

Uma segunda alternativa é implantar um sistema próprio de coleta de sementes, onde se tem de formar uma equipe própria, ou terceirizada, de coletores. Neste caso, é importante, primeiramente, definir quais as espécies a trabalhar. Esta seleção é feita, com base nos levantamentos florísticos e fitossociológicos, e observações de campo nos diversos estágios sucessionais da floresta que se deseja recuperar. Definidas as espécies, é necessário obter uma série de informações, como: existência de matrizes na região, época de frutificação, número de sementes por quilo, existência de dormência, melhor embalagem e condições para armazenamento. O conhecimento da fenologia das espécies (época de floração, frutificação e outras modificações) pode ser obtido em fichas apropriadas pela própria equipe de coleta de sementes. Geralmente, as informações citadas em literatura não são exatas para algumas regiões, mas podem nortear os primeiros passos, ajustando-se com o anda-

mento dos trabalhos de fenologia. Deve-se selecionar, no mínimo, dez matrizes de cada espécie selecionada (se possível, mais), buscando uma variabilidade genética da espécie selecionada. Este número mínimo pode ser ampliado em função da disponibilidade de matrizes. As matrizes devem ser escolhidas baseadas em características fenotípicas, ótimas para acelerar o processo de recuperação. Deve-se dar preferência à coleta de sementes na região onde se está fazendo a recuperação ambiental. De posse das informações, é possível planejar a coleta periódica (mensal, por exemplo), especificando qual a espécie e qual a quantidade de sementes a ser coletada pela equipe, de maneira a atender a necessidade de produção de mudas do programa. Esse planejamento vai racionalizar os custos operacionais de coleta de sementes.

É importante também um bom treinamento da equipe de coleta de sementes, pois existe a péssima tendência das pessoas coletarem sementes de árvores com características não desejáveis, por serem, pois são, geralmente, as de mais fácil acesso (porte baixo, galhos caídos). É necessário especificar as características desejáveis para as árvores matrizes e contar com a participação de um técnico capacitado na seleção e marcação das espécies.

11.2 Produção de mudas

Considerando a diversidade florística e de ambientes presentes na floresta atlântica, um viveiro de mudas deve ser planejado, desde seu início, para produzir plântulas adaptadas às diferentes condições de campo encontradas. Em uma área de produção de mudas de floresta atlântica,

deve-se planejar o uso dos espaços conforme a demanda de mudas para o programa de recuperação. Normalmente, um viveiro deve possuir uma área de sombra (para produção de mudas a serem utilizadas em plantios de enriquecimento e para determinadas espécies que exigem esta condição na fase inicial), e uma grande área aberta exposta à luz solar direta, para produção de mudas aclimatadas para sobreviver nestas condições.

Escolha da área

Para a escolha de uma área de produção de mudas devem ser atendidas algumas exigências básicas:

- Água - em quantidade e qualidade suficientes para atender sua produção. Utilizando-se água de cursos próximos, deve-se saber se são perenes, se a vazão atenderá à demanda do futuro viveiro, além de conhecer a qualidade da água.
- Acesso - deve ter fácil acesso para facilitar o transporte das mudas para o campo, como também deve ficar o mais próximo possível do local de plantio.
- Topografia - não se deve escolher área que necessite de grandes obras de terraplanagem, devendo a declividade variar entre 3-5 %. Devem ser evitados locais sujeitos à inundação, como margens de rios que transbordam anualmente.
- Mão-de-obra - deve ser encontrada mão-de-obra disponível nas proximidades da área do viveiro, reduzindo os custos de transporte.

Um grande erro cometido por viveiristas é a produção de mudas em áreas extremamente sombreadas. As mudas produzidas nessas condições apresentam-se tenras

e bonitas, porém quando levadas para a área de plantio apresentam grande mortalidade, pois não estão ambientadas com a insolação direta e altas temperaturas.

Zoneamento

Em um viveiro de nativas, deve-se planejar os espaços conforme a demanda de mudas para o programa de recuperação que se pretende realizar. Em áreas de floresta atlântica, onde é grande a diversidade de condições ecológicas e também há grande diversidade de espécies, é interessante que o viveiro, principalmente se for um viveiro permanente, tenha diferentes “ambientes” destinados à produção de mudas de diferentes condições ecológicas.

Existem, basicamente, dois tipos de viveiros: permanentes e temporários. Os permanentes são projetados para atender programas de recuperação de grande escala, onde é necessária a produção contínua de mudas por um longo período. Nestes casos, vale a pena aplicar maiores investimentos, incluindo uma área de sombra (recomenda-se o sombrite 50%), área de produção de mudas com tubetes, além de galpão e depósitos para terra e compostos orgânicos. Já em viveiros temporários, com duração prevista para entre 1-2 anos, utilizam-se geralmente embalagens plásticas, sendo as áreas de sombra construídas com material da região (folhas de palmeiras, por exemplo).

Em função da área a ser recuperada, deve-se considerar o número de mudas necessário a ser produzido, computando percentuais de perda no viveiro e no campo (necessidade de replantio).

Um bom viveiro de produção de mudas deve possuir as seguintes áreas:

- Sementeiras - áreas onde são semeadas principalmente propágulos de espécies que demoram para germinar. Atualmente existe tendência de realização do semeio direto, em que os custos de repicagem são eliminados, reduzindo o valor final da muda. As sementeiras devem ser utilizadas para sementes que demoram a germinar, como as de algumas palmeiras.
- Área de repicagem - área de permanência temporária de mudas, com sombra de 50% ou mais, onde a plântula passa pela fase de pós-repicagem (passagem da sementeira para a embalagem plástica ou tubete). Geralmente faz-se uma cobertura temporária de sombrite na área aberta, retirando-a progressivamente após o pegamento gradual das plântulas.
- Galpão - área utilizada para depósito de terra e demais componentes dos substratos utilizados. Em dias de chuva, o trabalho - enchimento de embalagens - pode se concentrar nesta área. É interessante que seja anexada a esta área o almoxarifado.
- Depósitos de defensivos - os agrotóxicos, que por ventura sejam utilizados no viveiro, devem ser armazenados em lugares individuais e atendendo às condições estabelecidas nas legislações federal, estadual e municipal, específicas sobre o assunto.
- Área aberta - local exposto à luz solar direta, para a produção de mudas que vão ser plantadas nestas mesmas condições no campo. As mudas de espécies pioneiras e secundárias iniciais são produzidas em todas suas etapas nestas áreas.
- Área de sombra - para produção de mudas secundárias tardias e clímax que serão destinadas à plantios de enriquecimento, em ambientes onde já exista sombra. Em viveiros permanentes recomenda-se

que esta área seja coberta por sombrite 50%, que atende bem à necessidade lumínica das mudas. No caso de viveiros temporários a área sombreada poderá ser locada aproveitando a sombra de árvores já existentes ou coberta por folhas de palmeiras da região, reduzindo o investimento com a construção de uma área de sombra.

- Viveiro de espera - área onde as mudas são plantadas diretamente no solo, sistema muito utilizado para a produção de mudas para arborização urbana. Nestes locais as mudas podem atingir maior porte. Em casos especiais, estas mudas poderiam atender à demanda para recuperação de áreas degradadas. Considerando o tempo de formação das mudas, os cuidados especiais e os custos da retirada, o valor final desta muda torna-se alto.

Recipientes para produção de mudas

Atualmente existe uma grande variedade de tipos de recipientes. Os mais utilizados são as tradicionais sacolas plásticas e os tubetes de polietileno. As sacolas plásticas de tamanhos variados são bons recipientes, principalmente para mudas que necessitam de maior tempo para ficarem prontas para expedição. Apresentam como principais vantagens o fácil manuseio, a facilidade de se encontrá-las no mercado e o custo reduzido (em comparação com outros recipientes). Como desvantagem, citase o grande risco de enovelamento de raízes, exigindo constante removimento das mudas de local.

Os tubetes - tubos duros de polietileno - são recipientes muito utilizados para produção de mudas florestais em grande escala. Existem, no mercado, tubetes

de vários tamanhos, inclusive para produção de mudas de grande porte. Apresentam como vantagens o menor gasto de substrato (volume) em comparação com as embalagens plásticas, a facilidade de manuseio no viveiro, o fato de serem recicláveis, não deixarem resíduos na área de plantio, e de, devido a seu tamanho, reduzirem o custo de transporte para a área de implantação, facilitando as operações de plantio. Outra grande vantagem sobre outros sistemas é que comportam mais mudas por unidade de área de viveiro, necessitando menor área total e reduzindo diversos custos, como irrigação, substratos, mão-de-obra, e menor risco de enovelamento de raízes, pois os tubetes possuem estrias que conduzem as raízes para baixo. A principal desvantagem é o investimento inicial necessário para a adoção desses recipientes - construção de estaleiros (suportes) e compra de bandejas e tubetes, sendo compensador apenas para viveiros permanentes (que vão produzir mudas por vários anos consecutivos).

Substratos

Em função do recipiente escolhido, quantidade e tipo de muda a ser produzida, sistema de propagação (sementes ou estacas), deve-se definir o substrato que se vai utilizar. Geralmente mudas florestais necessitam de substratos com um bom teor de matéria orgânica. Um bom composto orgânico (a base de esterco bovino e capim picado, por exemplo) é uma boa opção para compor até 100% do substrato. Outro componente importante é a terra, necessária para criar uma agregação do substrato, que deve ser de textura argilosa e compor de 25 a 40% do substrato, sendo este componente indispensável no caso de embalagens plásticas. É reco-

mendável que a terra utilizada seja proveniente de subsolo, evitando-se, assim, a presença de sementes de ervas daninhas. O restante do substrato pode ser preenchido com material orgânico decomposto, como pó de serra, casca de arroz (carbonizada), moinha (pó) de carvão, ou outro produto orgânico ou mineral que seja comum e barato na região do viveiro. Um importante substrato utilizado, hoje, no Brasil, principalmente para a produção de mudas de Eucalipto, é a vermiculita. Apesar do inconveniente do alto custo, é um substrato leve, livre de pragas e doenças, e que retém bem a adubação mineral. Este substrato também pode ser misturado com outros em proporções variadas. Em pequenos viveiros, recomenda-se a utilização de compostos orgânicos produzidos na própria área do viveiro, que considerando o fator custo benefício, fornece bons resultados.

Irrigação

O sistema de irrigação deve ser planejado conforme o tamanho e o objetivo do viveiro. Para viveiros temporários, que têm como objetivo atender somente a recomposição de determinada área, e em função do seu tamanho, a irrigação pode ser realizada com regadores ou mangueiras. Já em viveiros permanentes, recomenda-se a implantação de um sistema fixo de irrigação, via aspersão, que vai facilitar e baratear, a longo prazo, esta operação.

As diferentes áreas existentes dentro de uma área de produção de mudas demandam diferentes tipos de aspersores e turno de rega. Normalmente, sementeiras ou áreas com embalagens recém-semeadas necessitam de aspersão pulverizada (pequenas gotículas), com o ob-

jetivo de não revolver o substrato que cobre as sementes. Já em áreas onde as mudas se encontram adultas, aspersores grandes, que cobrem maior raio de irrigação podem ser utilizados com maior rendimento. Entretanto, visando facilitar a parte operacional e o planejamento, o ideal é se adotar um sistema único de aspersores. Quanto ao horário da irrigação em dias ensolarados, o ideal é se aplicar uma irrigação pela manhã (o mais cedo possível) e outra no final da tarde (quando o sol já está se pondo), evitando ao máximo a irrigação nas horas mais quentes e ensolaradas do dia. Em dias quentes e de grande insolação, recomenda-se 2 a 3 irrigações por dia. Já em dias chuvosos, em função da quantidade de precipitação, esta operação pode ser cancelada.

11.3 Equipe de implantação e manutenção

Considerando a especificidade dos serviços referentes à recuperação de áreas degradadas, em função da escala do projeto, é importante a formação de equipe multidisciplinar para elaboração e implantação desta tarefa. Desde a fase de reabilitação da estrutura – tratamentos no meio físico – do sistema, até a reintrodução das espécies vegetais e animais, uma série de profissionais de diversas áreas de conhecimentos são envolvidos. Também na fase de implantação, devido às especificidades das operações, desde o preparo do terreno até o plantio das mudas, para se obter melhores rendimentos operacionais, é conveniente investir na formação de uma equipe de especialistas nesses serviços. Existem variações regionais nos rendimentos de operações de recuperação - limpeza de área, coveamento, adubação, combate à formiga e plantio - e uma equipe treinada pode

reduzir, em muito, o custo final do projeto. Os serviços de manutenção, básicos para o sucesso do projeto, também devem ser realizados por equipes com experiência. Serviços de limpeza de área (roçadas e capinas) requerem conhecimento dos trabalhadores, que deverão saber identificar as espécies vegetais plantadas, além de conhecer a regeneração natural que não deve ser eliminada. Portanto, todos os trabalhadores, desde os técnicos até os operários, devem ser capacitados para desenvolver a contento seu papel.

Por tratar-se de um projeto com muitas especificações, desde coveamento, espaçamento até a distribuição das espécies na área, é necessário o acompanhamento de um técnico capacitado durante todas as etapas dos serviços de implantação e manutenção. No caso da existência de equipe de campo treinada neste tipo de serviço, é necessário apenas supervisões técnicas periódicas, variando conforme a escala do projeto.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, D.S. *Florística e estrutura de um fragmento de floresta atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais*. Viçosa, UFV, 1996. 91p.il.(Tese M.S.)

ALMEIDA, D.S. *Modelos de Manejo e Recuperação. Descrição e Avaliação*. Veracel Celulose S. A. Eunápolis-BA. 21p. 1997.

BARBOSA, L.M. & MANTOVANI, W. *Degradação ambiental: conceituação e base para o repovoamento vegetal*. In: *Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações litorâneas*. Anais São Paulo: SMA, 2000.

BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. Phyological Ecology of Tropical Succession: a Comparative Review. **Annual review of ecology and systematics**. 11:287-310. 1980.

BAWA, K.S.; PERRY, D.R. & BEACH, J.H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** 72:331-45. 1985.

BRAUN-BLANQUET, J. **Sociologia vegetal. Estudio de las comunidades vegetales**. Trad. A.P.L. Digilis y Grassi, M. Buenos Aires, Acme Agency, 444 p. 1950.

BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American Rain Forest Species in the Light of Successional Processes. **Turialba**, 15 (1):40-42, 1965.

BURTON, P.J.; BALISKY, A.C.; COWARD, L.P.; CUMMING, S.G.; KNEESHAW, D.D. The Value of Managing for Biodiversity. **The Forest Chronicle**, 68(2): 225-237 p.1992.

CAMPELLO, E.F.C. O Papel de Leguminosas Arbóreas Noduladas e Micorrizadas na Recuperação de Áreas Degradadas (Parte I). In: **III Curso de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas**. Curitiba, Paraná. 9-16p.1996.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Espécies Pioneiras para Recuperação de Áreas Degradadas: A observação em laboratórios naturais. In: **6o Congresso Florestal Brasileiro** . Campos do Jordão - SP .216-221. 1990.

CIMA. Comissão Interministerial do Meio Ambiente. Ministério das Relações Exteriores. **Subsídios Técnicos para a elaboração do Relatório Nacional do Brasil para o CNUMAD**. Brasília, Distrito Federal, 172p. 1991.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 001/86.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 010/93.

CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA & UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Plano de Ação. Referências Básicas. 101p. 1992.

COSTA, L.G.S.; PINA RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M. Grupos Ecológicos e a Dispersão de Sementes de Espécies Arbóreas em Trecho da Floresta Tropical na Reserva Florestal de Linhares (ES). **Rev. Inst. Flor. São Paulo**, 4:303-305, 1992.

DIAS, B.F.S. Estratégia Mundial para a Biodiversidade. **Rev. Inst. Flor. São Paulo**, 4:62-76, 1992.

DIAS, L.E. O Papel da Leguminosas Arbóreas Noduladas e Micorrizadas na Recuperação de Áreas Degradadas (Parte 2). In: **III Curso de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas**. Curitiba Paraná. 17-28p.1996.

EINLOFT, R; SOUZA, M.G.; COSTA, M.M.; J.J. GRIFFITH. Seleção de Gramíneas e Leguminosas utilizados para revegetação de taludes em Sacos de Aniagem e Plantio de Covas. In: **Anais do III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**. SOBRADE/UFV. Ouro Preto, MG. 329-338 p. 1997.

FAO. **Global Forest Resources Assesment**. Rome. 140p. 2002.

FERRETTI, A.R. **Modelos de Plantio para a restauração**. In: Galvão, A.P.M. & Medeiros, A.C.S. **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Cap.4. Colombo: Embrapa Florestas. 35-43p. 2002.

FINOL, U.V.H. Nuevos Parâmetros a Considerarse en el Análises estructural de las Selvas Virgines Tropicales. **Revista Florestal Venezoelana**. 14(21): 29-42. 1971.

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons (Ed's.) New York. 1986.

FRANKEL, O.H. & SOULÉ, M.E. **Conservation and Evolution**. Cambridge University Press. Cambridge. 327 p. 1981.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E A PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Recuperação Florestal da muda à Floresta**. Secretaria do estado de Meio Ambiente. Coordenação: Claudette Marta Hahn. São Paulo (SMA), 112p. 2004.

GALVÃO, A.P. & MEDEIROS, A.C. (Editores Técnicos). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas. 134p. 2002.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo, Município de Guarulhos, SP**. Campinas, SP, IB/ UNI-CAMP. 232p. 1991. (Tese M.S.).

GRIFITH, J.J.; DIAS, L.E. & JUCKSCH, I. **Novas estratégias Ecológicas para a Revegetação de Áreas Mineradas**. IN: **Recuperação de Áreas Degradadas**, Simpósio Internacional, Curitiba – PR, FUPEF, 135-140 p. 1994.

GOMEZ-POMPA, A. & WIECHERS, L. **Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales**. In: GOMEZ-POMPA, A. ed. et al. **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Veracruz, México**. México: Ed. Continental, Cap. 2,p.1130. 1979.

GONÇALVES, J.L.M.; FREIXÊDAS, V.M.; KAGEYAMA, P.V.; GONÇALVES, J.C.; DIAS, J.H.P. **Produção de Biomassa e Sistema Radicular de Espécies de Diferentes Estágios Sucessionais**. *Rev. Inst. Flor. São Paulo*, 4:363-368, 1992.

GORCHOV, D. L., CORNEJO, F., ASCORRA, C. & JARAMILLO, M.. **The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon**. *Vegetatio* 107-108: 339-349. 1993

KAGEYAMA, P.Y. et. al. **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**. Piracicaba. IPEF, 60p. (Série Técnica). 1992.

- KAGEYAMA, P.Y. **Conservação “In situ” de recursos Genéticos de Plantas.** Revista IPEF (35) 7-35 p. 1987.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F. A. & CARPANEZZI, A.A. **Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária.** In: BARBOSA, l.m. (Coord.) **SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR.** São Paulo, 1989. **Anais ...**, Campinas, Fundação Cargill, 130-143p., 1989.
- KAGEYAMA, P.Y. & GANDARA, F. **“Biodiversidade e Restauração de Florestas Tropicais”.** Anais do I Simpósio sobre Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais..Piracicaba. IPEF, 1999.
- KAGEYAMA, P.Y. & GANDARA, F. **“Recuperação de áreas degradadas”.** In: Rodrigues, R.R., Leitão Filho, H.F. **Matas Ciliares: Conservação e recuperação.** São Paulo. Edusp-Fapesp, 249-269p. 2000.
- KRICHER, J.C. 1990. **A tropical companion.** Princeton, Princeton University Press. 436p.
- IBAMA. **A Lei da Natureza. Lei de Crimes Ambientais.** Brasília: IBAMA. 62p. 1998.
- IBAMA. **Manual de Recuperação de áreas Degradadas pela Mineração: Técnicas de Revegetação.** Brasília, 96p. 1990.
- IBAMA, Site na Internet. **Ecossistemas do Brasil.** 1999.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Série Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 92p. 1992.
- ISA – Instituto Socioambiental. **Restam apenas 7,3% da Mata Atlântica.** *Parabólicas*, nº 40, Junho de 1998.
- IUCN, UNEP. **Managing Protected Areas in the Tropics.** 295 p. 1986.
- JANZEN, D.H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos.** São Paulo, EDUSP, 79p. 1980.
- JANZEN, D.H. & VASQUES-YANES, C. **Aspects of tropical**

seed ecology of relevance to management of tropical forest
widlands. IN:GOMES-POMPA, A. et alii, eds. **Rain Forest
Regeneration and management**. Paris, UNESCO, 137-57 p.
(Man and the Biosphere Series, 6). 1991.

JESUS, R.M. Revegetação; da Teoria à Prática. Técnicas de
Implantação. In: **Recuperação de Áreas Degradadas, Simpó-
sio Internacional**, 2, Curitiba, Pr, FUPEF, 123-134 p. 1994.

JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO, H.F. SILVA, S.M. O Patrimônio
Florístico. In: Câmara, I.G.(Coord.) **Mata Atlântica**. Editora
Index e Fund. SOS Mata Atlântica, São Paulo. 1991.

JORDANO, P. **Fruits and frugivory**. In: Fenner, M. (ed.).
Seeds, the ecology of regeneration in plant communities.
Wallingford, CAB International, p. 105-156. 1992.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do Banco de Sementes de
três Estádios de uma sucessão Vegetal na Zona da Mata de
Minas Gerais**. Viçosa. MG. Universidade Federal de Viçosa,
116p. 1992. (tese MS).

LEITÃO FILHO, H.F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cuba-
tão (SP)**. São Paulo. 1993

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa. Ed.
Aprenda Fácil. 146p. 2001.

MATTHES, L. A. **Composição florística, estrutural e fene-
logia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque
dos Jequitibás**. Campinas, SP, IB/ UNICAMP. 209p. 1980.
(Tese M.S.).

MELO, V.A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por
aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas
Gerais**. Viçosa. MG. Universidade Federal de Viçosa, 40p.
1997. (tese MS).

McARTHUR, R.H. & WILSON, E.D. **The Theory of Island
Biogeography**. Princenton University Press, Princenton. 1967.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Biodiversidade Bra-

sileira. Brasília, DF. 404p. 2003.

MITTERMEIER, R.A.; WERNER, T.; AYRES, J.M.; FONSECA, G.A.B. O país da diversidade. *Ciência Hoje*. vol.14. nº 81. 20-27p. 1992.

MOLCHANOV, A. A. **Hidrologia Florestal**. Fundação Calouste Gulbenkian. 415 p. 1971.

MORELLATO, L.P. & LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L.P. (Coord.) *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil*. Editora da UNICAMP/FAPESP, São Paulo, 112-141p. 1992.

MORI, S.A.; BOOM, B.M.; FRANCE, E.T. Distribution Patterns and Conservation of East Brazilian Coastal Forest Species. *Buttonia*, 33(2)233-245p. 1991.

NOGUEIRA, J.C.B. **Reflorestamento Heterogêneo com Essências Indígenas**. Boletim Técnico nº24, Instituto Florestal. São Paulo. SP. 71p. 1977.

PCNAT – Programa Temático de Gestão Ambiental. II Oficina para Desenvolvimento de Técnicas e Métodos para o Planejamento de Paisagem. PCNAT/IPEF/USP/VERACEL. Eunápolis, Ba. 27p. 1998

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; REIS, L. L.; MARQUES, S.S. Sistema de Plantio Adensado para Revegetação de Áreas Degradadas de Mata Atlântica: Bases Ecológicas e Comparações de Custo Benefício com o Sistema Tradicional. *Floresta e Ambiente* nº 4 IF/UFRRJ, 30-41 p. 1997.

POMPÉIA, S.L. Recuperação do Ecossistema Mata Atlântica de Encosta. In; VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, *Anais ...*, 262-282 p. 1990.

RANKIN-DE-MERONA, J.M. & ACKERLY, D.D. Estudos Populacionais de “Arvores em Florestas Fragmentadas e as Implicações para Conservação in situ das mesmas na Floresta Tropical da Amazônia Central. *Revista IPEF* (35) 47-59.

1987.

REDENTE, E.F.; McLENDON, T.; DePUIT, J.E. Manipulation of Vegetation Community Dynamics for Degraded Land Rehabilitation. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, Belo Horizonte. 22p. 1993.

REIS, A.; FANTINI, A.C.; REIS, M.S. ; GUERRA, M.P.; DOEBELI, G. Aspectos sobre a conservação de biodiversidade e o manejo da floresta tropical Atlântica. **Rev. Inst. Flor. São Paulo**, 4:169-173. 1992.

REIS, A. ; ZAMBORNI, R.M.; NAKAZONO, E.M. Recuperação de áreas degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional da reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 42p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, nº 14. 1999.

RODRIGUES, R.R.; MATHES, C.A.F. & TORRES, R.B. Metodologia usada na recomposição de mata de planalto após ocorrência de fogo, Santa Elisa, Campinas/SP. **Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo**, Campinas, Resumos:115. 1990.

SALIS, S. M. **Composição florística e estrutura de um remanescente de mata ciliar do Rio Jacaré-Pepira, Brotas (SP)**. Campinas, SP, IB/ UNICAMP. 111p. 1990. (Tese M.S.).

SÃO PAULO (Estado).SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **A Serra do Mar: Degradação e Recuperação**. São Paulo. 56p il.(Série Documentos).1990.

SILVA, W.R. “**Interação planta-animal na restauração**”. Anais do I Simpósio sobre Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais..Piracicaba. IPEF, 1999.

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** 5:43-52 (1982).

SILVA FILHO, N.L. **Recomposição da Cobertura Vegetal**

de um Trecho Degradado da Serra do Mar, Cubatão - SP.
Fundação Carril. Campinas - SP. 53p. 1988.

SIMÕES, L.L. & LINO, C.F. Sustentável Mata Atlântica: A exploração de seus recursos florestais. Editora SENAC. São Paulo – SP. 213p. 2002

SOUZA, A.L. & LEITE, H.G. **Manejo Florestal**. Apostila do curso de Manejo Florestal UFV - Viçosa (Capítulo V) 147p. 1993.

SOUZA, A.L. & SILVA, E. Manejo para Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais. **Informativo SIF nº 02**. 2p. 1994.

SWAINE, M.D. (Ed.) **The Ecology of tropical forest tree Seedlings** (Man and Biosphere Series; Vol. 18), UNESCO and The Parthenon Publishing Group, Paris, 1995.

SWAINE, M.D. & WHITHMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetation** 75:81-86 p. 1988

VALCARCEL, R. & D'ALTÉRIO, C.F.V. Medidas Físico-Biológicas de Recuperação de Áreas Degradadas: Avaliação das Modificações edáficas e Fitossociológicas. **Floresta e Ambiente**, UFRRJ. 5(1): 68-88p. 1998.

VIANA, V.M. Biologia e Manejo de Fragmentos de Florestas Naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, **Anais...**, São Paulo, SBS, 1:113-118. 1990.

VIANA, V.M. Conceitos sobre Sistemas Agroflorestais. Dossiê sobre Sistemas Agroflorestais no Domínio da Mata Atlântica. Linhares, ES, 22-28 p. 1991.

WHITMORE, T.C. Forest dynamics and questions of scale. In: Hadley, M. Ed. **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris, Int. Union of Biol. Sci., 13-17p. 1988.

IMPRENSA UNIVERSITÁRIA

COORDENAÇÃO GRÁFICA: Luiz Henrique Farias

DESIGNER GRÁFICO: Cristovaldo C. da Silva

IMPRESSÃO: Davi Macêdo e André Andrade

FOTOMECÂNICA: Antônio Vitor

ACABAMENTO: Nivaldo Lisboa

SECRETÁRIO: Adilson Arouca

Impresso na gráfica da Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus-BA