



## Ações dos Projetos

FAPESP nº 03/06423-9 – Instituto de Botânica de São Paulo  
GEF – Global Environment Facility da SMA – SP



Projeto de Políticas Públicas  
IBU/FAPESP

# MANUAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

*Matas Ciliares do Interior Paulista*



**CURSO DE CAPACITAÇÃO E ATUALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO DE  
ÁREAS DEGRADADAS (RAD)**

**com ênfase em matas ciliares do interior paulista**

**Guaratinguetá/SP  
8, 9 e 10 de junho de 2006**

**MANUAL PARA RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DEGRADADAS DO ESTADO DE  
SÃO PAULO**

*Matas Ciliares do Interior Paulista*

**CURSO DE CAPACITAÇÃO E ATUALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DEGRADADAS (RAD)  
com ênfase em matas ciliares do interior paulista  
Guaratinguetá/SP**

**REALIZAÇÃO**

Projeto de Políticas Públicas FAPESP nº 03/06423-9  
Secretaria do Estado do Meio Ambiente – SMA/SP – Banco Mundial (GEF)  
Prefeitura Municipal de Guaratinguetá  
CATI Guaratinguetá  
Instituto de Botânica de São Paulo  
Governo do Estado de São Paulo

**APOIO**

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq  
Projeto Mata Ciliar – GEF – Global Environment Facility  
Programa Multisetorial de Desenvolvimento do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga –  
ECOPEFI  
Companhia de Saneamento Ambiental – CETESB  
Viveiro Camará  
BASF – Unidade Guaratinguetá  
Faculdade Nogueira da Gama  
SAAEG – Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Resíduos Sólidos de Guaratinguetá

**FICHA TÉCNICA:**

**COORDENAÇÃO GERAL**

Luiz Mauro Barbosa

**COORDENAÇÃO EXECUTIVA**

Lílian Maria Asperti

Elizabeth Carla Neuenhaus Mandetta

**COORDENAÇÃO LOCAL**

Washington Luiz Agueda

**COMISSÃO ORGANIZADORA DO IBT**

Adnéa Ali Fakh

Cilmara Augusto

Cristiane Carvalho Guimarães

Edna Pereira dos Santos

Elenice Eliana Teixeira

Elizabeth Carla Neuenhaus Mandetta

Gabriela Sotelo Castan

Josimara Nolasco Rondon

Lílian Maria Asperti

Nilton Neves Junior

Oswaldo Avelino Figueiredo

Sônia Maria Panassi Alves

**COMISSÃO ORGANIZADORA LOCAL**

Equipe da Assessoria Especial de Comunicação Social da Pref. Mun. de Guaratinguetá

Equipe da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI

Equipe da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento

**COMISSÃO EDITORIAL**

**EDITOR RESPONSÁVEL**

Luiz Mauro Barbosa

**EDITORES ASSISTENTES**

Edna Pereira dos Santos

Elenice Eliana Teixeira

Elizabeth Carla Neuenhaus Mandetta

Josimara Nolasco Rondon

Lílian Maria Asperti

Nilton Neves Junior

**FICHA CATALOGRÁFICA**

BARBOSA, L.M. coord.

MANUAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO ESTADO DE  
SÃO PAULO: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

## SUMÁRIO

<b>Palestra Inaugural</b> - Recuperação florestal de áreas degradadas no estado de São Paulo: histórico, situação atual e projeções - Luiz Mauro Barbosa.....	4
Programa de Matas Ciliares da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Roberto Ulisses Resende.....	26
Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista - Rose Mary Reis Duarte e Mario Sergio Galvão Bueno.....	30
A importância da interação animal-planta em RAD - Karina Cavalheiro Barbosa.....	42
A interação solo-planta na recuperação de áreas degradadas - Rose Mary Reis Duarte e José Carlos Casagrande.....	52
Florística e fitossociologia como ferramentas do processo de RAD - Eduardo Pereira Cabral Gomes.....	70
Produção e tecnologia de sementes aplicadas à RAD - Nelson Augusto Santos Junior.....	75
Viveiros florestais: da análise da semente à produção de mudas - Márcia Regina Oliveira Santos e Lílian Maria Asperti.....	85
Alternativas de RAD e importância da avaliação e monitoramento dos projetos de reflorestamento - Elizabeth Carla Neuenhaus Mandetta.....	105
Produção de mudas de espécies nativas com base na Resolução SMA 47/03 - Carlos Nogueira Souza Junior e Vladimir Bernardo.....	117

# **RECUPERAÇÃO FLORESTAL DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: HISTÓRICO, SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES**

**Luiz Mauro Barbosa<sup>1</sup>**

A eficiência de projetos de reflorestamentos com espécies nativas, no estado de São Paulo, é discutida com base num contexto histórico sobre as questões ambientais envolvendo legislação, planejamento e estabelecimento de parâmetros ambientais, capazes de produzir reflorestamentos de qualidade, procurando garantir a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade das florestas implantadas. O estudo envolve diagnósticos efetuados em áreas reflorestadas com diferentes idades. Discute a ocorrência de erros e acertos verificados durante duas décadas. O artigo é subdividido em capítulos, com abordagens complementares às observações efetuadas nas pesquisas e nos projetos de políticas públicas do Instituto de Botânica de São Paulo, com foco na recuperação de áreas degradadas. Apresenta um histórico de pesquisas e experiências práticas sobre reflorestamentos induzidos com espécies nativas, discute bases teóricas comparadas às informações científicas e aponta resultados capazes de mudar significativamente os modelos e formas de se reflorestar estas áreas, em especial as matas ciliares, com maior possibilidade de sucesso. A evidente necessidade de se promover o estabelecimento dos reflorestamentos com alta diversidade específica e utilização de técnicas adequadas e cada “situação” revelam a necessidade de ampliar os estudos em várias frentes, entre elas o melhor conhecimento dos aspectos envolvidos na regeneração natural, uso de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção, o comportamento ecofisiológico de cada espécie e a tecnologia de produção de sementes e mudas. Um workshop sobre a temática realizado no Instituto de Botânica de São Paulo explorou bem estas questões e, certamente trará importantes contribuições às políticas públicas para recuperação de áreas degradadas.

---

<sup>1</sup> Instituto de Botânica de São Paulo, [imbacol@terra.com.br](mailto:imbacol@terra.com.br).

## **Introdução**

A recuperação florestal de áreas degradadas no estado de São Paulo, embora seja hoje uma prática bem difundida, é relativamente recente (2 ou 3 décadas) antes disto a palavra de ordem era desmatamento visando a expansão da fronteira agrícola e “desenvolvimento” a qualquer custo.

Apesar do meio ambiente ser entendido hoje como o conjunto dos recursos naturais e suas inter-relações com os seres vivos, é comum verificar que este conceito seja associado apenas ao “verde” da paisagem, à natureza ou à vida, isto de certa forma tem deixado de considerar os recursos hídricos e das questões relativas à poluição do ar, relegando muitas vezes, a um segundo plano, o meio ambiente urbano, que nada mais é que um ecossistema criado pelo homem e que muitas vezes esquecemos que somos parte integrante e ativa do meio ambiente em que vivemos. Só para se ter uma idéia, apenas recentemente, foram incluídos nos princípios ambientais da Constituição Federal brasileira de 1988, o princípio do Direito Ambiental como sendo um bem coletivo (GOLDEMBERG & BARBOSA, 2004).

Em 2005 completamos 32 anos de política ambiental no Brasil, sendo possível destacar alguns marcos importantes sobre a questão ambiental no Brasil:

- Em 1973 - Criação do SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente) vinculada ao então Ministério do Interior;
- Em 1981 instituiu-se a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) que criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (em resposta às denúncias de poluição industrial e rural).

A instalação do CONAMA representou um grande avanço, por reunir segmentos representativos dos poderes públicos em seus diferentes níveis, juntamente com delegados de instituições da sociedade civil, para o exercício de funções deliberativas e consultivas em matéria de política ambiental.

No final do século passado, mais precisamente nos anos 90 podem ser vistos como o período de institucionalização das questões ambientais, potencializados pela Rio-92, com a criação de novos instrumentos legais como a “Lei de Crimes Ambientais” e o “Sistema Nacional de Unidade de Conservação” (SNUC), além de ter desencadeado uma importante onda de conscientização ecológica que conta com o apoio da globalização facilitado pela, telefonia celular, da Internet entre outros.

Com a aprovação da Agenda 21, em 1992, foram lançadas as bases para as ações ambientais no Brasil e no mundo. A conservação da biodiversidade, as mudanças climáticas e, sobretudo, o novo modelo de desenvolvimento sustentável foram fundamentais para o reconhecimento da importância e urgência com que devem ser observadas as questões ambientais. A adoção de energias renováveis em todo o planeta, considerando legítimo que os blocos regionais de países estabelecessem tecnologias, metas e prazos para a implantação do desenvolvimento sustentável, foi um passo importante para a conservação ambiental.

Proteger o meio ambiente não significa impedir o desenvolvimento. O que se faz necessário é promover o desenvolvimento em harmonia com o meio ambiente. Daí a ideia de “desenvolvimento sustentável”, que tomou corpo nas últimas décadas e norteia a ação dos órgãos públicos encarregados da defesa do meio ambiente, no mundo todo.

Em São Paulo, o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) é um importante instrumento para discutir e deliberar sobre as questões ambientais. Uma das tarefas cotidianas da Secretaria do Meio Ambiente é a condução do processo de licenciamento ambiental. É por isso que esta secretaria tem centenas de técnicos e uma empresa de tecnologia e saneamento ambiental (CETESB), com reconhecidos laboratórios, além de contar com a polícia ambiental, para fins de controle e fiscalização.

A atual proposta da Secretaria do Meio Ambiente é o desenvolvimento de políticas públicas, procurando atender às necessidades de revisões nas normas e procedimentos adotados para o licenciamento de empreendimentos, nas suas diversas áreas de atuação.

Os institutos de pesquisa, com suas reservas estaduais e o Jardim Botânico de São Paulo estão, hoje, ligados diretamente à Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo e as pesquisas que realizam estão em consonância com as políticas públicas, preconizadas pelo governo do estado de São Paulo. A participação mais efetiva destes órgãos no planejamento e licenciamento ambiental é, portanto, uma exigência do governo do estado de São Paulo, sobretudo para tornar os processos de licenciamento ambiental mais ágeis e confiáveis do ponto de vista técnico-científico.

As Resoluções SMA 47, de 29/11/2003 e SMA 48 de 21/09/2004, que orienta reflorestamentos heterogêneos no estado de São Paulo e que relaciona as espécies ameaçadas em extinção no estado, respectivamente, são ações que podem exemplificar a participação mais efetiva dos institutos de pesquisa nos processos de políticas públicas estabelecidos pela Secretaria do Meio Ambiente.

A situação das áreas degradadas nas diferentes formações florestais de todo o estado de São Paulo é especialmente preocupante. Estudos estimam a existência de mais de 1,3 milhão de hectares de áreas marginais a cursos d'água sem vegetação ciliar. Esta projeção, que ainda é fruto de uma avaliação preliminar, já indica a expressiva necessidade de recuperação. Se fossem recuperadas apenas as matas ciliares, seria necessário produzir mais de dois bilhões de mudas.

Considerando que as matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ambiental, a sua recuperação pode trazer benefícios muito significativos sob vários aspectos. Em escala local e regional, as matas ciliares protegem a água e o solo, proporcionam abrigo e sustento para a fauna e funcionam como barreiras, reduzindo a propagação de pragas e doenças em culturas agrícolas. Em escala global, as florestas em crescimento fixam carbono, contribuindo para a redução dos gases do efeito estufa.

Por esta razão, a formulação de um programa estadual de recuperação de matas ciliares foi assumida como tarefa prioritária pela Secretaria do Meio Ambiente. Neste contexto está em andamento o “projeto de recuperação de matas ciliares” que foi elaborado a partir da constituição de um grupo de trabalho pela Resolução SMA 11, de 25/04/2002. Foram envolvidos em sua preparação vários técnicos e pesquisadores das diferentes unidades da Secretaria do Meio Ambiente e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, além de outros atores sociais, contando com recursos do Global Environment Facility – GEF, através do acordo de doação firmado entre o governo do estado de São Paulo e o Banco Mundial.

Todo o projeto teve como linha de base as pesquisas realizadas pelo Instituto de Botânica de São Paulo, através de um projeto de políticas públicas desenvolvido com apoio da FAPESP. Contou-se inclusive com um referencial normativo adequado, a Resolução SMA 47/03 que, segundo os estudos, assegura que para a escolha adequada das espécies para a recuperação de matas ciliares sejam adotados critérios relacionados à ocorrência regional e à manutenção de níveis mínimos de diversidade entre as espécies arbóreas.

### **Recuperação de Áreas Degradadas: Um Breve Histórico**

Sabe-se que no Estado de São Paulo, muitos esforços e recursos têm sido aplicados para restauração de matas ciliares. As formações florestais das margens dos rios e reservatórios começaram a ser preocupação de diversos pesquisadores, principalmente, a partir da década de 1980, porém, os resultados destes estudos encontravam-se dispersos.



As metodologias de recomposição eram incipientes e a sistematização de regras era controvertida, além de insuficiente, devido ao reduzido conhecimento do comportamento biológico das espécies nativas e a forma de utilizá-las em plantios heterogêneos, para recuperação de áreas degradadas. Outro problema era a inexistência de resultados que permitissem avaliar a eficiência dos projetos.

A análise dos problemas envolvendo a substituição da cobertura florestal natural por áreas agrícolas tem sido preocupante, não só pelos processos erosivos e redução da fertilidade dos solos agrícolas, mas também pela brutal extinção de espécies vegetais e animais, verificada nas últimas décadas, e suas interações que são de extrema importância para que os processos ecológicos continuem a acontecer. A última lista de espécies ameaçadas de extinção publicada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Resolução SMA 48/04) apresentou a existência de 1085 espécies nativas ameaçadas de extinção, sendo 240 delas arbóreas, com algum grau de ameaça.

Em função desta situação alarmante, a preocupação com a conservação e recuperação da cobertura vegetal, apesar de relativamente recente, tem sido objeto de amplos debates, com discussões no meio científico sobre as abordagens técnicas, científicas e a legislação de proteção e recuperação de florestas (DURIGAN *et.al.*, 2001; KAGEYAMA, 2003; BARBOSA, 2003).

A participação efetiva dos institutos de pesquisa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) no planejamento e licenciamento ambiental passou a ter maior importância e a ser considerada nos programas de políticas públicas do governo paulista, contribuindo com diagnósticos e estudos que propiciem um melhor conhecimento da flora paulista e dos processos sucessionais associados ao comportamento das espécies e ao estabelecimento das mesmas no campo. As informações geradas permitem que os processos de licenciamento ambiental tornem-se mais ágeis e viáveis, além de mais confiáveis do ponto de vista técnico-científico.

Foi neste contexto que pesquisadores do Instituto de Botânica de São Paulo lançaram o desafio de incluir, nas políticas públicas, propostas embasadas nas pesquisas científicas para a recuperação de áreas degradadas (especialmente das matas ciliares), visando subsidiar não só os programas de assistência técnica ambiental, mas principalmente viabilizar programas de reflorestamento em todo o Estado.

O primeiro desafio foi o de obter e relacionar as informações disponíveis, as experiências e prioridades, que precisavam estar bem definidas, e colocá-las à disposição

dos órgãos de fomento, orientação técnica, fiscalização e de acompanhamento dos projetos de reflorestamentos heterogêneos com espécies nativas.

Numa primeira fase, a equipe de recuperação de áreas degradadas (RAD) do Instituto de Botânica de São Paulo constatou uma situação preocupante: a baixa diversidade de espécies arbóreas utilizadas nos projetos de reflorestamento implantados nos últimos 20 anos em São Paulo. Em média 20 a 30 espécies, das quais a maioria dos estágios iniciais de sucessão e em geral as mesmas, vinham sendo utilizadas em todas as regiões do Estado. Isto contribuiu para a perda da diversidade e o não estabelecimento e perpetuação da dinâmica das florestas implantadas, causando um declínio acentuado nas florestas implantadas. A equipe averiguou também que os viveiros florestais apresentavam capacidade de produção quali-quantitativa, porém concentravam sua produção em torno das mesmas 30 espécies encontradas nos reflorestamentos em declínio.

As constatações resultantes destes estudos levaram a Secretaria do Meio Ambiente a editar a Resolução SMA-21, de 21/11/2001, que, entre outras orientações, estabelece um número mínimo de espécies a serem utilizadas em função do tamanho da área a ser recuperada. Posteriormente, a Resolução SMA 21/01 foi alterada e ampliada pela edição da Resolução SMA nº 47, de 26/11/2004.

Assim, com as edições das Resoluções SMA 21/01 e SMA 47/03, verificou-se um importante marco no tratamento do problema. O resgate de informações e experiências possibilitou a aglutinação e integração das mesmas, gerando, com isto, melhor articulação das iniciativas destinadas a promover a preservação e recuperação ou restauração da cobertura vegetal do estado de São Paulo. Pôde-se gerar parâmetros que subsidiarão constantemente as resoluções da SMA e são importantes para os avanços da ciência apoiando as políticas públicas de reflorestamento heterogêneo em São Paulo.

Atualmente, a grande lacuna existente nesta área de conhecimento refere-se ao estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento capazes de verificar a qualidade dos reflorestamentos heterogêneos, bem como indicar a capacidade de resiliência em áreas implantadas. Assim, a avaliação da chuva de sementes de espécies arbustivo-arbóreas, do banco de sementes, da produção de serapilheira, das características ecológicas e genéticas das populações implantadas e do desempenho inicial de uma floresta heterogênea implantada visam o estabelecimento de parâmetros facilitadores da avaliação da floresta implantada.

Com o intuito de suprir algumas lacunas ainda hoje existentes no setor de recuperação de áreas degradadas, a equipe do Instituto de Botânica estabeleceu parcerias com universidades, prefeituras e empresas particulares, procurando agregar informações das várias áreas de conhecimento em recuperação de áreas degradadas como sistemas de informação, estatística, solo, vegetação, restauração florestal, produção de mudas, processamento de dados, entre outros.

Para melhor conduzir as atividades de pesquisa da equipe, houve uma padronização das metodologias a serem aplicadas nos diversos estudos, o que permitiu a consolidação de 3 módulos de abordagem: 1 - projetos de pesquisa experimentais e demonstrativos, envolvendo modelos de recuperação, solos, tecnologia de produção de sementes e mudas e metodologia para quantificação de carbono fixado em florestas implantadas; 2 - transferência de conhecimento através da criação de um sistema de informações, ou banco de dados, associado à capacitação técnico-científica sobre o tema; e 3 - integração e parcerias, envolvendo realizações de cursos, workshops, seminários e elaboração de manuais técnicos sobre o tema.

Com relação ao módulo 1, existem diversas abordagens baseadas em temas de dissertações ou teses, associadas à capacitação de alunos em diferentes cursos de pós-graduação e que têm ajudado a alimentar o banco de dados concebido e iniciado neste trabalho.

A concepção do banco de dados proposto teve início a partir da formação de uma equipe multidisciplinar e multi-institucional, que discutiu a necessidade de desenvolver ferramentas de fácil utilização e que conseguissem abranger e transferir a grande diversidade de informações e conhecimento gerados pelo projeto. Pesquisadores e especialistas de diversas áreas tais como sistemas de informação, estatística, solo, vegetação, restauração florestal, produção de mudas, processamento de dados, entre outros, efetuaram várias reuniões com a finalidade de propor as bases de dados que devem compor o banco e o delineamento das lacunas científicas sobre recuperação de áreas degradadas.

Foram estabelecidas duas etapas: 1- identificação, seleção, organização e cadastramento das informações existentes e 2- seleção e padronização dos parâmetros investigativos. Para a etapa 2 foram elaborados protocolos metodológicos de pesquisa científica e operacional voltados, respectivamente, para inserir maior qualidade nos reflorestamentos induzidos e avaliar a capacidade quali-quantitativa da produção de mudas no estado de São Paulo, o que demonstra a versatilidade da proposta de concepção do

banco de dados multivariado, cujos resultados e benefícios serão estendidos para além da comunidade científica.

### **Bases teóricas**

O caráter multidisciplinar das investigações científicas sobre recuperação tem sido considerado como o ponto de partida do processo de restauração de áreas degradadas, entendido como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das diferentes áreas do conhecimento, visando proporcionar o re-estabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade, existentes nos sistemas naturais (DIAS & GRIFFITH, 1998 e BARBOSA 2003).

O desenvolvimento de modelos de recuperação de áreas degradadas também têm sido um importante tema de estudo, notadamente assentado sobre três princípios básicos: a fitogeografia, a fitossociologia e a sucessão secundária, desde as bases desenvolvidas por KAGEYAMA coord.(1986), mais detalhadas desde então, tanto no estado de São Paulo (KAGEYAMA & CASTRO, 1989; BARBOSA, 1989; BARBOSA, 2000, 2003, CARPANEZZI *et al.*, 1990; RODRIGUES & GANDOLFI, 1996) como em outros estados da federação (ALVARENGA *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 2003; entre outros). Muitos avanços têm sido verificados nos últimos anos, no que diz respeito à “restauração florestal” que, embora sendo uma área recente, tem-se desenvolvido muito e agregado conhecimentos, envolvendo principalmente a dinâmica de formações florestais nativas. Isto não elimina a necessidade de muitos outros estudos que preencham lacunas do conhecimento e promovam um maior sucesso dos projetos de recuperação e conservação da biodiversidade.

Com o incremento de trabalhos nesta área, existem hoje diversos modelos possíveis de serem utilizados no repovoamento vegetal, pelo plantio de espécies arbóreas de ocorrência em ecossistemas naturais, procurando recuperar algumas funções ecológicas das florestas, bem como a recuperação dos solos (PINAY *et al.*, 1990; JOLY *et al.*, 1995; RODRIGUES & GANDOLFI, 1996; BARBOSA, 2000; coord, 2002). Em geral estes modelos envolvem levantamentos florísticos e fitossociológicos prévios, bem como estudos da biologia reprodutiva e da ecofisiologia das espécies e de seu comportamento em bancos de sementes, em viveiros e em campo, o que, em conjunto com um melhor conhecimento de solos, microclimas, sucessão secundária e fitogeografia, deve favorecer a auto-renovação da floresta implantada (BARBOSA, 1999).

A maioria dos estudos existentes, entretanto, refere-se principalmente às formações florestais típicas do Estado, quer seja a floresta ombrófila densa ou a floresta estacional semidecidual. Pouquíssimos estudos têm se preocupado com a recuperação de áreas de cerrado e de vegetação de manguezais e das restingas litorâneas paulistas, apesar de fortemente impactadas pela ocupação humana desde o princípio da colonização européia (ASSIS, 1999). Atualmente, são raras as áreas de restinga com características naturais e poucas estão protegidas em Unidades de Conservação (LACERDA & ESTEVES, 2000), sendo que as florestas de restinga estão entre os ecossistemas brasileiros que mais vêm perdendo espaço frente a pressão imobiliária para ocupação antrópica (MACIEL *et al.*, 1984; ARAÚJO & HENRIQUES, 1984; CARRASCO, 2003).

As experiências de recuperação de áreas de restinga ainda são preliminares, sem muitos dados conclusivos, dificultadas pela grande relação da vegetação com a dinâmica da água no solo e sua qualidade, intensidade e frequência (RODRIGUES & CAMARGO, 2000; CARRASCO, 2003).

Os trabalhos desenvolvidos por CASAGRANDE *et al.* (2002 a, b) REIS-DUARTE *et al.* (2002 a; b) indicam que as correlações entre fertilidade de solo e desenvolvimento da vegetação de restinga devem proporcionar informações para o melhor entendimento dos modelos de recuperação desse ecossistema.

Os cerrados paulistas têm também uma situação bem crítica, sendo que dos cerca de 14% da área do território paulista ocupado originalmente por cerrados, hoje estariam reduzidos a menos de 4%, estando praticamente desaparecidas as grandes manchas de cerrado que existiram no Estado (SERRA FILHO *et al.*, 1975; DURIGAN, 1996; KRONKA, 1998). Poucos estudos preocupam-se com a recuperação destas áreas, destacando-se os trabalhos de BERTONI (1992), CAVASSAN *et al.* (1994), DURIGAN (1996), DURIGAN *et al.* (1997), CORREA & MELO FILHO (1998) e CORREA & CARDOSO (1998).

As matas ciliares, ripárias ou de galeria, normalmente com flora influenciada pela formação vegetal circundante (CATHARINO, 1989), são as que têm recebido maior atenção dos pesquisadores, quer pela sua importância ecológica na manutenção da biodiversidade ou de corredores biológicos, quer pela sua importância na manutenção da qualidade hidrológica dos mananciais (BARBOSA, 1999), sendo necessário, no entanto, considerar a região ecológica em que elas se localizam (cerrado ou floresta) (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; DURIGAN *et al.*, 2001), o que pode facilitar a forma de recuperação.

Pesquisas envolvendo diversos aspectos que possam garantir o sucesso dos reflorestamentos com perpetuação da floresta no tempo são ainda muito necessárias. Investigar os padrões e a dinâmica dos reflorestamentos heterogêneos com espécies nativas é importante na agilização dos processos de restauração (regeneração natural), visando diminuir esforços relacionados ao processo de recuperação de áreas degradadas, principalmente aqueles relacionados com as interações flora e fauna.

Apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, os modelos de recuperação gerados ainda estão limitados ao âmbito da ciência e da situação a ser recuperada, com aplicabilidade restringida, muitas vezes, pelos altos custos de implantação e manutenção, sendo necessário maior envolvimento da pesquisa científica no desenvolvimento de tecnologias cada vez mais baratas e acessíveis (KAGEYAMA & GANDARA., 1994; KAGEYAMA, 2003; BARBOSA *et al.*, 2003). Em geral, os maiores projetos são custeados por grandes empresas mineradoras ou concessionárias de energia ou água, ou construtores de rodovias, obrigados pela legislação a reparar danos ambientais decorrentes de suas atividades. Neste sentido, a experiência da Sabesp, com a implantação de modelos com módulos bi-específicos, com plantios em sulcos, desde o ano 2000, merece ser avaliada, visto que este modelo procura aliar os conceitos de sucessão secundária com a disponibilidade de mudas e incremento paulatino da biodiversidade nos reflorestamentos, procurando facilitar a sua implantação em campo, com conseqüente redução de custos e aplicabilidade a diferentes sítios e situações sócio-econômicas (CATHARINO *et al.*, 2001). Este modelo, além de facilitar a implantação, na prática minimiza a eventual falta de mudas e simula a distribuição das espécies arbóreas como acontece naturalmente.

A avaliação da recuperação da estrutura e fertilidade do solo, considerando-se situações com fortes fatores de degradação, como é o caso das áreas de empréstimo do sistema Cantareira, ou com restrições químicas ou hidrológicas, como é o caso das restingas, bem como situações com menores níveis de degradação deverá ser objeto de análise, uma vez que poucas vezes este tema é tratado com profundidade.

Outra grande lacuna existente refere-se ao estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento, capazes de verificar a qualidade dos reflorestamentos heterogêneos, bem como indicar a capacidade de resiliência em áreas implantadas (BARBOSA, 2000; RODRIGUES & GANDOLFI, 2000). Assim, após o estabelecimento adequado das espécies utilizadas em plantios de recuperação, a garantia de sucesso depende da capacidade da vegetação implantada de se auto-regenerar, justificando-se

estudos sobre a produção de serrapilheira, chuva de sementes, banco de sementes e características ecológicas e genéticas das populações implantadas (SIQUEIRA, 2002; SORREANO, 2002; LUCA, 2002).

Como preocupação mais atual, ressalta-se a necessidade de estabelecimento de florestas com maior diversidade, procurando aliar a restauração da função florestal com a conservação da biodiversidade, já expressa na primeira edição da Resolução SMA 21/01 e agora consolidada nas resoluções SMA 47/03 e SMA 48/04, esta última com a publicação da lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. O grande avanço, obtido com o Projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (FAPESP, 2002), com relação ao conhecimento da biodiversidade da flora paulista, deve, de alguma forma, aliar-se aos projetos de restauração florestal, procurando estabelecer florestas com maior diversidade, tomando como base as revisões efetuadas pelos especialistas em flora, que refletiram no seu maior conhecimento.

Outra preocupação que deverá ser levada em conta é a qualidade genética das sementes, considerando o conceito de tamanho efetivo, uma vez que o plantio de uma população a partir de uma ou de poucas árvores é o principal exemplo da redução genética causada pelo homem. O tamanho efetivo de uma população tem implicação na sua capacidade de manter a diversidade genética ao longo de mais gerações, sendo imprescindível para a análise de sua viabilidade a médio e longo prazo. A natureza genética do material introduzido pode influenciar profundamente o comportamento dos indivíduos, os quais podem afetar a dinâmica futura de toda a comunidade implantada (KAGEYAMA, 2003).

Sabe-se que a conservação *in situ* de recursos genéticos tem sido considerada a forma mais efetiva, principalmente para os casos em que toda uma comunidade de espécies está sendo o objetivo da conservação, como por exemplo, os de programas com espécies florestais tropicais previstos neste projeto. Nesse caso, não só as espécies alvo, que têm valor econômico atual, como também aquelas de valor potencial, devem estar incluídas no programa de conservação genética, inclusive também os seus polinizadores, dispersores de sementes e predadores. Ressalta-se a necessidade de se conhecer geneticamente as espécies em conservação, não bastando apenas mantê-las intocáveis na área onde as espécies em conservação estejam ocorrendo.

Sem dúvida as florestas tropicais formam os biomas com maior diversidade de espécies do planeta, tendo sido o alvo da discussão para conservação *in situ*, e objeto de

um acordo mundial assinado por cerca de 170 países na Rio-92, que foi a Convenção da Diversidade Biológica. Para o Brasil, que possui dois biomas florestais tropicais de suma importância, a Amazônia e a Mata Atlântica, a discussão sobre a conservação genética *in situ* é de importância estratégica, justamente neste momento em que a grande evolução do conhecimento da biotecnologia de ponta coloca em evidência a biodiversidade como uma das mais valiosas matérias primas no mundo em termos econômicos, principalmente para a indústria farmacêutica e de química fina, envolvendo a produção de cosméticos e indústria alimentícia.

Considerando-se apenas a Mata atlântica do Estado de São Paulo, esta mostra uma diversidade muito expressiva, com cerca de 2.000 espécies arbóreas hoje identificadas, das quais aproximadamente 10% ou seja, 200 espécies estão em risco de extinção, revelando uma necessidade urgente de preservação e conservação, assim como de restauração das áreas degradadas e com potencial de preservação.

A alta diversidade de espécies de florestas tropicais vem sendo enfatizada mais para as espécies arbóreas, já que estes tipos de organismos são os mais conhecidos botanicamente, por serem mais facilmente levantados e identificados. Porém, mesmo assim, ainda hoje vêm sendo identificadas novas espécies arbóreas na Mata Atlântica.

É muito freqüente, em levantamentos fitossociológicos em parcelas de 1 hectare, encontrar-se mais de 100 espécies arbóreas diferentes nessa pequena área, seja qual for o bioma florestal, sendo que para a Amazônia, OLIVEIRA (1999) chegou a encontrar mais de 300 espécies arbóreas em um único hectare.

Esta alta diversidade de espécies das florestas tropicais está associada a uma alta freqüência de espécies denominadas raras, ou aquelas que ocorrem a uma muito baixa densidade de indivíduos na mata, e justamente sendo a maioria delas e as que são as mais desconhecidas quanto às características ecológicas e, portanto, de difícil manejo e conservação (KAGEYAMA & GANDARA, 1994).

Reis (1993), na região de Santa Catarina, onde as espécies vegetais da Mata Atlântica foram intensamente estudadas, mostrou que o número de espécies arbóreas representava somente cerca de 30% das espécies vegetais, sendo os restantes 70% das espécies referentes às lianas, às espécies arbustivas, às herbáceas e às epífitas. KRICHER (1997) estimou em cerca de 100 vezes mais a diversidade de animais e microrganismos em relação ao número de espécies vegetais. Desta forma, se consideramos um número de espécies vegetais em um dado hectare como sendo 500, que é plenamente normal de



ocorrer, o número de espécies dos organismos animais e microrganismos fica estimado em 50.000 nesse mesmo hectare, sendo impressionante e possível de ser entendida a cifra de que o número total de espécies estimado pode atingir um valor de 50 milhões ou até mais, com somente 1,5 milhões identificados taxonomicamente, ou somente 3% do total.

A alta diversidade de espécies das florestas tropicais permite entender que a grande diferença desses biomas com aqueles de baixa diversidade nos climas temperados é a grande interação entre as plantas e os animais e microrganismos, ou seja, é possível constatar-se que a grande maioria das espécies arbóreas tropicais (97,5%) é polinizada por insetos, morcegos e beija-flores (BAWA *et al.* 1985) e que, nos ecossistemas tipicamente tropicais, as sementes são também dispersas por animais frugívoros (ESTRADA & FLEMING, 1986). Assim é possível entender que esta alta associação de espécies arbóreas com animais e microrganismos tem grande implicação com a conservação genética *in situ*, devendo assim considerar que estes organismos associados devem também estar presentes nos programas de conservação. Se a conservação *in situ* das florestas tropicais é considerada como uma forma de conservar a biodiversidade, não só as espécies alvos que estão sendo monitoradas são objeto de conservação, mas também as demais espécies associadas a elas devem receber igual tratamento. Como dissociar estes dois grupos de espécies na conservação são algumas investigações desenvolvidas nesta etapa do projeto, tendo como foco a conservação *in situ*.

Por outro lado, as atividades de produção que têm como consequência a degradação ambiental estão sujeitas a sanções cada vez mais drásticas e corretivas, para as quais a SMA tem a responsabilidade legal, seja nos processos de licenciamento ambiental, seja na definição de parâmetros e nas suas técnicas, capazes de orientar o mercado consumidor cada vez mais exigente, conceito também incorporado na série ISO14001, considerada um importante estímulo ao gerenciamento e manejo com melhoria contínua dos reflorestamentos heterogêneos no Estado de São Paulo.

Uma demanda também importante a ser considerada é a necessidade de estudos que possam quantificar o potencial de seqüestro de carbono pelas florestas nativas, com o objetivo de definir instrumentos para incentivar a recuperação e preservação destas áreas.

Desde a criação da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), em 1992, houve considerável avanço no que se refere ao entendimento do papel das florestas na mitigação dos gases de efeito estufa. O Brasil, em especial o Estado de São Paulo, possui situações ambientais, além de experiência no setor florestal, que lhe

conferem condições privilegiadas para a implementação de programas de reflorestamento destinados a absorver e fixar gases de efeito estufa.

A fixação de carbono é entendida como um dos serviços ambientais proporcionados pelas florestas, que podem ser avaliados e valorados de modo a obter-se uma equação financeira para o suporte de programa de reflorestamento no Estado de São Paulo. A remuneração pela absorção e fixação de carbono pelas florestas em crescimento poderia contribuir para suprir a histórica falta de recursos para o plantio de florestas nativas e, em especial, para a recuperação de matas ciliares. Em princípio, a recuperação e reflorestamento de zonas ciliares que se encontram desprovidas de vegetação, desde 1989 atendem aos requisitos para a elegibilidade de projetos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

No entanto, a efetiva viabilização de recursos de créditos de carbono para projetos de reflorestamento depende de um conjunto de ações prévias, especialmente relacionadas ao desenvolvimento de metodologias para a quantificação e monitoramento da quantidade de carbono seqüestrada pelas florestas. Isto, porque a alta diversidade biológica e a alta variabilidade fisionômica das matas ciliares acarretam dificuldades muito superiores às encontradas para o monitoramento de florestas homogêneas. Estas questões devem ser equacionadas como condição para reduzir o risco e, desta forma, viabilizar projetos de seqüestro de carbono por matas ciliares.

## **Sucessos e dificuldades**

### ***O sucesso da parceria International Paper – Instituto de Botânica de São Paulo***

Desde 1993, a International Paper vem desenvolvendo trabalhos de recomposição florestal em áreas de preservação permanente e reserva legal nos hortos florestais da empresa no Estado de São Paulo. No período entre 1993 e 2001, a empresa enfrentou a dificuldade em proceder ao reflorestamento devido à falta de critérios mínimos para a implantação e pela baixa diversidade de espécies florestais nativas disponibilizadas pelos viveiros.

As áreas recuperadas pela International Paper neste período demonstram muito bem o cenário daquela época. As primeiras áreas reflorestadas com essências nativas, que contaram com um elenco de aproximadamente 35 espécies de diferentes estágios sucessionais, precisam ser enriquecidos com outras espécies, para ampliar diversidade florística e promover a sustentabilidade das florestas implantandas.

A partir de 2002, novas diretrizes foram tomadas pela empresa, baseadas na Resolução SMA 21 de 21/11/2001. Em 2003 a empresa procedeu ao reflorestamento de 240 hectares com alta diversidade (101 espécies arbóreas de ocorrência regional), com a finalidade de transformar esta área e mais 296 hectares de florestas remanescentes, em uma reserva particular do patrimônio natural (RPPN).

Atualmente, a empresa International Paper é uma das instituições parceiras junto ao projeto de políticas públicas desenvolvido pelo Instituto de Botânica de São Paulo/FAPESP. Em vista dos objetivos propostos neste projeto e da qualidade do reflorestamento implantado pela empresa, a parceria possibilitou que fossem desenvolvidos estudos sobre alguns aspectos da dinâmica florestal, quantificação de biomassa, estabelecimento e desenvolvimento da mata ciliar, atratividade de fauna (morcegos e aves), entre outros.

Alguns resultados preliminares já vêm indicando que a implantação de florestas com alta diversidade devem desencadear a estabilização e conservação das margens de corpos d'água, a inibição da matocompetição devido ao sombreamento da área, o estabelecimento de indivíduos regenerantes devido à melhoria da qualidade do solo e do estabelecimento de um micro-clima adequado ao recrutamento destes indivíduos, o aumento da diversidade em decorrência da presença de fauna dispersora e de frutificação logo nos primeiros dois anos de implantação da floresta.

Outra informação que vem sendo obtida pelos estudos em desenvolvimento é que o custo de manutenção em reflorestamentos implantados com alta diversidade, na fase inicial, é mais alto devido à maior lentidão com que ocorre a cobertura do solo e conseqüente invasão de gramíneas, porém, este modelo tem-se apresentado como a melhor alternativa econômica e operacional, tendo em vista que no futuro não será necessário efetuar o enriquecimento desse povoamento, evitando assim custos adicionais.

Com a finalização dos estudos nesta área, será possível averiguar se os métodos de avaliação e monitoramento propostos para reflorestamentos heterogêneos são eficientes, bem como se a padronização de metodologias para estudos relacionados em áreas com situação semelhante é apropriada para tanto. Além disso, será possível avaliar a capacidade de seqüestro de carbono em áreas reflorestadas, o que poderá servir como base para a elaboração de uma proposta de valoração dos reflorestamentos em termos de geração de créditos de carbono.

Os resultados advindos desta parceria deverão subsidiar novas políticas públicas da Secretaria do Meio Ambiente, com provável aprimoramento da Resolução SMA 47/03, permitindo o aprimoramento das técnicas de implantação dos reflorestamentos induzidos e a manutenção da biodiversidade.

***Dificuldades: a disponibilidade de sementes para produção de mudas com diversidade específica e genética***

Um problema em pauta com relação ao sucesso dos reflorestamentos induzidos no estado de São Paulo é o não cumprimento do plantio com alta diversidade devido à indisponibilidade de mudas, tanto no aspecto da quantidade como também da diversidade. Sem dúvida, o déficit de sementes de espécies florestais é um fator fundamental que deve ser priorizado, no sentido de se somar esforços na busca de soluções capazes de permitir a disponibilização de sementes de boa qualidade junto aos viveiristas de produção de mudas. Além disso, para a correta implantação dos reflorestamentos, outros aspectos devem ser considerados, como por exemplo, a diversidade das espécies e a qualidade dos indivíduos que irão constituir o estágio final da floresta implantada.

São evidentes os progressos com a promulgação da Lei nº 9.985, de 18/07/2000, que institui o “Sistema Nacional de Unidades de Conservação” (SNUC), e apresenta importantes benefícios aos órgãos públicos responsáveis pela gestão das UCs e para o conjunto da sociedade civil. Apesar da Lei apresentar dispositivos capazes de regular complexas relações entre o Estado, o cidadão e o meio ambiente visando à adequada preservação de importantes remanescentes dos biomas brasileiros, considerando inclusive aspectos naturais e culturais, alguns pontos da Lei e sua regulamentação (DECRETO FEDERAL Nº 4340, de 22/08/2002) precisam ser melhor estudados.

Assim, a situação mais urgente de ser resolvida envolve “a possibilidade de colheita de sementes de espécies arbóreas nativas em UC’s, em todas as categorias, desde que planejada e com critérios técnico-científicos previamente bem definidos”.

De um modo geral, mas em especial para o Estado de São Paulo, as fontes de propágulos para produção de mudas (sementes) dependem muito das UC’s, devido à baixa existência de remanescentes florestais fora destas áreas. Somente para as áreas degradadas nas zonas ciliares (APP’s), estimadas em mais de 1,3 milhões de km<sup>2</sup>, o déficit de mudas (quali-quantitativo) para atender às demandas visando os reflorestamentos heterogêneos

nestas áreas ou em reserva legal é muito grande e praticamente inatingível caso não se possa colher sementes em UC's de preservação integral.

Por outro lado, consideramos que a conservação de muitas espécies depende desta possibilidade de colheita de sementes e que, estudos recentes do Instituto de Botânica de São Paulo, agregando informações fornecidas por especialistas vinculados a outras instituições de pesquisa e universidades, têm mostrado que muitas espécies ameaçadas de extinção encontram-se mais presentes em UC's. Assim, é primordial que esta questão seja resolvida. Para se ter uma idéia, a última lista de espécies ameaçadas, publicada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Resolução SMA 48/2004), apresentou cerca de 20 espécies que na Resolução SMA-20/1998 estavam consideradas extintas e que agora foram encontradas em unidades de conservação.

Um outro aspecto interessante constatado pelos especialistas é que, das 1085 espécies da lista ameaçadas de extinção, 240 são arbóreas passíveis de serem usadas em reflorestamentos heterogêneos, como forma de auxiliar em sua conservação.

Entendemos que a conservação de muitas espécies arbóreas poderá ser assegurada através de normas que possibilitem a colheita de sementes em UC's, para produção de mudas que serão utilizadas em reflorestamentos com alta diversidade (genética e específica) para recuperar áreas degradadas em APP's, reservas legais, compensações e passivos ambientais, por exemplo.

Acreditamos que o estabelecimento de áreas pré-zoneadas em planos de manejo nas diversas categorias de UC's (inclusive as de proteção integral) e o estabelecimento de critérios para colheita de sementes poderiam viabilizar nossa proposta de poder colher sementes nestas unidades. Esta é uma discussão importante que está se iniciando e várias propostas têm sido apresentadas visando resolver esta questão.

### **Considerações finais**

A realização de Cursos de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), enfocando com ênfase as situações regionais, como o presente curso, é sem dúvida uma importante estratégia adotada pelo Instituto de Botânica e Secretaria do Meio Ambiente. Os cursos têm como premissa a orientação de ações que permitam a ampliação da cobertura florestal com espécies nativas, utilizadas em projetos com sustentabilidade, orientados por uma política pública que envolve tanto aspectos econômicos e sociais, como

aqueles de ordem técnico-científica, capazes de produzir reflorestamentos duradouros e de qualidade.

Os “gargalos” existentes com a colheita de sementes e produção de mudas de espécies nativas, por exemplo, precisam ser superados. A aplicabilidade das Resoluções, com conhecimento e, principalmente bom senso, são alguns dos focos importantes das políticas públicas da Secretaria do Meio Ambiente para o Estado de São Paulo.

O processo de investigação científica, que tem ampliado as abordagens sobre recuperação de áreas degradadas nos últimos anos, aliado à maior conscientização da sociedade para os aspectos ambientais tem tido um grande avanço nos últimos anos. Aspectos como: retiradas dos fatores de degradação e de competição, análise multidisciplinar das diversas ciências envolvidas, informações sobre a biodiversidade e espécies ameaçadas, endêmicas, raras ou invasoras; de produção de sementes e mudas; a regeneração natural e os estudos da paisagem, por exemplo, passaram ser altamente significantes e complementares nas abordagens atuais e futuras para a Recuperação de Áreas Degradadas. Neste contexto o Instituto de Botânica de São Paulo tem prestado importantes contribuições, não apenas promovendo investigações científicas para suprir lacunas do conhecimento, mas também promovendo diversos eventos científicos e cursos básicos sobre recuperação de áreas degradadas, além de ter criado nos últimos anos o curso de Pós –Graduação em biodiversidade vegetal e meio ambiente.

### **Referências Bibliográficas**

ALVARENGA, S.B.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S. & FONSECA, M.B. In: Implantação de mata ciliar. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: 1995. CEMIG; Lavras: UFLA. 28p.

ARAÚJO, D. S. & HENRIQUES, S. P. B. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda, L. D. Araújo, D. S. D.; Cerqueira, R. Turcq, B. (orgs.) Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói: Universidade Federal Fluminense, CEUFF, 1984. p. 159-193.

ASSIS, M. A. Florística e caracterização das comunidades vegetais da planície costeira de Pinciguaba, Ubatuba-SP. 1999. 254f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BARBOSA, L. M. Estudos interdisciplinares do Instituto de Botânica em Mogi-Guaçu, SP. In Simpósio sobre mata ciliar, 1, 1989.Campinas. Anais...Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 171-191.

BARBOSA, L. M. Implantação de mata ciliar. In: Simposio Mata Ciliar: Ciência e Tecnologia, 1999, Belo Horizonte. Trabalhos. Belo Horizonte: 1999, p. 111-35.

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (eds.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo, EDUSP: FAPESP, 2000. p. 289-312.

BARBOSA, L. M. (Coord.) Modelos de Repovoamento vegetal para proteção de sistemas hídricos em áreas degradadas dos diversos biomas no Estado de São Paulo. São Paulo: SMA/FAPESP, 2002. (Relatório de Atividades Parcial da 2ª Fase – Projeto FAPESP – Políticas Públicas), 203 p.

BARBOSA, L. M. Inovação na geração e aplicação do conhecimento sobre a biodiversidade para o desenvolvimento sustentado em São Paulo. In: Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Anais... São Paulo, 2003, p. 13-20

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; GRAYUM, M. H. & COVILLE, R. E. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. American Journal of botany 72: 346-356.

BERTONI, J. E. A. Reflorestamento com essências nativas e a regeneração natural do cerrado. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, v.3, 1992. Anais... São Paulo. p. 706-709.

CATHARINO, E. L. M. Florística de matas ciliares. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, 1, 1989, Campinas. Anais...Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.61-70.

CATHARINO, E. L. M.; RIBEIRO, W.; MENNELLA, M.A. & ALVES, M.A. Avaliação e implementação dos trabalhos de recuperação vegetal de áreas de empréstimo dos reservatórios Jacareí, Jaguari e Cachoeira e da Reserva Florestal do Morro Grande (reservatório Pedro Beicht)– SABESP. Relatório Técnico, SMA/Instituto de Botânica de São Paulo (Fundepag – Stemag 80-00). São Paulo – SP. 2001. 62p.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y. & CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6 – SBS/SBEF, Anais... Campos do Jordão, 1990, p. 216-221.

CARRASCO, P. G. Produção de mudas de espécies florestais de restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando à recuperação de áreas degradadas, em Ilha Comprida – SP. 2003. 198f. Tese (Doutorado) – UNESP, Rio Claro – SP.

CASAGRANDE, J. C.; REIS-DUARTE, R. M.; SILVA, O .A. & BARBOSA, L. M. Limitações da Fertilidade do Solo para Desenvolvimento da Mata de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP). In: XIV CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO. 2002. Rio Claro – São Paulo. 2002 (a). Resumos. Cd-rom. EBR-31.

CASAGRANDE, J. C.; REIS-DUARTE, R. M.; SILVA, O. A. & BARBOSA, L.M. Desenvolvimento da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP) Influenciado pelo Teor de Alumínio do Solo: Avaliação Preliminar. In: 53º Congresso Nacional de Botânica. 2002 (b). Recife, Pernambuco. 2002. Resumos. p. 405.

CAVASSAN, O.; PASCHOAL, M. E. S.; AZEVEDO, A. M. G.; BARBOSA, A. V. G. & DIAS, N. M. Avaliação de desenvolvimento de essências nativas introduzidas em uma área degradada. *Salusvita*, Bauru, v.13, n.1, p.15-24, 1994.

CÔRREA, R. S. & MELO FILHO, B. Ecologia da regeneração em áreas de cerrado. In: Corrêa, R. S.; Melo Filho, B. (orgs.). *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado*. Paralelo 15, 1998. cap. 6, p. 65-100.

CÔRREA, R. S. & CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação das áreas degradadas. In: Côrrea, R. S.; Melo Filho, B. (orgs.) *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado*. Paralelo 15, 1998. cap. 7, p. 101-107.

DIAS, L.E. & GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: *Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas*, 3, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.1-7.

DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de matas ciliares. *Boletim do Instituto Florestal*, n.4, p.1-14, 1990.

DURIGAN, G. Revegetação em áreas de cerrado. In: VI Simpósio IPEF – A reengenharia e seus impactos no desenvolvimento científico e tecnológico do setor florestal. Anais... v.1, 1996. São Pedro. p. 23-26.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A. & AGUIAR, O. T. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.9, n.1, p. 71-85, 1997.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. M.; MAX, J. C. M.; VILAS BÔAS, O. & CONTIERI, W. A. Manual para recuperação de matas ciliares do oeste paulista. São Paulo: Páginas e Letras, 2001. 16p.

ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. 1986. *Frugivores and seed dispersal*. (Junk, W. publish.). The Hague. 346p.

GOLDEMBERG, J. & BARBOSA, L.M. 2004. O meio Ambiente no Brasil e no mundo., 01 set. 2004. Disponível em: <[www.ibot.sp.gov.br](http://www.ibot.sp.gov.br)>. Acesso em 25 set. 2004.

JOLY, C. A.; SPIGOLON, J. R. & LIEBERG, S. Projeto Jacaré-Pepira V – O uso de espécies nativas para a recomposição de matas ciliares. In: XLVI Congresso Nacional de Botânica. 22 a 27/jan de 1995. Anais... Ribeirão Preto: FFCLRP/SP, 1995.

KAGEYAMA, P. Y. (coord.). Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na Bacia Hidrográfica do Passa Cindo visando à utilização para abastecimento público.



Piracicaba: escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo / DAEE, 1986. 236p. Relatório de pesquisa.

KAGEYAMA, P. Y. & CASTRO, C. F. Sucessão secundária, estrutura, genética e plantação de espécies arbóreas nativas. IPEF. Piracicaba, 1989.

KAGEYAMA, P. Y. & GANDARA, F. B. Dinâmica de população de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. 1994. In: III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Anais... vol. 2, p.1-9.

KAGEYAMA, P.Y. Reflexos e potenciais da resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. 2003p. 7-12. In: Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Avanços obtidos e perspectivas futuras. Anais... São Paulo, 165p.

KRICHER, J. A Neotropical companion: an introduction to the animals, plants and ecosystems of the New World tropics. Princeton University Press. Princeton. 1997, 451p.

KRONKA, F. J. N. Áreas de domínio de cerrado do Estado de São Paulo. 1998. In: Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo, Secretaria do Estado do Meio Ambiente, 2000. 64p.

LACERDA, L. D. & ESTEVES, F. A. Restingas brasileiras: Quinze anos de estudos. pp. III – VII. In: ESTEVES, F. A. & LACERDA, L. D. (eds.) Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. Rio de Janeiro: Nupem/ UFRJ. 394p. 2000.

LUCA, A Q. Fenologia, potencial germinativo e taxa de cruzamento de uma população de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. Bombacaceae) em área implantada. Piracicaba, 2002, 87p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 2002.

MACIEL, N. C., ARAÚJO, D. S.; MAGNANINI, A. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, R.J.). Boletim FBCN, n.19, p. 126-148, 1984.

OLIVEIRA, R.J. Dinâmica de plântulas e estrutura da Mata Atlântica secundária de encosta, Peruíbe, SP. 1999. 125f. Dissertação (Mestrado - Área de Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINAY, G.; DECAMPS, H.; CHAUVET, E. & FUSTEC, E. Functions of ecotones in fluvial systems. In: Naiman & Decamps (eds). The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones. Man and the Biosphere Series, v.4. Unesco. Parthenon Publishing Group, 1990. p. 141-171.

REIS-DUARTE, R.M.; SILVA, O. A.; CASAGRANDE, J. C. & BARBOSA, L. Fisionomias da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP) influenciadas pela fertilidade do solo. In: Congresso Nacional De Botânica, 2002, Recife – PE. Resumos ... 2002 (a) p.405.

REIS-DUARTE, R. M.; CASAGRANDE, J. C.; SANTOS, D.; A.; SILVA, O. A. & BARBOSA, L. M. Fisionomias da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP), Brasil, Influenciadas por Fatores Edáficos. In: VIII Congresso Latinoamericano de Botânica & II Congresso Colombiano de Botânica. 2002. Cartagena de Índias, Colômbia. Resúmenes. 2002 (b), p. 446.

REIS, A. Manejo e conservação das florestas catarinenses. 1993. Trabalho apresentado para o curso de professor titular. Florianópolis, Santa Catarina.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B. DE & VIEIRA, N. K. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. Revista Natureza & Conservação. 2003, v.1, n.1.

RODRIGUES, R.R. & GALDOLFI, S. Recomposição de Florestas Nativas: Princípios Gerais e Subsídios para uma definição metodológica. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 2(1): 4-15, 1996.

RODRIGUES, R.R. Restauração de florestas tropicais: indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 4., 1998. Águas de Lindóia, SP. Anais... Águas de Lindóia: ACIESP, 1998 .v3. p.179-183.

RODRIGUES, R.R. & CAMARGO, A. Recuperação de Áreas Degradadas em Restinga. In: Workshop sobre Recuperação de Áreas Degradadas da Serra do Mar e Formações Florestais Litorâneas, 2000, São Paulo (SP). Anais... p.89.

RODRIGUES, R.R. & GALDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo: Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. cap.15.

SERRA FILHO, R.; CAVALLI, A . C.; GUILLAUMON, J. R.; CHIARINI, J. V.; NOGUEIRA, F. DE P.; IVANCKO, A . G. DE S. & BITTENCOURT, I. Levantamento da cobertura vegetal natural e reflorestamento do Estado de São Paulo. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, 2. ed., v. 11, p. 1-5, 1975.

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

SORREANO, M.C.M. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades. 2002. 145f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

# **PROGRAMA DE MATAS CILIARES DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Roberto Ulisses Resende<sup>1</sup>

## **Justificativas e Objetivos**

A degradação das terras, o desmatamento e o isolamento de remanescentes florestais têm se constituído em ameaças concretas à estrutura, funções e estabilidade da Mata Atlântica e do Cerrado, biomas de importância global presentes no Estado de São Paulo. Além disso, a degradação das terras contribui para o agravamento da pobreza no meio rural.

O Estado de São Paulo abriga dois dos quatro principais Biomas existentes no Brasil: a Mata Atlântica, que originalmente cobria 81% da área do Estado, e o Cerrado, que originalmente recobria cerca de 14% do território paulista. O intenso processo de desmatamento e de degradação das terras observado historicamente, e que ainda implica em pressões sobre os remanescentes dos ecossistemas originais, tem levado a uma perda acelerada de biodiversidade. No Brasil como um todo, atualmente menos de 8% da área de domínio de Mata Atlântica preserva suas características bióticas originais. As áreas de cerrado estão sobre forte pressão de desmatamento, sendo que em São Paulo quase todas estão submetidas a algum grau de perturbação.

As áreas ciliares no Estado de São Paulo, de maneira geral, encontram-se desmatadas e degradadas. Porção significativa da vegetação ciliar em áreas de produção agrícola no Estado de São Paulo foi suprimida ou sofreu algum grau de degradação. No território paulista cerca de um milhão de hectares de áreas ciliares encontram-se desprotegidos, tornando o solo suscetível à erosão, com o conseqüente carreamento de matéria orgânica e sedimentos para os ecossistemas aquáticos. A maior parte da área do estado é classificada como de alta ou muito alta suscetibilidade à erosão, com um percentual significativo de áreas que já apresentam degradação de moderada a forte, com a presença de sulcos e voçorocas, sinal da perda de solo superficial.

---

<sup>1</sup> Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, sma.robertotor@cetesb.sp.gov.br.

As Matas Ciliares são extremamente importantes para a manutenção da estrutura e função dos ecossistemas. A supressão das florestas ciliares, e do habitat que proporcionam, é um dos fatores que levam à perda de diversidade terrestre e aquática, além de outros impactos ecológicos e sócio-econômicos negativos, incluindo a intensificação dos processos erosivos com o aparecimento de sulcos e voçorocas e o assoreamento de reservatórios, nascentes e cursos d'água, bem como a redução da produtividade dos solos e o aumento da emissão de gases de efeito estufa.

Apesar dos esforços desenvolvidos para a conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas, em especial em zonas ciliares, algumas questões têm representado obstáculos ao desenvolvimento de programas e projetos com este objetivo. As principais barreiras à implantação de projetos de recuperação de matas ciliares podem ser sistematizadas em seis grandes grupos:

(1) dificuldade de engajamento de proprietários rurais que, de maneira geral, entendem a obrigação de preservar matas ciliares como uma expropriação velada de áreas produtivas da sua propriedade;

(2) insuficiente disponibilidade de recursos para a recuperação de matas ciliares e ineficiência no uso dos recursos disponíveis;

(3) déficit regional (qualitativo e quantitativo) na oferta de sementes e mudas de espécies nativas para atender à demanda a ser gerada por um programa de recuperação de matas ciliares;

(4) dificuldade de implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas adequados às diferentes situações;

(5) falta de instrumentos para planejamento e monitoramento integrado de programas de recuperação de áreas degradadas;

(6) dificuldade no reconhecimento, pela sociedade, da importância das matas ciliares e para a mobilização, capacitação e treinamento dos agentes envolvidos.

No contexto atual, qualquer tentativa de estabelecer metas significativas de recuperação de matas ciliares estaria associada a riscos elevados, como já ocorreu em outras oportunidades, pois não existem instrumentos e recursos capazes de induzir e fomentar a recuperação de matas ciliares em larga escala.

Assim, este projeto visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias que subsidiarão a formulação e implementação de um Programa de Recuperação de Matas Ciliares de longo prazo, de abrangência estadual, com objetivos e metas que venham a ser

efetivamente assumidos pelos diferentes atores da sociedade – estado, prefeituras, empresas privadas, proprietários rurais, agricultores e organizações não-governamentais, visando:

- Apoiar a conservação da biodiversidade nos biomas existentes no território paulista através da formação de corredores de mata ciliar, revertendo a fragmentação e insularização de remanescentes de vegetação nativa;
- Reduzir os processos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos, levando à melhoria da qualidade e quantidade de água;
- Reduzir a perda de solo e apoiar o uso sustentável dos recursos naturais;
- Contribuir para a redução da pobreza na zona rural, através da formulação de mecanismos para a remuneração pelos serviços ambientais providos pelas florestas ciliares, pela capacitação e geração de trabalho e renda associada ao reflorestamento e pela criação de alternativas de exploração sustentada de florestas nativas;
- Contribuir para a mitigação das mudanças climáticas globais por meio da absorção e fixação de carbono em projetos de reflorestamento de áreas degradadas.
- Contribuir para a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

### **Descrição Geral**

O Projeto de Recuperação de Matas Ciliares vem sendo desenvolvido de forma integrada com o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas da Secretaria da Agricultura e Abastecimento/CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral). As ações previstas neste projeto somam-se às ações desenvolvidas pelo PEMH, reforçando sua dimensão ambiental.

O projeto será implantado em quatro anos e sua estrutura compreende cinco componentes:

- Desenvolvimento de políticas
- Apoio à restauração sustentável de florestas ciliares
- Implantação de projetos demonstrativos
- Capacitação, educação ambiental e treinamento
- Gestão, monitoramento e avaliação, e disseminação de informações

O custo total do projeto é de US\$ 19,52 milhões, dos quais US\$ 7,75 milhões da doação do GEF, US\$ 3,30 milhões de contrapartida do Governo do Estado de São Paulo (recursos orçamentários), US\$ 8,47 milhões de co-financiamento do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMH O Acordo de Doação para o projeto foi assinado em junho de 2005.

As ações do projeto serão realizadas em cinco bacias hidrográficas prioritárias nas UGRHIs Paraíba do Sul, Piracicaba-Capivari-Jundiaí, Tietê-Jacaré, Mogi-Guaçu e Aguapeí, representativas da diversidade ambiental e social no Estado de São Paulo. Serão implantados 15 projetos demonstrativos em microbacias rurais selecionadas de acordo com critérios definidos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Espera-se que os efeitos do projeto se estendam por todo o Estado de São Paulo, com a difusão de informações, a capacitação, a oferta de sementes e de assistência técnica, além da promoção de instrumentos econômicos e institucionais para a recuperação de áreas degradadas e a restauração florestal.

Mais informações podem ser obtidas no sítio eletrônico da SMA ([www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)), por telefone (11-30306039) ou por e-mail ([sma.mataciliar@cetesb.sp.gov.br](mailto:sma.mataciliar@cetesb.sp.gov.br)).

# FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS APLICADOS À RAD PARA MATAS CILIARES DO INTERIOR PAULISTA

Rose Mary Reis Duarte<sup>1</sup>

Mário Sérgio Galvão Bueno<sup>2</sup>

## Introdução

O objetivo deste trabalho é padronizar conceitos, definições e vocabulário referentes à recuperação de áreas degradadas. Buscamos, também, familiarizar o leitor com conceitos ecológicos sobre os ecossistemas, uma vez que a correção das intervenções humanas, em seus vários métodos e técnicas, busca fundamento nos processos naturais. Pode-se dizer que aprendemos com a natureza e buscamos reproduzir seus processos estruturais e funcionais.

Pretendemos ao longo deste artigo, fornecer elementos para a compreensão da estrutura básica e do funcionamento geral dos ecossistemas, bem como, o entendimento dos conceitos pertinentes (bioma, formações vegetais, resiliência, estabilidade, perturbação, degradação, sucessão ecológica, reabilitação, restauração e recuperação), que são fundamentais para a que o leitor possa compreender a estrutura e o funcionamento das unidades ecológicas e, assim, identificar as possibilidades de intervenção para recuperação de um ambiente. Neste contexto, fez-se necessário tecer considerações sobre as várias técnicas de recuperação e as características das espécies pioneiras e climácicas, protagonistas dos métodos de implantação.

Ressaltamos, também, a importância do papel da biodiversidade nestes processos para conquistar a sustentabilidade da floresta implantada, como atestam as pesquisas científicas que conduzem à revisão e atualização da legislação que estabelece recomendações para recuperação de áreas degradadas, como a Resolução SMA 47/03 (que fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas para o estado de São Paulo).

---

<sup>1</sup> Universidade Guarulhos, UnG, [rosimary@terra.com.br](mailto:rosimary@terra.com.br)

<sup>2</sup> Universidade São Judas Tadeu, USJT, [mariosgb@terra.com.br](mailto:mariosgb@terra.com.br)

Embora o clima e o solo sejam fatores preponderantes nos diagnósticos e propostas para intervenção, não serão, aqui, objetos de discussão uma vez que serão tratados por outros autores, neste manual.

### **Conceitos Ecológicos**

A idéia da unidade dos organismos com o meio ambiente e dos seres humanos com a natureza não é recente. Embora mesmo na mais remota história escrita encontra-se alusões a seu respeito, os enunciados formais começaram a aparecer no século XIX, nas publicações americanas e européias sobre ecologia. Fosse qual fosse o ambiente estudado, na virada para o século XX, a idéia de que a natureza funciona como um sistema, foi desenvolvida como um campo definitivo e quantitativo de estudos, a *ecologia de ecossistemas* que busca compreender como estas unidades funcionam e se auto-organizam (ODUM, 1997).

O ecólogo vegetal A. G. Tansley foi o primeiro a considerar as plantas e animais junto com fatores físicos do seu entorno, formando um sistema ecológico, que chamou de *ecossistema*, a *unidade fundamental da organização ecológica*. Interpretou os componentes biológicos e físicos unificados pela interdependência entre os animais e as plantas e suas contribuições para a manutenção das condições e composição do mundo físico. “O tamanho de um sistema e as taxas de transformação de energia e matéria dentro dele, obedecem aos princípios termodinâmicos que governam todas as transformações de energia”, foi o conceito proposto por Alfred J. Lotka, não muito apreciado pelos ecólogos de sua época, nos primórdios do século XX. Em 1942, Raymond Lindeman retomou as idéias de Lotka e de Tansley, visualizando uma **pirâmide de energia** nos ecossistemas e propondo o termo *níveis tróficos*, para caracterizar a perda de energia na *cadeia alimentar*. Em 1950, o conceito de ecossistema já havia penetrado no pensamento ecológico, a *ecologia dos ecossistemas* proporcionava a base para a sua caracterização, criando linhas de estudo que envolviam o *ciclo de matéria* e o *fluxo de energia*. Este último, tendo sido retratado por Eugene P. Odum, em 1953, como diagramas que representavam a biomassa de cada nível trófico e o fluxo de energia, com suas perdas em cada etapa (RICKLEFS, 2003).

Os grandes ecossistemas terrestres caracterizados por tipos fisionômicos semelhantes de vegetação são denominados *biomas*. HAVEN (2001) os descreve como “complexo de comunidades terrestres, com extensão muito ampla, caracterizado pelo seu clima e pelo



solo; é a maior unidade ecológica”. Portanto, a palavra **bioma** é utilizada para indicar as unidades fundamentais que compõe os maiores sistemas ecológicos. Os biomas continentais brasileiros são: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa.

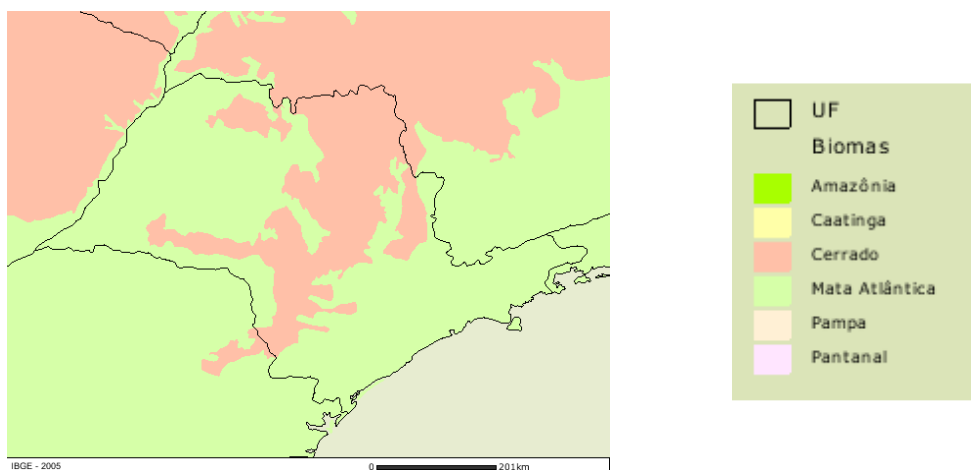
Os biomas constituem também, pontos de referência para a comparação dos processos ecológicos nos diferentes ecossistemas e são usados para classifica-los com base em semelhanças de caracteres vegetais (RICKLEFS, 2003; ODUM, 1997).

Para o estudo da vegetação costuma-se considerar três aspectos: fisionomia, composição e estrutura. A **fisionomia** é a aparência que a vegetação exhibe, resultante das formas de vida presentes nas plantas predominantes. A **composição** indica a flora envolvida. A **estrutura** é caracterizada por observações sobre a densidade, caducidade foliar, presença de formas de vida típicas (palmeiras, lianas, fetos arborescentes etc.), árvores emergentes, estratificação (disposição em camadas superpostas). Como as formas de vida semelhantes congregam-se em grupos denominados **sinúsias**, pode-se definir a estrutura, como o reconhecimento e descrição das sinúsias componentes de uma dada vegetação (RIZZINI, 1992).

As sinúsias (conjunto de espécies pertencentes ao mesmo tipo de forma de vida e com exigências ecológicas uniformes) congregam-se constituindo as **formações vegetais**. **Formação vegetal**, no sentido amplo, é um termo obsoleto equivalente a **bioma** (ART, 2001); no sentido restrito é um tipo de vegetação que ocupa pequena área geográfica com composição em espécies definida, condições edáficas particulares, e reconhecida pela fitofisionomia. FERNANDES (2000) considera as **formações florísticas** como o estágio final da uma expressão fisionômica dentro de limitações ecológicas, pois a “vegetação se mantém graças ao equilíbrio sócio-ecológico decorrente da integração de seus componentes”. RIZZINI (1992) utiliza o sentido estrito de formação vegetal, quando considera, por exemplo, que para o **bioma** constituído pela floresta amazônica, as principais **formações** são: floresta pluvial, floresta paludosa, floresta esclerofila, campos de várzea, savana e floresta semidecídua.

O estado de São Paulo é formado, basicamente, pelos biomas Mata Atlântica e Cerrado. Segundo o Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 1993, o estado possui 13,4% de seu território de mata natural. Destes, aproximadamente 85% são classificados como mata e capoeira; 9% como as diferentes fisionomias do Cerrado e 4% entre várzea, restinga, mangue e vegetação não classificada. Cerca de 60% da área remanescente de

"mata natural" localiza-se na região litorânea, como pode ser observado na Figura 1 (IBGE).



**Figura 1** – Biomas do estado São Paulo (Fonte: IBGE, 2005).

A definição de Mata Atlântica foi feita com base em critérios botânicos e fitofisionômicos, tendo-se considerado a natureza geológica e geográfica, conduzindo à uma definição ampla que engloba a floresta litorânea, as matas de araucária, as florestas decíduais e semidecíduais interioranas e ecossistemas associados como as restingas, manguezais, florestas costeiras e campos de altitude. O CONAMA, em 1992 aprimorou esta definição, estabelecendo o conceito de Domínio da Mata Atlântica que originalmente formava uma cobertura florestal praticamente contínua nas regiões sul, sudeste e parcialmente nordeste e centro-oeste, com as seguintes formações: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Este conceito foi incorporado à legislação ambiental brasileira com a edição do Decreto Federal 750, de fevereiro de 1993, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica. Este decreto proíbe o corte e a exploração da vegetação primária ou nos estágios médio e avançado da vegetação e normatiza a exploração seletiva de determinadas espécies nativas.

## Sucessão Ecológica

Algumas comunidades vegetais permanecem inalteradas ano após ano, enquanto que outras mudam rapidamente. Por exemplo, uma pequena área de floresta desmatada é rapidamente colonizada pelas árvores remanescentes da sua vizinhança ou uma área de pastagem abandonada, eventualmente, pode dar lugar a uma floresta. Esses movimentos que geram o desenvolvimento do ecossistema constituem a *sucessão ecológica*.

A sucessão é um processo que envolve mudanças na estrutura de espécies e nos processos da comunidade ao longo do tempo. Resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de competição e coexistência em nível de população, ou seja, a sucessão é controlada pela comunidade, muito embora o ambiente físico determine o padrão e a velocidade das mudanças (ODUM, 1997).

Assim, os biomas não surgiram já prontos, no estado que os conhecemos, mas evoluíram passando por vários estágios sucessionais durante centenas e milhares de anos até atingirem um estado de equilíbrio dinâmico, no qual se mantiveram até que as atividades antrópicas se tornaram fortemente impactantes.

A seqüência de comunidades que se substituem umas às outras numa dada área chama-se *sere*; as comunidades relativamente transitórias são denominadas *estágios de desenvolvimento* ou *estádios serais* ou *estádios pioneiros* (ODUM, 1997). O ecossistema é conduzido para um *clímax*, que se caracteriza por ter a maior biomassa, as teias alimentares mais complexas e a maior biodiversidade possível para as condições climáticas ou edáficas locais. São estas características que conferem ao bioma sua estabilidade. A comunidade clímax constitui o ponto final da sucessão.

Durante a sucessão a composição em espécies da comunidade muda, assim como a disponibilidade de luz, umidade, calor, ventos e nutrientes. Pode-se dizer que o processo de sucessão é resultante das mudanças ambientais causadas pelas próprias espécies pioneiras, ou seja, aquelas que se instalaram inicialmente. Estas espécies apresentam diferentes adaptações daquelas que as sucedem, e assim sucessivamente. Cada estágio altera o ambiente tornando-o apropriado para o próximo estágio, e conseqüentemente inapropriado para as comunidades pioneiras. A sucessão progride até que a adição de novas espécies à *sere* e a explosão de espécies estabelecidas não mais alterem o ambiente da comunidade em desenvolvimento. Uma vez atingido o clímax temos um ambiente dinamicamente estável e equilibrado.

Este processo de substituição sequencial de espécies ocorre no corpo da comunidade, num gradiente de formas, estruturas e fisionomias. Cada etapa da sucessão é constituída por um ambiente habitado por um grupo de espécies com organização própria. Observa-se também, uma maturação do solo, numa reciprocidade de efeitos climático-edáficos que se manifestam no comportamento fenológico das plantas ajustadas a um sistema mais estável. Assim, o clímax pode ser associado com maior desenvolvimento vegetativo das plantas, como uma expressão da cobertura vegetal natural, podendo ser uma floresta, um conjunto arbustivo ou até mesmo um campo, em função da resposta aos condicionantes ambientais, tais como a natureza do solo, umidade, aeração, microrganismos etc (FERNANDES, 2000).

Todos os ecossistemas estão sujeitos a distúrbios naturais ou antrópicos que promovem mudanças em maior ou menor graus. O processo de sucessão é ao mesmo tempo contínuo e mundialmente distribuído e ocorre em taxa variável em todas as áreas que são temporariamente perturbadas. Pode iniciar-se em habitats recém formados (*sucessão primária*) ou em habitats já formados e perturbados (*sucessão secundária*). O tempo necessário para uma sucessão ocorrer de um habitat perturbado até uma comunidade clímax varia com a natureza do clima e a qualidade inicial do solo (TOWNSEND *et al.*, 2006; ODUM, 1997; MARGALEF, 1974).

A formação e o recobrimento de clareiras criadas por perturbações naturais são eventos que desempenham um importante papel no processo de renovação e na manutenção da diversidade de espécies em várias comunidades vegetais. As clareiras que se formam quando caem árvores em uma floresta, por exemplo, geram oportunidades para o crescimento de muitas espécies de plantas com requisitos de luz relativamente alto. Assim, nas clareiras, ocorre um número de espécies características que, quando têm frutos carnosos, estes são comidos por pássaros, que deixam cair as sementes em novas clareiras, que são, assim, colonizadas eficientemente. Tais *espécies pioneiras*, geralmente têm lenho leve e efêmero e são caracterizadas por apresentarem folhagem em múltiplas camadas e crescimento rápido, por estarem em condições de insolação. As *espécies climáticas*, ou seja, as árvores dominantes dos últimos estágios da sucessão, têm geralmente características muito diferentes, tais como lenhos densos e duráveis, copas mais densamente compactas e crescimento lento, pelas condições de sombra (HAVEN *et al.*, 2001). Assim, a sucessão pode progredir até o clímax que se mantém, a não ser que haja grandes mudanças ambientais.

Entretanto, clímax não é sinônimo de estagnação, mas de *estabilidade*. A estabilidade de uma floresta, por exemplo, deve ser entendida como grau de ajuste ao regime local de distúrbios (ENGEL; PARROTA, 2003).

Os ecossistemas não são unidades estáticas, principalmente pela natureza funcional que lhes confere uma capacidade até certo ponto elástica de adaptabilidade às alterações ambientais, seja a curto, médio ou longo prazo. Pode-se dizer que *sucessão ecológica* é o processo natural pelo qual os ecossistemas se recuperam dos distúrbios.

### **Resiliência e Estabilidade**

Da capacidade de reação dos ecossistemas aos distúrbios, derivam os conceitos de *resiliência* e *estabilidade*. Segundo TIVY (1993) *resiliência* é a capacidade de um ecossistema se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos e um ecossistema é **estável**, quando reage a um distúrbio absorvendo o impacto sofrido, sem sofrer mudanças, e ajustando-o aos seus processos ecológicos.

Os ecossistemas passam a ter sua estabilidade comprometida a partir do momento em ocorrem mudanças drásticas no seu regime de distúrbios característico, e que as flutuações ambientais ultrapassam seu limite homeostático. Como consequência, a sua resiliência diminui, como também a sua resposta a novos distúrbios, podendo chegar a um ponto em que o ecossistema entra em colapso com processos irreversíveis de *degradação* (ENGEL; PARROTA, 2003).

A estabilidade máxima, característica do clímax, é resultante da interação entre um grande número de espécies. Assim, uma perturbação que ocorra num ambiente com poucas espécies, afetará a quase totalidade destas espécies. Se o ambiente tiver um grande número de espécies, esta mesma perturbação afetará apenas algumas espécies. As demais assumem o papel desempenhado pelas espécies agredidas, mantendo, portanto, a resiliência ou a estabilidade deste ecossistema. Portanto, a *estabilidade* de um ecossistema é função primária, ou direta, de sua *biodiversidade*. É esta a razão que nos permite afirmar que o clímax de uma sucessão apresenta uma estabilidade dinâmica, por ter a máxima biodiversidade possível para aquele ambiente.

## **Áreas Perturbadas e Áreas Degradadas**

As ações antrópicas podem levar um ecossistema a um estado de perturbação. A área pode sofrer um certo distúrbio e manter, ainda, a possibilidade de regenerar-se naturalmente ou estabilizar-se em outra condição, também dinamicamente estável. Neste caso fala-se em *área perturbada*. Quando o distúrbio é pequeno, a intervenção para recuperação pode consistir apenas em iniciar o processo de sucessão.

Entretanto, o impacto pode impedir ou restringir drasticamente a capacidade do ambiente de retornar ao estado original, ou ao ponto de equilíbrio pelos meios naturais, ou seja, reduz sua resiliência. Neste caso fala-se em *área degradada*.

*Áreas degradadas* são aquelas que não mais possuem a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa, estoque de propágulos etc (BROWN; LUGO, 1994). Os ecossistemas terrestres degradados são aqueles que tiveram a cobertura vegetal e a fauna destruídas, perda da camada fértil do solo, alteração na qualidade e vazão do sistema hídrico (MINTER/IBAMA, 1990) por ações como intervenções de mineração, efeitos de processos erosivos acentuados, movimentação de máquinas pesadas, terraplanagem, construção civil e deposição de lixo, entre outras.

Como as áreas degradadas sofreram impactos de várias ordens deve-se proceder analisando cada caso separadamente. Várias estratégias para a recuperação de uma área podem ser propostas. O primeiro passo é identificar o fator degradante da área. Uma vez identificado, esse fator deve ser eliminado. E deve-se ainda, evitar sua reincidência.

## **Reabilitação, Restauração e Recuperação**

Pode-se propor a *reabilitação* da área, atribuindo a ela uma função adequada ao uso humano e restabelecendo suas principais características, conduzindo-a a uma situação alternativa e estável (MINTER/IBAMA, 1990).

A *restauração* objetiva conduzir o ecossistema à sua condição original. É considerada uma hipótese remota e até mesmo utópica, uma vez que há falta de informações sobre a situação original, podendo ter ocorrido extinção de espécies e alterações na comunidade e em sua estrutura no decorrer da sucessão, além da indisponibilidade de recursos financeiros para tal (BARBOSA; MANTOVANI, 2000; RODRIGUES; GANDOLFI, 2001).

**Recuperação** é um termo corriqueiramente utilizado como sinônimo de reabilitação e restauração. Porém, na literatura técnica recuperar não é sinônimo de reabilitar, nem de restaurar.

A **recuperação** da área visa a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” como é definida pela Lei Federal 9985/2000, que criou o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). Trata-se de retornar às condições de funcionamento, pois objetiva recuperar a estrutura (composição em espécies e complexidade) e as funções ecológicas (ciclagem de nutrientes e biomassa) do ecossistema.

A sustentabilidade de um ecossistema em uma condição relativamente estável pressupõe que as espécies dominantes possam se recuperar normalmente e se manter dominantes em longo prazo. Em ecossistemas degradados, esta condição não só não ocorre, como também a colonização por espécies arbóreas e a sucessão secundária são dificultadas ou impedidas.

A recuperação de uma área deve seguir os mesmos mecanismos da sucessão natural, o que garante seu sucesso em termos de sustentabilidade. É evidente, porém, que não se trata de reproduzir fielmente as etapas sucessionais, o que acarretaria inevitavelmente, um enorme período de tempo. Nas condições naturais aparecem inicialmente apenas as espécies pioneiras, que deverão alterar as condições físicas para possibilitar o aparecimento das espécies secundárias e estas devem fazer o mesmo para o surgimento das climáticas. Portanto, deve-se ajustar ou adaptar os estados *serais* no sentido de agilizar este processo.

Uma espécie é **pioneira** quando produz uma grande quantidade de sementes pequenas, de longa viabilidade e latência, geralmente disseminada por pássaros, morcegos ou vento. Apresenta um ciclo de vida curto (inferior a 8 anos). São indivíduos de porte pequeno (inferior a 8m) e apresentam crescimento rápido. São heliófilas e colonizam qualquer área agressiva, sob luz. Normalmente sem epífitas e eventualmente com musgos ou líquens (BARBOSA *et al.*, 2000; BUDOWSKY, 1965).

As **climáticas** são espécies que produzem pequena quantidade de sementes grandes de curta viabilidade, disseminadas por gravidade, mamíferos, coletores. Seu ciclo de vida é longo (até 100 anos). Os indivíduos são altos (chegando a 60m) e de crescimento lento. Colonizam áreas sombreadas e necessitam de luz na fase adulta. Exibem uma grande quantidade de epífitas (BARBOSA *et al.*, 2000; BUDOWSKY, 1965).

## **Método para Recuperação de Área Alterada**

As intervenções para a recuperação de áreas degradadas podem ser feitas com diferentes objetivos, iniciando sempre com uma avaliação das condições da área, para que se possa identificar as dificuldades e traçar estratégias. Leva-se em conta os fatores de degradação e o potencial auto-regenerativo das áreas, obtido pelo histórico de uso e proximidade da fonte de propágulos (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001; RODRIGUES, 2002).

Outro aspecto a ser observado é a ocorrência de vegetação natural, onde podem existir banco de plântulas e banco de sementes, que podem servir como fonte de propágulos para a área a ser recuperada. KAJEYAMA e GANDARA (2001) observam que a ocorrência de tais situações determinará o grau de intervenção e o sistema a ser adotado.

Embora não tenhamos a intenção de reduzir a resolução dos problemas ambientais a “receitas simples e genéricas” vamos apresentar algumas sugestões para avaliar as situações, de tal forma que possamos estabelecer a escolha do método adequado a cada caso. Enfatizamos, que cada caso é único e assim deve ser tratado.

Genericamente pode-se indicar as seguintes intervenções: condução da **regeneração natural**, **plantio direto** e a **implantação de espécies arbustivo-arbóreas nativas regionais**. RODRIGUES e GANDOLFI (2001), sugerem, em alguns casos, quando possível, a transferência de propágulos alóctones (serapilheira e banco de sementes) e implantação de consórcios de espécies com uso de mudas e sementes.

Quando a área apresenta pequeno grau de perturbação, onde se observa a presença dos processos ecológicos (banco de sementes, de plântulas, rebrota, chuva de sementes), a **regeneração natural** é a estratégia indicada, uma vez que há possibilidade de auto-recuperação. As ações de intervenção consistem em isolar a área dos fatores perturbadores com a construção de cercas e aceiros (RODRIGUES, 2002).

O **plantio direto** ou semeadura direta pode ser empregado para áreas de difícil acesso ou áreas montanhosas, embora, não se restrinja a estes casos. ENGEL *et al.* (2002) observaram que, embora o desempenho não seja satisfatório, o baixo custo justifica esta alternativa econômica para a recuperação florestal.

A **implantação de espécies arbóreas** é um procedimento que permite pular as etapas iniciais da sucessão natural, onde surgem primeiramente espécies herbáceas e gramíneas que enriquecem o solo com matéria orgânica e alterando suas características e assim



permitindo o aparecimento de indivíduos arbustivo-arbóreos. Na implantação florestal esta etapa inicial é eliminada, plantando-se mudas de espécies arbóreas e arbustivas, num solo previamente corrigido e preparado. No plantio heterogêneo com espécies nativas regionais a implantação dos espécimes arbustivo-arbóreos pode ocorrer de forma simultânea, possibilitando a acomodação tanto de espécies pioneiras, quanto de não-pioneiras.

Para o estado de São Paulo, a Resolução SMA 47 de 26/11/2003, que altera e amplia a Resolução SMA21/01, fixa orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, determinando a implantação de, no mínimo, 80 espécies em áreas com mais de 1ha, visando garantir uma biodiversidade que possibilite a sustentabilidade da floresta implantada. Esta resolução cujas bases foram propostas pelo Instituto de Botânica em projeto coordenado por Luiz Mauro Barbosa, deve ser revista periodicamente para inserção de conhecimentos (teóricos, práticos e resultantes de pesquisa) num processo dinâmico de aperfeiçoamento.

### **Referência Bibliográfica**

ART, H.W. (ed.). Dicionário de ecologia e ciências ambientais. São Paulo: UNESP/Melhoramentos. 2001. 583.

BARBOSA, L.M. (coord.). Modelos de repovoamento vegetal para proteção de sistemas hídricos em áreas degradadas dos diversos biomas no Estado de São Paulo – relatório de atividades: fase I, São Paulo: CINEP: FAPESP, 2001.

BARBOSA, L.M.; MANTOVANI, V.W. Degradação ambiental: Conceituação e base para o repovoamento vegetal. In: WORKSHOP DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA SERRA DO MAR E FORMAÇÕES LITORÂNEAS. Anais... São Paulo: SMA, 2000.

BUDOWSKY, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. Turrialba, v.15. p.40-42. 1965.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining developing. Restoration Ecology, v.2, p.97-111, 1994.

ENGEL, V.L. *et al.* Implantação de espécies nativas em solos degradados a través de semeadura direta. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 5., 2002, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SOBRADE, 2002.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: Restauração ecológica de ecossistemas naturais.

KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E. de; MORAES, L.F.D. de; GANDARA, F.B. (orgs.) Botucatu: FEPAF, 2003. p.3-26.

FERNANDES, A. Fitogeografia brasileira. Fortaleza: Multigraf. 2000. 340p.

HAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 906p.

IBGE. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 19/02/2006.

KAJEYAMA, P.Y.; GANDARA, F. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO Fº, H.F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001.

MARGALEF, R. Ecologia. Barcelona: Omega. 1974. 951p.

MINTER/IBAMA. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p.

ODUM, E.P. Fundamentos de ecologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulberkian. 5ª ed. 1997. 927p.

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª ed. 2003.

RIZZINI, C.T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural. 1997. 747p.

RODRIGUES, R.R. Restauração de áreas degradadas no estado de São Paulo: iniciativas com base nos processos ecológicos. In: Reunião anual de pesquisa ambiental. Resumos... São Paulo: SMA, 2002.

RODRIGUES, R.E.; LEITÃO-FILHO, H. de F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001. 320 p.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO Fº, H.F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001.

TIVY, F. Ecosystem and disturbance. In: Biogeography: a study of plants in the ecosphere. Essex: Longman Scientific & Technical, 1993. p.293-310.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed. 2006. 592p.

# A IMPORTÂNCIA DA INTERAÇÃO ANIMAL-PLANTA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Karina Cavalheiro Barbosa<sup>1</sup>

## A recuperação de áreas degradadas e a interação animal-planta

A redução da cobertura vegetal, a fragmentação e o isolamento de paisagens, além de promover a perda da biodiversidade e de suas funções, são resultados, principalmente, da degradação ambiental ocasionada por intervenções antrópicas. Assim, a necessidade de reverter o quadro atual da degradação ambiental gera o desafio de se “recuperar” áreas desmatadas ou degradadas, tendo-se como preocupação ações para o restabelecimento das funções e da estrutura dos ecossistemas respeitando a diversidade de espécies, a sucessão ecológica e a representatividade genética entre populações (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996; BARBOSA, 2000a).

O conhecimento sobre as formações florestais nativas em todos os seus aspectos, a reconstituição de interações e da dinâmica dos ecossistemas, a fim de garantir a perpetuação e evolução de reflorestamentos no espaço e no tempo, torna-se fundamental na tentativa de recuperar áreas degradadas (PALMER *et al.*, 1997; RODRIGUES & GANDOLFI, 2000; BARBOSA & MARTINS, 2003).

O sucesso da recuperação de áreas degradadas está relacionado com: a) a sustentabilidade ou capacidade da comunidade perpetuar-se; b) a resistência à invasão de organismos que não fazem parte do ecossistema; c) a obtenção da produtividade semelhante à do ecossistema natural; d) o restabelecimento das interações bióticas e e) o estabelecimento de uma elevada capacidade de retenção de nutrientes. Tais constatações remetem à necessidade do melhor conhecimento das interações complexas e dos fenômenos que se desenvolvem no ecossistema e compreendem os processos que levam à estruturação e manutenção de um ambiente no decorrer do tempo. Incluem-se aí as interações bióticas, especialmente aquelas envolvendo polinização e dispersão de sementes (BARBOSA, 2000b; BARBOSA & MANTOVANI, 2000; RODRIGUES & GANDOLFI, 2000; LOISELLE & BLAKE, 1983; REIS *et al.*, 2003a; KAGEYAMA, 2003).

---

<sup>1</sup> Faculdade Editora Nacional – FAENAC, [cbkarina@yahoo.com](mailto:cbkarina@yahoo.com)

Também é preciso entender que, para promover reflorestamentos que simulem a auto-renovação da floresta após um determinado distúrbio, é fundamental que processos ecológicos como os envolvidos nas interações fauna-flora sejam considerados para maximizar os efeitos restauradores, promovendo condições de auto-sustentabilidade à floresta implantada (BARBOSA, 2000b). A complexidade característica, principalmente das florestas tropicais, entretanto, torna a restauração florestal uma tarefa difícil.

De maneira geral, o processo de sucessão acontece com maior facilidade quando existe disponibilidade de propágulos e condições ambientais adequadas para suportar as plantas estabelecidas a partir da chuva de sementes ou pelo banco de sementes no solo (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996). Há ainda a influência da proximidade de fragmentos florestais e de outros tipos de vegetação, da origem da degradação, das características da vegetação eliminada, dos fatores edáficos, e, em grande parte, das interações bióticas.

As relações entre plantas e animais envolvidas nos processos de regeneração de plantas são ainda pouco conhecidas. Se considerarmos a complexidade destas interações, há ainda muito a ser estudado a respeito das espécies e comunidades tropicais. Os atributos reprodutivos de uma espécie são importantes para determinar o sucesso e a auto-sustentabilidade de programas de restauração, pois demonstram a capacidade da mesma de colonizar áreas degradadas (ROSALES *et al.*, 1997).

### **A polinização e a Recuperação de Áreas Degradadas**

A polinização, processo de transporte de pólen para o estigma de uma flor, é citada por FAEGRI & VAN der PIJL (1979) como a interação fauna-flora que mais gerou co-evolução específica havendo, porém, um grande número de espécies de plantas generalistas, ou seja, que são polinizadas por vários animais.

Uma quantificação dos fatores responsáveis pela polinização de 143 espécies arbóreas de uma floresta tropical no México, efetuada por BAWA *et al.* (1985), apontou que os animais, em sua maioria os insetos, são responsáveis por 97,5% deste processo. Assim, é fácil entender que a existência de um equilíbrio dinâmico entre os animais polinizadores e as plantas polinizadas é fundamental já que a falta de um deles pode acarretar na degeneração ou mesmo na extinção do outro (REIS & KAGEYAMA, 2003).

Vários trabalhos têm demonstrado que espécies de estágios sucessionais iniciais têm polinizadores mais comuns e generalistas, enquanto que as de estágios sucessionais mais

avançados apresentam polinizadores especialistas e raros, apontando mais uma vez que o estabelecimento dos estágios sucessionais na recuperação de áreas degradadas é importante para manutenção da biodiversidade na comunidade (TEIXEIRA & MACHADO, 2000; BARROS, 2001; BEZERRA & MACHADO, 2003).

Em recuperação de áreas degradadas, um dos cuidados a ser tomado é a seleção das plantas utilizadas. Elas devem promover a maior diversidade possível de síndromes de polinização na comunidade e, ao mesmo tempo, contemplar todos os meses com floração, para manter os agentes polinizadores na área em processo de restauração (REIS & KAGEYAMA, 2003).

Deste modo, a existência de uma forte relação entre plantas e animais no processo de polinização faz com que, em recuperação de áreas degradadas, os polinizadores desempenhem um papel insubstituível na garantia do fluxo gênico e na formação de sementes de qualidade, o que está diretamente interligado com a manutenção da recuperação vegetal da área degradada e com a perpetuação da floresta implantada. Os estudos de biologia e fenologia reprodutiva das espécies poderão fornecer subsídios importantes aos processos de reflorestamento com espécies arbóreas nativas, o que pode levar ao aprimoramento da Resolução SMA 47/03 que fixa orientação para reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.

### **O processo de dispersão de sementes na Recuperação de Áreas Degradadas**

O processo de dispersão de sementes nada mais é que o transporte das mesmas a diferentes distâncias de sua planta-mãe (HOWE, 1986), esta distância pode variar de centímetros a quilômetros, dependendo da síndrome de dispersão associada. Este processo representa a ligação da última fase reprodutiva da planta com a primeira fase no recrutamento da população.

A dispersão de sementes é, portanto, um fator considerado essencial para a colonização de habitats e na constituição da estrutura espacial e temporal de populações de plantas. Processo este considerado chave na recobertura florestal de áreas degradadas porque o banco de sementes e outras fontes de regeneração (ex. brotos de caule ou raiz) têm sistematicamente sido eliminados por cultivos prolongados, corte ou fogo (NEPSTAD *et. al.*, 1990).

Além disso, a dispersão de sementes não apenas determina a área potencial de recrutamento, possibilitando a chegada de propágulos a locais mais favoráveis ao seu

estabelecimento, como também influencia os processos subseqüentes, tais como a predação, a competição por recursos (luz, água e nutrientes) e a reprodução (polinização). Quanto mais distante estiverem os indivíduos de uma mesma espécie, maior a probabilidade destes não serem relacionados geneticamente e, portanto, de produzirem descendentes com maiores chances de sucesso do que uma progênie derivada de indivíduos aparentados. A distância de dispersão, portanto, afeta a taxa de fluxo gênico, e conseqüentemente, a estrutura genética dentro e entre populações (NATHAN & MULLER-LANDAU, 2000).

Segundo Morellato & Leitão Filho (1992), cerca de 60 a 90% das espécies vegetais de florestas tropicais são zoocóricas, ou seja, têm suas sementes dispersas por animais, assim o estabelecimento da relação entre planta-frugívoro em áreas degradadas certamente é essencial para a conservação de uma floresta existente ou na aceleração do processo de reflorestamento.

A presença de espécies animais dispersoras, além de agregar valor ecológico à comunidade com o aumento da complexidade de interações, é fundamental para a manutenção do equilíbrio dinâmico das áreas a serem recuperadas ou em processo de recuperação. Disponibilizar sementes o ano todo, mais uma vez, é de extrema importância para que os animais dispersores permaneçam na área desejada.

Dependendo do histórico e grau de degradação, o procedimento menos dispendioso para a recuperação de áreas degradadas é a regeneração natural; entretanto, este processo é freqüentemente limitado pela ausência de matrizes produtoras de sementes próximas, dos vetores de dispersão destas sementes e de sementes no banco do solo (relacionado ao tempo e intensidade do uso do solo), sendo necessárias algumas intervenções para possibilitar a indução do padrão espacial identificado nas comunidades naturais encontradas em estágios sucessionais avançados.

Experimentos com a introdução de espécies nativas com capacidade de atrair animais dispersores, principalmente aves e morcegos, têm demonstrado que esta prática é eficiente para o sucesso de muitos programas de recuperação de áreas degradadas (ROBINSON & HANDEL, 1993).

Se considerarmos o nível atual de conhecimento dos processos ecológicos relacionados à dispersão de sementes e a evidente importância de animais frugívoros interagindo com as espécies vegetais das florestas e de fragmentos remanescentes, é

possível entender as novas tendências e estratégias que vêm sendo discutidas para a recuperação de áreas degradadas.

### **Dispersão de sementes e nucleação: ferramentas para recuperação de áreas degradadas**

Antes de discutir o processo de nucleação, é preciso desvincular a idéia de restauração/regeneração do sentido meramente aplicado, ou seja, como sendo uma atividade planejada e desenvolvida de forma artificial pelo homem em função de seus interesses. É preciso ainda conhecer as evidências deste processo em escala natural como reflexo apenas dos fatores ambientais. A ocorrência de clareiras pode ilustrar bem a dinâmica que é estabelecida quando este ocorre de forma natural. A recomposição da vegetação em áreas alteradas pela queda de árvores pode ocorrer através da emergência do banco de sementes presente no solo ou do banco de plântulas e indivíduos jovens no sub-bosque (SILVA, 2003).

Diásporos recém-chegados ao novo ambiente, trazidos por agentes bióticos ou abióticos de dispersão, são outra fonte para a recomposição da vegetação. Um grande número de sementes é depositado nas clareiras em função dos novos espaços criados para o deslocamento de dispersores. Aves e morcegos são freqüentadores habituais de clareiras e outros espaços abertos no interior de florestas, além de freqüentarem outros ambientes alterados deslocando-se por amplos espaços abertos entre fragmentos florestais. Estes animais transportam diariamente centenas de sementes que são incorporadas ao banco de sementes do solo ou germinam. Muitas destas sementes provêm de espécies pioneiras e de ambientes semelhantes ao de clareiras e bordas de mata em processo de sucessão secundária (SILVA, 2003).

O conhecimento acerca dos agentes dispersores mais importantes, seus comportamentos característicos, os ambientes que freqüentam e as plantas que dispersam, pode ser utilizado para manipular este processo natural em benefício da recuperação de áreas degradadas (SILVA 2003). Assim, é possível incrementar a deposição de propágulos deslocando a chuva de sementes para locais específicos. GUEVARA *et al.* (1986), demonstraram que, no México, árvores remanescentes em pastagens funcionam como focos de recrutamento de sementes dispersas por animais, pois, tornam-se pontos de pouso para animais frugívoros, principalmente aves e morcegos, que depositam propágulos vegetais sob elas. São, portanto, árvores que funcionam como núcleos para deposição de

sementes que se estabelecem e permitem a continuidade do processo de sucessão vegetal na área.

A nucleação é um conjunto de técnicas de recuperação que consiste na utilização de espécies capazes de propiciar significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento na probabilidade de ocupação do ambiente por outras espécies (YARRANTON & MORRISON, 1974), como uma forma de restituir uma biodiversidade condizente com as características da paisagem e das condições microclimáticas locais (REIS *et al.*, 2003<sup>a</sup>, 2003b). Entre as técnicas utilizadas na nucleação estão: a transposição de solos e de serapilheira, a instalação de poleiros artificiais e naturais, além do plantio de pequenas ilhas de vegetação.

O uso de poleiros é uma das técnicas mais difundidas de nucleação. Se considerarmos que as áreas a serem recuperadas ou revegetadas apresentam-se, na maioria das vezes, cobertas apenas por herbáceas, um agrupamento de árvores, arbustos ou de estruturas com função análoga, como galhos ou troncos, pode aumentar a complexidade estrutural da vegetação mesmo que não disponibilize frutos, mas sirva apenas como ‘poleiros’, tornando-se focos de recrutamento e aumentando a diversidade de sementes que chegam e são incorporadas no banco do solo, constituindo assim, o centro de estabelecimento com o subsequente crescimento das espécies dispersas por pássaros e morcegos dentro da área (McDONNELL & STILES, 1983; ROBINSON & HANDEL, 1993).

Os resultados obtidos por diversos autores que estudaram a influência de ‘poleiros’ naturais ou artificiais sobre a sucessão vegetal em áreas degradadas, indicam que a diversidade e quantidade da deposição de sementes a eles associados estão relacionadas diretamente com o tamanho das árvores e, principalmente, da distância da fonte potencial de sementes, como fragmentos florestais ou reservas ambientais (ROBINSON & HANDEL, 1993), visto que a maior parte das espécies não pode ser dispersa a longas distâncias.

De fato, muitas vezes, foi observado que logo após a instalação destes ‘atrativos’ a maior parte da chuva de sementes é composta por espécies arbustivas ou arbóreas que ocorrem em locais alterados das vizinhanças e não do interior das florestas, sendo que as espécies de sementes grandes chegam a estes locais de início de sucessão mais lentamente (GABBE *et al.*, 2002). Muitas destas espécies podem ser ‘isoladas’ a pequenas distâncias



(por ex. 50m), e, portanto, são mais susceptíveis à extinção em decorrência da fragmentação e alteração dos remanescentes (HEWITT & KELLMAN, 2002).

Além disso, devido às condições físicas rigorosas criadas pela sucessão primária e/ou a alta predação sobre as sementes, nem sempre é obtido o recrutamento das espécies desejadas de plantas que caracterizam os estádios sucessionais tardios, indicando que esta ação tem uma capacidade limitada para melhorar a diversidade de plantas sob esta condição (McCLANAHAN & WOLFE, 1983).

Em locais onde não existem fontes de propágulos o processo de nucleação fica comprometido. Neste caso, o plantio de árvores e a recuperação de solos são determinantes para o sucesso da recuperação. O plantio de espécies zoocóricas que poderão servir como poleiros naturais tem sido realizado como uma forma de consorciar as técnicas de nucleação e plantio e tem se mostrado uma tendência atual.

Muitos aspectos da restauração de áreas estão sendo exaustivamente discutidos e testados, porém um dos maiores consensos refere-se à importância do restabelecimento da biodiversidade dessas áreas, envolvendo as diversas formas de vida vegetal, animal e suas interações (RODRIGUES & GANDOLFI, 2003). Desta maneira, tendências atuais para estratégias de restauração de áreas degradadas são fundamentadas em conservação e manutenção da biodiversidade. Neste sentido, a dispersão de sementes desempenha papel importante no estabelecimento de uma floresta heterogênea com possibilidade real de estabilidade e de manutenção de boa diversidade.

### **Considerações Finais**

Na situação atual da cobertura florestal no estado de São Paulo, com a presença de uma paisagem comprometida, com pequenos fragmentos isolados e, quase sempre, com algum grau de degradação, os principais procedimentos de recuperação recomendados envolvem o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas.

Ainda assim, a utilização de espécies vegetais capazes de atrair e manter a fauna junto as florestas implantadas tem se mostrado de grande valia para a aceleração da sucessão vegetal, favorecendo processos importantes para a sustentabilidade das mesmas, como a polinização e a dispersão de sementes.

Além disso, a conexão entre remanescentes florestais de pequeno tamanho deve ser priorizada em planos de conservação e recuperação de áreas degradadas. Tais conexões podem permitir o trânsito de espécies de polinizadores e dispersores chave para a

manutenção dos fragmentos, especialmente daquelas que requerem uma grande área de vida.

Os estudos de recuperação de áreas degradadas possuem, hoje, o desafio de qualificar e aperfeiçoar modelos e situações a serem recuperadas conforme recomendado pela Resolução SMA 47/03, importante ferramenta que orienta a implantação de reflorestamentos heterogêneos no estado de São Paulo, abordando diferentes aspectos. A referida resolução já destacou a necessidade de considerar os processos de interação fauna-flora como um aspecto importante a ser estudado.

Assim sendo, as pesquisas realizadas sobre a temática recuperação de áreas degradadas associada às interações fauna-flora vêm ampliar o ainda escasso conhecimento existente, a fim, também, de aperfeiçoar o uso de associações ecológicas que são fundamentais para a qualificação e perpetuação dos reflorestamentos.

### **Referências Bibliográficas**

BARBOSA, L.M. (coord.). Recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas. São Paulo: SMA/CEAM/CINP, 2000 a. 138 p.

BARBOSA, L.M. (coord.) Manual sobre Princípios de Recuperação de Áreas Degradadas. São Paulo: SMA/CEAM/CINP, 2000 b.76p.

BARBOSA, L.M. & MANTOVANI, W. Degradação ambiental; conceituação e bases para o repovoamento vegetal. In: BARBOSA, L.M. (coord.). Recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas. São Paulo: SMA/CEAM/CINP, 2000. p. 33-40.

BARBOSA, L.M. & MARTINS, S.E. Diversificando o Reflorestamento no Estado de São Paulo: espécies disponíveis por região e ecossistema. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. 64 p. (Manual 10).

BARROS, M.G. 2001. Ecologia da polinização de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. E *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) em cerrado do Brasil Central. Revta. Brasil. Bot. 24(3) pp. 255-262.

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

BEZERRA, E.L.S. & MACHADO, I.C. 2003. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramamifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. Acta Bot. Bras. 17(2) pp. 247-257.

CRAWLEY, M. J. 1989. Plant Ecology. Blackwell Scientific Publications, London, 496pp.

FAEGRI, K. & van der PIJL, L. 1979. Principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra.

GABBE, A.P.; Robinson, S.K & Brawn, J.D. 2002. Tree-Species Preferences of Foraging Insectivorous Birds: Implications for Floodplain Forest Restoration. *Conservation Biology* 16 (2): 462-470.

GUEVARA, S.; PURATA, S. E.; van der MAAREL, E. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio*, n. 66, p. 77-84, 1986.

Hewitt, N. & Kellman, M. 2002. Tree seed dispersal among forest fragments: II. Dispersal abilities and biogeographical controls. *Journal of Biogeography* 29(3): 351-363.

HOWE, S. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. *Seed Dispersal*. New York: Academic Press. pp.123-183.

KAGEYAMA, P.Y. Reflexos e potenciais da Resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 7-12.

LOISELLE, B.A.; BLAKE, J.G. Potencial consequences of extinction of frugivorous birds for shrubs of a Tropical Wet Forest. In: LEVEY, D.J.; SILVA, W.R. & MACDONNEL, M.J.; STILES, E.W. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia* 56: 109-116. 1983.

McDONNEL, M.J. & STILES, E.W. The Structural complexity of the old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia* 56: 109-116, 1993.

McCLANAHAN, T. R. & WOLFE, R. W. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7 (2): 279-288, 1993.

MORELLATO, L.P., LEITÃO FILHO, H.F. 1992. 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. São Paulo: Editora da UNICAMP/FAPESP. pp.112-141.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 15, p. 278-285, 2000.

NEPSTAD, D. UHL, C. & SERRÃO, E.A.S. 1990. Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragominas, Para, Brazil. In: ANDERSON, A.B. Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the amazon rain forest. New York: Columbia Univ. Pr. P. 215-229.

PALMER, M.A.; AMBROSE, R.F.; POFF, N.L. Ecological theory and community restoration. *Restoration Ecology* 5 (4): 291-300. 1997.

REIS, A. & KAGEYAMA, P.Y. 2003 Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y., OLIVEIRA, R.E., MORAES, L.F.D., ENGEL, V.L. & GANDARA, F.B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF. P. 91-110.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B. de; VIEIRA, N.K. Restauração de Áreas Degradadas: A nucleação como base para Processos Sucessionais. Revista Natureza & Conservação, v. 1, n.1. 2003 a.

REIS, A.; ESPÍNDOLA, M.B. de; VIEIRA, N.K. A nucleação como ferramenta para restauração ambiental. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica, 2003 b. p. 32-39.

ROBINSON, G.R. & HANDEL, S.N. Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal. Conservation Biology 7(2): 271 – 278, 1993.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de Florestas Nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. Rev. Bras. Hort. Orn., Campinas, v. 2, n. 1, p. 4-15. 1996.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. Avanços e perspectivas na recuperação de áreas dentro dos Programas de Adequação Ambiental. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 5-6.

ROSALES, J., GUENCA, G., RAMÍREZ, N. & DE ANDRADE, Z. 1997. Native colonizing species and degraded land restoration in La Gran Sabana, Venezuela. Restoration Ecology 5(2) pp. 147-155.

RICKLEFS, R. 2003. A economia da natureza. 5<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan. 470p.

SILVA, W.R. 2003. A importância das interações animal-planta nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P.Y., OLIVEIRA, R.E., MORAES, L.F.D., ENGEL, V.L. & GANDARA, F.B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF. P. 77-90.

TEIXEIRA, L.A.G. & MACHADO, I.C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). Acta bot. Bras. 14(3) pp. 347-357.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamic of a primary succession: nucleation. Journal of Ecology 62 (2): 417-428. 1974.

# A INTERAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Rose Mary Reis Duarte<sup>1</sup>

José Carlos Casagrande<sup>2</sup>

## Introdução

A recuperação de áreas degradadas deve levar em conta os componentes do sistema solo-planta-atmosfera buscando uma recuperação integrada dos processos biológicos. Para tanto, o enriquecimento ou revegetação deve ser objeto da atuação de equipes multidisciplinares, detectando problemas e buscando soluções nos diversos segmentos do conhecimento científico: solo (fertilidade, física, biota, ciclagem de nutrientes etc); planta (botânica, fisiologia, interações com animais, etc) e atmosfera (climatologia, física ambiental etc).

O solo, por sua vez, deve ser abordado do ponto de vista químico, físico e biológico. Para cada caso, a questão posta é saber como e o quanto foi degradado, para que se possa planejar o processo de recuperação elaborando alternativas de manejo. As avaliações dizem respeito à acidez, matéria orgânica, riqueza de nutrientes (macro e micro), capacidade de retenção de cátions, compactação, porosidade, estrutura, infiltração e retenção de água, erosão, microbiologia do solo, etc.

A recuperação da capacidade de produção vegetal do solo depende da adequação de propriedades de ordem qualitativa e quantitativa. Qualitativa com o propósito de recuperar o potencial de produção, que tem na capacidade de retenção de cátions (CTC) e água seus principais componentes, e quantitativa para repor os nutrientes com teores deficientes ou reduzir níveis de elementos tóxicos que limitam o desenvolvimento da vegetação.

---

<sup>1</sup> Universidade Guarulhos – UNG, [rosimary@terra.com.br](mailto:rosimary@terra.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, [bighouse@power.ufscar.br](mailto:bighouse@power.ufscar.br)

A escolha das espécies a serem utilizadas, bem como a distribuição espacial no plantio de áreas a serem recuperadas, tem sido abordadas por vários pesquisadores que propuseram diferentes critérios para os diferentes biomas e situações. Aqui apresentamos uma proposta que surgiu de um estudo desenvolvido por Reis-Duarte (2004) na Restinga das Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta (Ubatuba).

### **Considerações gerais sobre solos**

O solo deve ser visto como um corpo tridimensional e não apenas a camada de 0 a 20cm, normalmente utilizada para as avaliações de fertilidade. As ações do clima e dos organismos vivos, atuando ao longo do tempo sobre as rochas, sedimentos e materiais orgânicos, promovem sua transformação, originando diferentes solos sob variadas condições de relevo.

Os solos podem ser mais ou menos férteis em função dos minerais presentes na rocha de origem. Solos originários de arenito normalmente são de baixa fertilidade, resultado da pobreza de elementos químicos essenciais para as plantas no material de origem. Por outro lado, rocha como o basalto resulta em solo fértil. Além disso, a fertilidade do solo também depende da intensidade do intemperismo, pois, sob condições de intemperismo intenso, os minerais que contribuem para o enriquecimento da fertilidade do solo são eliminados do sistema. Assim, em função do grau de intemperismo, os solos podem ser divididos em “novos” e “velhos”. Os solos jovens são menos profundos e tendem a ser mais ricos em nutrientes. Os mais velhos, como os latossolos, são profundos e tiveram o cálcio e magnésio lixiviados, resultando em baixa fertilidade. As areias quartzosas, apesar de serem jovens, são solos profundos e de baixa fertilidade, em função da composição mineral do material de origem, com predomínio de quartzo.

A fertilidade do solo é avaliada pela soma de bases ( $SB = K + Ca + Mg$ ), capacidade de troca de cátions ( $CTC = K + Ca + Mg + H + Al$ ), saturação por bases ( $V\% = 100 \times SB / CTC$ ), saturação por alumínio ( $m = 100 \times Al / Al + SB$ ), grau de acidez (pH), e teores de fósforo (P), enxofre (S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Solos eutróficos apresentam saturação por bases (V%) igual ou superior a 50%, sendo solos de alta fertilidade, com pouco ou sem alumínio; solos distróficos apresentam saturação por bases menor que 50%, sendo de baixa fertilidade, podendo apresentar elevado teor de alumínio; solos álicos apresentam saturação por alumínio (m%) maior ou igual a 50%, sendo, normalmente, solos de baixa fertilidade. O excesso de alumínio no solo impede o

desenvolvimento do sistema radicular, resultando na exploração de menor volume de solo e, conseqüentemente, absorvendo menor quantidade de água e nutrientes.

A textura, densidade, porosidade e capacidade de água disponível são importantes atributos físicos do solo. A textura refere-se às proporções das frações granulométricas de areia, silte ou limo e argila na massa do solo. Os solos que apresentam elevados teores de areia na superfície e elevado teor de argila abaixo são altamente susceptíveis à erosão, pois ocorre rápida infiltração de água no horizonte superficial e lenta logo abaixo, favorecendo a formação de voçorocas. A porosidade refere-se ao volume ocupado pela água e pelo ar, variando com a textura e estado de agregação do solo. Os macroporos (> 0,05mm de diâmetro) são responsáveis pela aeração, enquanto os microporos (< 0,05mm) são responsáveis pela retenção de água do solo. Um solo ideal é aquele que apresenta o espaço poroso dividido igualmente em macro e microporos, permitindo boa aeração, permeabilidade e retenção de água. Os solos argilosos apresentam maior microporosidade que os arenosos. A porosidade do solo pode ser afetada por máquinas, tornando o solo compactado, afetando sua porosidade, alterando a permeabilidade e o desenvolvimento radicular. A capacidade de água disponível (CAD) do solo é representada pela água contida entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. A CAD aumenta com o teor de argila do solo.

### **Principais tipos de solos**

Associados às regiões de mananciais ocorrem diferentes tipos de solos, tais como latossolos, neossolos, argissolos, gleissolos etc., com ampla variação da textura, da retenção de água e de fertilidade. Os solos situados nas cotas mais baixas podem ter uma constituição bastante variável, como o neossolo flúvico, formado por deposição. Esta variação no perfil do solo também ocorre com a matéria orgânica, conferindo-lhe larga amplitude na capacidade de retenção de cátions.

As informações sobre os principais tipos de solos foram obtidas de Rezende *et al.* (1997), EMBRAPA (1999) e Souza & Lobato (2002). A seguir, discorre-se sobre a caracterização dos principais tipos de solo, o nome entre parênteses representa a classificação antiga:

- *Latossolo* (latossolo): são muito intemperizados, bem drenados, profundos, com teores de argila constantes ao longo do perfil, podendo variar de 15 a 80% de um solo para outro, com cores indo do vermelho escuro ao amarelo. A fração

argila é composta principalmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, caracterizando-os como solos altamente intemperizados. Em sua maioria são distróficos, pois a porcentagem de saturação por bases, geralmente é inferior a 50%, são fortes a medianamente ácidos, têm baixos valores de capacidade de troca de cátions (CTC), são álicos, com saturação por alumínio (m) maior que 50%. O teor de fósforo disponível é muito baixo, demonstrando elevada capacidade de adsorção pelos óxidos de ferro e alumínio. Apresentam baixos teores de enxofre e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Em geral, são solos com grandes problemas de fertilidade e ocorrem em relevo suave ou ondulado.

- Neossolo quartzarênico (areia quartzosa): a areia quartzosa é representada por solos arenosos profundos, sem diferenciação de horizontes ao longo do perfil, com elevada permeabilidade; o teor de argila é inferior a 15%. São solos sem minerais primários facilmente decomponíveis. Praticamente não apresentam estrutura, conseqüentemente com capacidade de retenção de água muito baixa. A fertilidade natural desses solos é muito baixa, com carência generalizada de nutrientes, apresentando elevada acidez e baixos teores de matéria orgânica. A saturação por alumínio é elevada e o nível de fósforo muito baixo, assim como é muito baixo o valor da capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB) e de saturação por bases (V). Estes solos são rapidamente degradados pela agricultura, principalmente pela rápida perda de matéria orgânica. Devido à baixa capacidade de agregação das partículas, resultante dos baixos teores de argila e matéria orgânica, estes solos têm pequena capacidade de retenção de água e são muito suscetíveis à erosão, mesmo ocorrendo em terreno plano ou suave – ondulado.
- Argissolo (Podzólico): o horizonte superficial normalmente é mais arenoso e com coloração mais clara que o horizonte de subsuperfície, que é mais argiloso. Estes solos podem ser eutróficos, distróficos ou álicos, com profundidade e classe textural variáveis, podendo apresentar pedregosidade. Apresentam problemas sérios de erosão, sendo tanto maior quanto maior for o gradiente textural e a declividade do terreno, que varia de ondulado (8 a 20%) a forte – ondulado (20 a 40%).



- Gleissolo (hidromórfico): os solos hidromórficos são periodicamente ou permanentemente saturados por água. São solos com horizonte A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado, chamado horizonte glei, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução). São solos mal ou muito mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil. Ocorrem em relevo plano em baixadas, próximas às drenagens, e normalmente recebem materiais de áreas mais altas. Podem apresentar argilas de atividade alta ou baixa, ser pobres ou ricos em bases ou com teores altos de alumínio. A maior dificuldade para o manejo desses solos é a presença do lençol freático elevado, raramente apresentando fertilidade alta.
- Neossolo flúvico (aluvial): são solos provenientes de depósitos aluviais, geralmente apresentando um horizonte superficial escurecido sobre camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si. Como consequência dessa formação, apresenta ampla variabilidade horizontal e vertical, com decréscimo irregular do conteúdo de carbono em profundidade. O desenvolvimento de pesquisas neste tipo de solo, principalmente de ocorrência de matas ciliares, exige que se faça uma cuidadosa amostragem para caracterizá-lo adequadamente, devido à sua variabilidade.
- Neossolo litólico (litólico): são solos rasos, com menos de 40cm de espessura, assentado diretamente sobre a rocha. Geralmente estão presentes em condições de topografia acidentada. É comum a ocorrência desses solos onde há muitos afloramentos de rochas, onde é freqüente a ocorrência de deslizamentos. Estão sujeitos a intensas remoções de nutrientes, podendo ser eutróficos, distróficos ou álicos, em função da rocha de origem e das condições climáticas.

### **Recuperação do solo**

Conforme abordado por Blum (1998), a degradação do solo pode ser entendida como a perda ou redução da energia do solo, uma vez que todas as funções e usos dependem de energia. Assim sendo, degradação do solo significa mudança do estado de equilíbrio, de maior para menor energia, onde os processos biológicos são alterados em alguma intensidade. Para o solo, o efeito será tanto maior quanto mais intensa for a ação destruidora sobre a vegetação, alterando ou eliminando a ciclagem de nutrientes. Além

disso, o rompimento do equilíbrio pode ser maior ainda com a retirada da camada superficial do solo, o que se dá pela erosão, mineração, expansão urbana, etc. Como consequência, quanto mais distante estiver o solo do equilíbrio original, maior será a dificuldade para sua recuperação ou para a recuperação dos processos biológicos.

O princípio a nortear a recuperação de áreas degradadas, quanto à fertilidade e outros atributos do solo é restabelecer suas funções de modo a propiciar condições iniciais adequadas para a revegetação.

A principal e mais difícil recuperação a ser feita no solo degradado é qualitativa e diz respeito ao seu potencial para o desenvolvimento da vegetação, englobando retenção de água e nutrientes. A capacidade produtiva do solo, no entanto, depende também de fatores quantitativos. Os atributos qualitativos e quantitativos do solo estão presentes em suas propriedades químicas e físicas, além das microbiológicas.

A propriedade química mais importante do solo é a capacidade de troca de cátions (CTC), responsável pela magnitude da retenção e impedimento da lixiviação de cátions (Na, K, Ca e Mg) ao longo do perfil do solo, deixando-os próximos ao sistema radicular. A CTC é tanto mais importante e mais crítica quanto mais arenoso é o solo. Os solos mais arenosos apresentam menores teores de matéria orgânica e argila e, conseqüentemente, menores CTC. A matéria orgânica da camada superficial dos solos (cerca de 20cm) representa cerca de 70% da CTC, sendo que esta matéria orgânica diminui com a perda da vegetação. Além da CTC se tornar menor, a formação de agregados e microagregados pela matéria orgânica também é diminuída (a matéria orgânica funciona como agente cimentante de partículas de argila e outros colóides do solo), resultando em menor microporosidade e, conseqüentemente, menor capacidade de retenção de água. Ao mesmo tempo, a diminuição da matéria orgânica também resulta na redução da microbiota do solo. A situação é mais drástica em solo minerado, pois o subsolo apresenta-se praticamente sem matéria orgânica. Longo *et al.* (2002), avaliando a recuperação de áreas degradadas por mineração de cassiterita, verificou maior altura e diâmetro das espécies florestais introduzidas nas áreas onde se colocou *topsoil*, com algumas características de estruturação do horizonte superficial, com abundância de raízes e maior teor de matéria orgânica do solo, diferindo significativamente das áreas que não receberam este tratamento.

O segundo ponto importante para a recuperação do solo degradado é quantitativo, é a recolocação dos nutrientes essenciais que foram perdidos por erosão ou lixiviação com a retirada da vegetação. Tanto os macro como os micro nutrientes são importantes, embora

alguns devam receber atenção especial em função de seu comportamento no solo e funções na planta. É o caso do fósforo e do cálcio. O fósforo é imóvel, principalmente nos latossolos, argilosos ricos em óxidos de ferro e alumínio, além dos solos brasileiros serem naturalmente pobres deste nutriente. Dada à sua imobilidade e à sua escassez, é importante que esteja localizado onde ocorrerá o desenvolvimento do sistema radicular, evitando que as raízes se desenvolvam pouco e apenas superficialmente. Quanto ao cálcio, este impede o desenvolvimento do sistema radicular se estiver deficiente no solo, o que também resulta no desenvolvimento superficial e restrito do sistema radicular, retardando ou levando ao insucesso da revegetação. Junto com a deficiência de cálcio é comum aparecer excesso de alumínio em profundidade, impedindo o desenvolvimento do sistema radicular. Com a falta de cálcio e/ou excesso de alumínio em profundidade o sistema radicular desenvolve-se superficialmente, resultando em exploração de um menor volume de solo, com conseqüente menor absorção de água e nutrientes. Resultados de análise química de solo da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta mostraram que os nutrientes estão concentrados na camada superficial de 5cm de solo (Reis-Duarte *et al.*, 2002). Além disso, os teores de nitrogênio, potássio, enxofre e micronutrientes também devem ser levados em conta. Em todos os casos deve ser feita análise de solo para se saber as principais deficiências nutricionais.

Deve ser lembrado que as florestas são sustentadas por solos muitas vezes pobres, sendo a vegetação mantida pela ciclagem de nutrientes, sendo ela a principal reserva mineral. Quando a vegetação é retirada e o ciclo é interrompido, a única reserva é a do solo, que não terá mais a adição de nutrientes e matéria orgânica, sofrendo, assim, perdas por erosão e lixiviação. Portanto, ao se tentar revegetar a área, não haverá reserva nutricional suficiente para propiciar o desenvolvimento inicial da vegetação. Além disso, com baixas reservas, o desenvolvimento radicular será, como já dito antes, superficial, diminuindo o volume de solo explorado, resultando em menor absorção de água e nutrientes.

As análises de solos também servem para inventariar e caracterizar o estado de fertilidade das áreas degradadas, tendo elevada importância para compor o histórico dessas áreas, com o objetivo de melhorar a compreensão sobre o solo e auxiliar na tomada de decisão sobre o processo de revegetação.

As áreas das quais o solo foi em parte removido são as mais degradadas, uma vez que o solo da superfície com todos os nutrientes e matéria orgânica foi retirado, afetando o solo

qualitativa e quantitativamente, diminuindo a capacidade de promover o desenvolvimento vegetal. O subsolo, agora na superfície, praticamente sem matéria orgânica, perde significativamente a capacidade de reter água e nutrientes.

Partindo-se dessas considerações, sugere-se que um modelo de recuperação de áreas degradadas recomponha o potencial de produção vegetal do solo, repondo principalmente a matéria orgânica, e também os nutrientes necessários à exploração de um maior volume de solo pelo aprofundamento do sistema radicular, principalmente fósforo e cálcio, além da diminuição do excesso de alumínio, sem deixar de corrigir os demais nutrientes em função da análise química do solo. Com a reposição da matéria orgânica, também será recuperada a capacidade de retenção de água do solo.

A compactação do solo induzida pelo homem tem aumentado significativamente nas últimas décadas, principalmente pelo tráfego de veículos pesados. A agricultura mecanizada pode causar compactação tanto na camada arável como no subsolo, sendo a primeira mais facilmente corrigida. No entanto, em levantamento realizado por Melo *et al.* (2002), no estado de São Paulo, a compactação causada pela pecuária tem sido a principal causa de degradação do solo.

Entende-se por compactação do solo o decréscimo de volume pela expulsão do ar do solo, levando a um aumento de sua densidade. A compactação do solo altera propriedades básicas do solo, principalmente o volume e a distribuição dos macros e microporos. Estas propriedades têm grande influência na elongação das raízes das plantas, no armazenamento e movimentação de água, ar e calor do solo. O efeito negativo da compactação no desenvolvimento vegetal é função do reduzido crescimento radicular, devido à resistência à penetração das raízes. A infiltração de água no perfil do solo é diminuída, com aumento do escoamento superficial, causando erosão, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

### **Fertilidade do Solo: Pontos chaves para recuperação**

- **Matéria orgânica do solo** - a matéria orgânica desempenha funções básicas no solo, sendo sensível às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. Muitos atributos do solo têm estreita relação com a matéria orgânica: estabilidade dos agregados e da estrutura (agente cimentante), infiltração e retenção de água (porosidade), resistência à erosão (agente cimentante), atividade/diversificação biológica (substrato), capacidade de troca

de cátions/lixiviação de nutrientes (CTC), disponibilidade de nutrientes (composição), constituindo-se num componente fundamental da capacidade produtiva dos solos.

Sob vegetação natural o conteúdo de matéria orgânica do solo é estável, sendo a diminuição do seu teor um dos principais fatores indicativos de degradação, uma vez que ela reflete a mudança do estado de equilíbrio do solo em função do manejo. A perturbação antrópica de um sistema estável normalmente causa mais perdas do que ganhos de carbono, implicando na redução de seu teor ao longo do tempo, com conseqüente degradação da qualidade do solo no desempenho de suas funções básicas.

Nas regiões tropicais e subtropicais é significativa a contribuição da matéria orgânica na CTC do solo. Nas camadas superficiais de diversos solos agrícolas do estado de São Paulo, Raij (1969) verificou que, em média, a CTC da matéria orgânica representa 70 % da CTC total do solo. Valor semelhante foi obtido por Reis-Duarte (2004) em solo de restinga da Ilha Anchieta. A comparação de um solo com mata e outro cultivado com cana-de-açúcar por cinquenta anos, evidenciou que o principal efeito causado pela retirada da mata e cultivo da cana ocorreu sobre a matéria orgânica, que passou de 3,6 para 2,0%, causando uma redução de 40% na CTC do solo (Casagrande & Dias, 2001).

A matéria orgânica também funciona como fonte de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e enxofre e micronutrientes, além de diminuir a toxidez de poluentes.

Quanto às características físicas, a mais influenciada pela matéria orgânica é a agregação, a qual afeta a densidade, porosidade, a aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água, que são as fundamentais para a capacidade produtiva do solo. Os agregados são unidades básicas da estrutura do solo e a matéria orgânica determina, como agente cimentante, a estabilização desses agregados.

A matéria orgânica também afeta diretamente as características biológicas do solo, atuando como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos. A vegetação tem grande influência sobre a biomassa e atividade microbiana, já que o maior retorno de resíduos vegetais resulta na elevação do teor de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, em maior

atividade microbiana, tornando o ambiente edáfico mais adequado aos microrganismos devido aos efeitos de umidade, temperatura, agregação e conteúdo de nutrientes.

- **Cálcio e alumínio:** ao se considerar as restrições impostas por solos ácidos ao desenvolvimento vegetal, destacam-se o excesso de alumínio e a deficiência de nutrientes, especialmente de fósforo e cálcio.

Sob condições de elevada acidez, a maioria das espécies sofre significativa redução no crescimento. A resposta das espécies florestais nativas é bastante variada quanto à acidez do solo e saturação por bases e alumínio (Valle *et al.*, 1996; Furtini Neto *et al.*, 1999, 1999ab). Valle *et al.* (1996) verificaram significativas diferenças quanto ao crescimento e desenvolvimento de raízes em solos ácidos, tolerância à baixa toxicidade por alumínio e à baixa disponibilidade de cálcio para *Enterobium contortisiliquum* (tamboril), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Melia azedarach* (cinamomo), *Trema micrantha* (trema), *Schizolobium parayba* (guapuruvú), *Sesbania virgata* (sesbania), *Caesalpinia ferrea* (pau ferro), *Cedrela fissilis* (cedro), *Pelthophorum dubium* (canafístula), *Albizia lebeck* (albizia), *Mimosa scrabella* (bracatinga), *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá) e *Acácia mangium* (acácia mangium). Segundo Furtini Neto *et al.* (1999b, 2000), a elevada saturação por alumínio foi a causa principal que limitou o crescimento de mudas de *Senna multijuga* (cássia verrugosa), *Schizolobium stans* (ipê mirim), *Anaderanthera falcata* (angico do cerrado) e *Cedrela fissilis* (cedro). Estudando espécies florestais de diferentes grupos funcionais, Furtini Neto *et al.* (1999a) verificaram que as espécies clímax foram menos eficientes que as pioneiras e secundárias quanto ao aproveitamento de fósforo, cálcio e magnésio do solo. As espécies de crescimento lento adaptam-se melhor às condições de baixa fertilidade do solo, com baixas respostas à sua melhoria.

O teor de alumínio no solo provoca redução no crescimento das raízes (Pavan 1982). As raízes também não crescem em solos deficientes em cálcio, que é essencial para a divisão e funcionalidade da membrana celular (Ritchey *et al.* 1982), pois está relacionada às proteínas que a constituem e às pectinas da parede celular. A sua exigência, em termos quantitativos é pequena, porém, deve estar presente nos pontos de crescimento, pois não há translocação do

cálcio do floema para as raízes (Ritchey *et al.* 1980). A profundidade do sistema radicular é um importante indicador de qualidade do solo, pois está relacionado com o volume explorado, influenciando a capacidade das plantas na absorção de água e nutrientes (Raij, 1988). O excesso de alumínio e a deficiência de cálcio geram, portanto, significativa limitação ao desenvolvimento vegetal de qualquer área degradada que se pretenda recuperar, uma vez que o sistema radicular será superficial, explorando um pequeno volume de solo. Situação dessa natureza ocorre, por exemplo, em áreas de restinga, conforme descrito em Reis-Duarte *et al.* (2004). Nas restingas estabelecidas a vegetação desenvolve-se lentamente e a reserva de nutrientes está contida na própria vegetação, não havendo perdas devido à ciclagem de nutrientes (Casagrande *et al.*, 2002).

- **Fósforo:** os solos são, em sua maioria, pobres em fósforo disponível às plantas, especialmente os latossolos que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e alumínio em sua constituição mineralógica. Estes compostos formam ligações covalentes com o fósforo presente no solo, de elevada energia, portanto de alta estabilidade, resultando em compostos de solubilidades muito baixas. Como resultado dessas interações, o fósforo é considerado praticamente imóvel no perfil do solo, não estando sujeito à lixiviação. Os solos mais arenosos, com menores teores de óxidos de ferro e alumínio, têm esta imobilidade atenuada. No entanto, a prática de manejo usual é localizar a fonte de fósforo para a planta abaixo das raízes, no subsolo, para que o crescimento radicular se dê em profundidade. A presença de fósforo apenas na superfície do solo fará com que o sistema radicular se desenvolva mais superficialmente, também resultando na exploração de um menor volume de solo, criando limitações para a absorção de água e nutrientes.
- **Macro e micronutrientes:** além do cálcio e fósforo, todos os nutrientes são essenciais para o desenvolvimento vegetal, sem os quais as plantas não completam seus ciclos de vida. Portanto, os nutrientes devem estar presentes no solo, principalmente na fase inicial da revegetação, quando a ciclagem de nutrientes não está estabelecida e o teor de matéria orgânica do solo é menor, com menor capacidade de retenção e maior potencial de lixiviação.

Para caracterizar a fertilidade do solo são utilizados resultados dos macros e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), além dos dados de acidez e matéria orgânica, para a avaliação do potencial de produção dos diferentes solos, assim como para definir as condições de manejo da fertilidade para as diferentes situações de solos degradados. É uma tecnologia de elevada utilidade, baixo custo e fácil acesso, imprescindível para embasar bons resultados na revegetação de áreas alteradas ou degradadas.

### **Interação solo-planta: um estudo de caso em ambiente de restinga**

Restinga é um termo muito usado na literatura brasileira tanto para designar um tipo de vegetação costeira quanto para referir-se às áreas de depósito arenoso de origem marinha. O uso desse termo seja num sentido ecológico, botânico ou geomorfológico, deve-se exatamente à estreita relação que esta vegetação tem com o solo em que ocorre.

O relevo é plano ou pouco acentuado, o solo é predominantemente arenoso (neossolo quartzarênico, 95% de areia) formando praias, cordões e depressões entre cordões, que abrigam comunidades vegetais fisionomicamente distintas. Estas comunidades se distribuem em mosaicos sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima.

Por ocorrerem em áreas litorâneas de grande beleza cênica continuam sob intensa pressão de degradação. Assim, a geração de conhecimentos científicos que fundamentem a recomendação de espécies arbóreas nativas de ocorrência regional é fundamental para sustentar ações que visem a recuperação das áreas alteradas de restingas, respeitando-se as disposições legais, como a Resolução SMA-47/03 (altera e amplia a Resolução SMA-21/01) que fixa orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas.

A recuperação de áreas degradadas em restingas constitui, um grande desafio, pois as dificuldades para o estabelecimento da vegetação sobre solos predominantemente arenosos e deficientes em nutrientes (notadamente cálcio), cujo pH ácido torna ainda mais indisponíveis, são acentuadas pelos altos teores de alumínio, que contribuem para a formação de um sistema radicular pouco desenvolvido e superficial.

Especialmente nestas condições, é necessário o desenvolvimento de estudos que objetivem a recomposição das características físicas (retenção de água) e químicas (fertilidade) do solo, restabelecendo, assim, as principais condições de fertilidade para fornecer suporte ao desenvolvimento da vegetação implantada, notadamente nas etapas iniciais (Casagrande, 2003).



### **Indicação de espécies para recuperação de restingas**

Para proceder a indicação das espécies a serem utilizadas na recuperação de áreas de restinga, estudou-se a composição florística e estrutural da comunidade da Restinga das Palmas do Parque Estadual da Ilha Anchieta em Ubatuba. Foram analisados, também, os parâmetros de fertilidade do solo influenciados pelas ações antrópicas e pela dinâmica do regime hídrico, fatores determinantes no estabelecimento da comunidade vegetal.

As condições edáficas, bem como a identificação dos estágios sucessionais das fitofisionomias, fundamentaram a interpretação da composição florística e estrutural, que apontou as características da comunidade vegetal relacionadas ao desenvolvimento (como o IVI - índice de valor de importância) e à plasticidade (DR - densidade relativa) das espécies ocorrentes nas áreas de estudo.

Apesar da escassez de informações sobre a fisiologia, fenologia e dispersão de sementes das espécies ocorrentes nas restingas, pode-se considerar que os diferentes teores de umidade do solo conferem vantagens e desvantagens no desenvolvimento e estabelecimento das espécies mais importantes (com maiores valores de IVI) ocorrentes nas diferentes áreas caracterizadas por este estudo.

Verificou-se que, na Restinga das Palmas, as espécies arbóreas mais plásticas por ocorrerem em todas as fisionomias entre as dez espécies com maior IVI são: *Alchornea triplinervia*, *Andira fraxinifolia*, *Eugenia umbelliflora*, *Gomidesia fenzliana*, *Ilex theezans*, *Pera glabrata* e *Psidium cattleianum*, que também estão citadas em quase todos os levantamentos florísticos realizados em restingas do Estado de São Paulo e, portanto, devem compor o elenco das espécies a serem implantadas em áreas que apresentem gradientes de umidade (como as matas ciliares), uma vez que esta maior plasticidade incrementa as possibilidades de sobrevivência e desenvolvimento das mudas.

Embora os dados obtidos neste estudo demonstrem que estas espécies apresentam preferências por determinados teores de umidade, pode-se dizer que são bastante tolerantes em relação às variações desta característica. Estão listadas entre as consideradas SELETIVAS para solos bem drenados (SS) e SELETIVAS para solos úmidos com alagamento sazonal (SU) na Tabela 2.

**Tabela 2** – Espécies arbóreas e arbustivas recomendadas para o enriquecimento e reabilitação de áreas degradadas em restingas, influenciadas por diferentes condições edáficas e pelo conteúdo hídrico do solo (Reis-Duarte, 2004).

<b>Espécies plásticas (SS)</b> seletivas para solos bem drenados	<b>Espécies plásticas (SU)</b> seletivas para solos úmidos com alagamento sazonal
<i>Andira fraxinifolia</i>	<i>Abarema brachystachya</i>
<i>Clusia criuva</i>	<i>Alchornea triplinervia</i>
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	<i>Ilex theezans</i>
<i>Eugenia umbelliflora</i>	<i>Jacaranda puberula</i>
<i>Gomidesia fenzliana</i>	<i>Myrcia fallax</i>
<i>Guapira opposita</i>	<i>Pera glabrata</i>
<i>Rapanea umbellata</i>	<i>Psidium cattleyanum</i>
<i>Miconia albicans</i>	<i>Rapanea venosa</i>
<i>Nectandra oppositifolia</i>	<i>Ternstroemia brasiliensis</i>
<i>Tibouchina clavata</i>	
<b>Espécies exclusivas (ES)</b> dos ambientes bem drenados	<b>Espécies exclusivas (EU)</b> dos ambientes úmidos com alagamento sazonal
<i>Rapanea ferruginea</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	<i>Guarea macrophylla</i>
<i>Cordia curassavica</i>	<i>Marlierea eugeniopsoides</i>
<i>Maytenus obtusifolia</i>	<i>Guarea macrophylla</i>
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	<i>Psychotria carthagenensis</i>
<i>Terminalia cattapa</i>	<i>Tabebuia cassinoides</i>
<i>Tibouchina clavata</i>	<i>Miconia prasina</i>
<i>Ximenia americana</i>	<i>Miconia rigidiuscula</i>
	<i>Tibouchina pulchra</i>
	<i>Guapira nítida</i>
<b>Espécies exclusivas (EE)</b> do escrube	<b>Espécies ocorrentes (OA)</b> ocorrentes em solos com água superficial aparente
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	<i>Baccharis dracunculifolia</i>
<i>Sophora tomentosa</i>	<i>Baccharis singularis</i>
	<i>Chromolaena congesta</i>
	<i>Chromolaena squalida</i>
	<i>Vernonia beyrichii</i>
	<i>Aeschynomine sensitiva</i>
	<i>Senna pendula</i>
	<i>Clidemia bisserrata</i>
	<i>Clidemia neglecta</i>
	<i>Tibouchina clavata</i>
	<i>Tibouchina pulchra</i>
	<i>Psidium cattleyanum</i>

Segundo este critério, as espécies arbóreas que ocorreram em pelo menos quatro das sete áreas, sendo, necessariamente, uma bem drenada e outra muito úmida, e que estão elencadas entre as mais importantes nestas áreas, também foram consideradas SELETIVAS para solos bem drenados (SS) e SELETIVAS para solos úmidos com alagamento sazonal (SU).

As espécies arbóreas com valores maiores de FR e IVI, que ocorreram apenas nas áreas bem drenadas (ES) ou apenas nas áreas úmidas (EU), estão listadas como

EXCLUSIVAS destes ambientes. Estas, também são citadas com frequência nos levantamentos florísticos realizados no Estado de São Paulo. A Tabela 2 apresenta, ainda, as espécies arbustivas que ocorreram exclusivamente nos fruticetos sobre solos bem drenados (escrube, EE ) e solos hidromórficos (OA) com água superficial permanentemente.

Buscando-se adequar a distribuição espacial destas espécies em solos que apresentem gradientes de umidade (como as matas ciliares), sugere-se que a distribuição espacial firmando linhas paralelas ao curso d'água, com o plantio de espécies SELETIVAS, intercaladas com EXCLUSIVAS, conforme a diminuição da umidade do solo na seqüência (Tabela 3):

- 1ª linha (próxima à margem): espécies exclusivas de solos úmidos (EU) intercaladas com as ocorrentes em solos hidromórficos (OA).
- 2ª linha: espécies seletivas de solos úmidos (SU) intercaladas com exclusivas de solos úmidos (EU).
- 3ª linha: espécies seletivas de solos bem drenados (SS) intercaladas com seletivas de solos úmidos (SU).
- 4ª linha: espécies exclusivas de solos bem drenados (ES) intercaladas com espécies seletivas de solos bem drenados (SS).

**Tabela 3** – Da distribuição espacial em plantio para recuperação de áreas de em restinga com gradiente de umidade no solo (Reis-Duarte, 2004).

<b>LINHAS DE PLANTIO</b>			
<b>1ª</b>	<b>2ª</b>	<b>3ª</b>	<b>4ª</b>
OA	EU	SS	ES
EU	SU	SU	SS
OA	EU	SS	ES
EU	SU	SU	SS

(SS) espécies seletivas para solos bem drenados,

(ES) exclusivas para solos bem drenados,

(SU) seletivas para solos úmidos, (EU) exclusivas para solos úmidos e

(OA) ocorrentes em solos com água superficial aparente.

Em áreas abertas (p.ex. fruticetos, florestas baixas, clareiras), que em geral apresentam solos intensamente alterados, faz-se necessária a recomposição de condições (fertilidade do solo e reposição de folheto) que colaborem para o estabelecimento de novas espécies, incrementando a capacidade da regeneração natural e o restabelecimento das funções ecológicas, possibilitando a sustentabilidade da floresta implantada. Nestas áreas, ao optar-se pelo plantio, deve-se formar “ilhas de vegetação”, com alta diversidade e adensamento, incluindo espécies arbustivas, atentando também para a construção de poleiros naturais para a atração da avifauna, conforme resultados obtidos por Reis & Kageyama (2003).

Estas medidas são estratégicas para o estabelecimento de micro-climas que atenuam as intensas variações ambientais das restingas abertas, com áreas de solo desnudo.

Os dados obtidos no levantamento florístico da área com solo hidromórfico sugerem que a revegetação pode ser conduzida promovendo-se a cobertura do solo com grande adensamento de espécies arbustivas. Ressalta-se, portanto, o potencial de utilização das espécies arbustivas (p.ex. *Tibouchina clavata* que ocorre desde áreas com uma camada de água aparente, até as bem drenadas, com preferência por estas últimas) nas fases iniciais do processo de recomposição da vegetação (Reis-Duarte, 2004).

Autores como Barbosa (1993), Kageyama *et al.* (1990) e Rodrigues (2002), entre outros, também apresentaram sugestões para modelos de plantio, com espécies arbóreas em revegetação de matas ciliares em outros ecossistemas. Os critérios utilizados para a composição das espécies a serem utilizadas fundamentam-se na classificação destas espécies de acordo com as funções ecológicas (pioneiras, secundárias e climáticas). Ao se apresentar sugestões que destacam a umidade do solo, como principal fator a ser considerado para a seleção das espécies a serem utilizadas, não se pretende desconsiderar a influência das características empregadas por estes autores, mas sim, enfatizar que para a recomposição ou enriquecimento dos ambientes de restinga, a umidade do solo, deve necessariamente, ser considerada para a seleção das espécies a serem utilizadas.

### **Referências Bibliográficas**

BARBOSA, L.M. Vegetação Ciliar: conceitos e informações práticas para conhecer e recuperar trechos degradados. Caderno de Pesquisa – Série Botânica. Santa Cruz do Sul, v. 5 n. 1, 1993, p. 3-36.

BLUM, W. E. H. 1998. Basic Concepts: Degradation, resilience and rehabilitation. *In*: R. Lal, Blum, W.H., Valentine, C., Stewart, B. A. (eds.). Methods for assessment of soil degradation. Advances in soil science. Boca Raton, New York, pp. 1 – 16.

CASAGRANDE, J.C. Considerações sobre recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. *In*: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, São Paulo, 2003, pp 92 – 93.

CASAGRANDE, J.C.; REIS-DUARTE, R.M.; SILVA, O.A.; BARBOSA, L.M. Limitações da Fertilidade do Solo para Desenvolvimento da Mata de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP). *In*: XIV Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo. 2002. Rio Claro – São Paulo. 2002. Resumos... CD-Rom. EBR-31.

CASAGRANDE, J.C. & DIAS, N.M.P. Avaliação de atributos químicos de um solo com mata natural e cultivado. *STAB*. 17(5): 35-38, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SPI, Brasília, DF, 412 p.

FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; VALE, F.R.; SILVA, I.V. Liming on growth of native wood species from brazilian savannah. *Pesq. Agrop. Bras.*, 34:5, 1999a, p.829-837.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. Acidez de solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda. *Cerne*, 5: 01 – 12, 1999b.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA J.O.; CURI N. & MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. *In*: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V.eds. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF, 2000.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, P.C.; PALERMO JR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. 6º Congresso Florestal Brasileiro. Anais..., Campos do Jordão, SP. v. 1. 1990. p. 527-533.

LONGO, R.M., MELO, W.J., RIBEIRO, A.I., VIAN, J.A.J. Caracterização florística em locais de plantio visando a recuperação de áreas degradadas por mineração. *In*: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas – Água e Biodiversidade, Belo Horizonte, pp175 – 177.

MELO, A.C.G., CONTIERI, W., MARTINS, S.E., ZACCONI, L.T., BARBOSA, L.M., POTOMATTI, A., SILVA, P.M.S. Diagnóstico da recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo: diretrizes e recomendações. *In*: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas – Água e Biodiversidade, Belo Horizonte, pp 469 – 471.

PAVAN, M.A. & BINGHAM F.T. 1982. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. *Soil Science Society of America Journal* 46:993–997.

RAIJ, B. VAN. 1969. A capacidade de troca de cátions das frações orgânicas e minerais dos solos. *Bragantia* 28: 85 – 112.

RAIJ, B. VAN. 1988. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo. ANDA, São Paulo, SP, 88 p.

RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B., CORRÊA, G. F. 1997. Pedologia: Base para distinção de ambientes. NEPUT, Viçosa, MG, 2<sup>a</sup> ed., 334p.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVIERA R. E.; MORAES, F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.) Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: Fundação de estudos e pesquisas agrícolas florestais - FEPAF, 2003.

REIS-DUARTE, R. M.; CASAGRANDE, J. C.; SANTOS D. A. ; SILVA. O. A.; BARBOSA, BARBOSAL. M. Fertilidade do solo e fisionomias da Mata de Restinga da Ilha Anchieta – SP: Considerações para recuperação da vegetação. V Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2002, Belo Horizonte – MG.

REIS-DUARTE, R.M. Estrutura da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): Bases para Promover o Enriquecimento com Espécies Arbóreas Nativas em Solos Alterados. 2004. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2004.

RITCHEY, K.D., SOUZA, D.M.G., LOBATO, E. & CORREIA, O. 1980. Calcium leaching to increase root depth in a Brazilian savannah Oxisol. *Agronomy Journal* 72:40–44.

RITCHEY, K.D., SILVA, J.E. & COSTA, U.F. 1982. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. *Soil Science*. 133:378–382.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. 2002. Cerrado – Correção do solo e adubação. Embrapa Cerrados, Planaltina, 416p.

VALE, F.R.; FURTINI, N.; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A; RESENDE A.V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.31, n.9, p.609-616, set.1996.

# FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA COMO FERRAMENTAS DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Eduardo Pereira Cabral Gomes<sup>1</sup>

A recuperação da vegetação é o ponto de partida e pré-requisito obrigatório para a recuperação de ecossistemas pelo papel que tem na estabilização do terreno, manutenção do microclima local, influência na quantidade e qualidade de água, abrigo para fauna entre outros. Dessa forma constituem um indicador ambiental importantíssimo e fundamental para o diagnóstico, manejo e recuperação de ecossistemas.

A seguir será abordada a recuperação de áreas no sentido de recuperação “*sensu lato*”, no qual se visa o retorno a um “estado natural alternativo”, no qual se pretende o retorno a um nível de diversidade e estrutura razoavelmente próximos do natural e não uma reconstituição das condições originais. Esta abordagem é a que prevalece na literatura e nas normas, portarias e resoluções oficiais que disciplinam as ações de nessa área.

## Como recuperar a vegetação e o que plantar?

A composição de espécies de um ecossistema é o resultado tanto de processos que ocorreram e continuam ocorrendo em grande escala no tempo e no espaço como de processos locais e de curta duração. As espécies que são encontradas compondo uma determinada vegetação evoluíram e se adaptaram às condições físicas e bióticas do seu meio e devem ser prioritárias em plantios de recuperação.

As listagens florísticas fornecem as diretrizes do que plantar. Exemplificando: se há o desejo de se recuperar uma mata ciliar no oeste do Estado de São Paulo, os levantamentos florísticos realizados nas matas ciliares do oeste paulista fornecerão uma lista de potenciais espécies a serem utilizadas na recuperação.

Um dos erros nos quais o não especialista pode incorrer é no plantio, com finalidade de recuperar uma área, de espécies de ampla distribuição no território nacional. Talvez o melhor exemplo seja o Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Leguminosae), cuja área de distribuição original compreende a região litorânea entre Rio de Janeiro e Pernambuco, e que ainda vem sendo empregado em plantios de recuperação pelo interior do país, fora de sua área de ocorrência natural.

---

<sup>1</sup> Instituto de Botânica de São Paulo, [epcgomes@ig.com.br](mailto:epcgomes@ig.com.br).

Outra dúvida que pode surgir é qual a abrangência dos levantamentos florísticos que devem ser utilizados para orientar a recuperação? Voltando ao exemplo da mata ciliar no oeste paulista, caso esta mata a ser recuperada estivesse localizada no município de Araçatuba poderiam ser utilizados levantamentos feitos no Pontal do Paranapanema (extremo oeste paulista)? Na verdade, o recomendável seria utilizar listagens oriundas de remanescentes em bom estado de preservação que estivessem o mais próximo possível, e que apresentassem condições de solo e relevo semelhantes, da área a ser plantada. Para o Estado de São Paulo as resoluções resolvem em parte este problema ao trazerem listas de espécies a serem empregadas nos plantios por região do estado.

A florística também fornece o nível de riqueza original da formação que se deseja recuperar e a contribuição das diferentes famílias botânicas e formas de vida (no caso de levantamentos florísticos completos). Na maioria dos levantamentos florísticos realizados em florestas tropicais e sub-tropicais são registradas mais de 100 espécies arbóreas por hectare, nível de riqueza que serve como um parâmetro tanto a ser alcançado como para o monitoramento de plantios heterogêneos (no Estado de São Paulo a norma recomenda no mínimo 80 espécies em áreas acima de 1 ha).

Devido às dezenas de estudos feitos em florestas tropicais e subtropicais, sabemos que essa alta diversidade florística é acompanhada de uma grande variação na composição de espécies. Assim, florestas relativamente próximas, na escala de alguns quilômetros, dificilmente chegam a ter mais de 30% de espécies em comum, salvo situações especiais. Por exemplo, entre a flora arbórea da Fazenda São Vicente em Campinas e da Mata de Santa Genebra no mesmo município há cerca de 20 espécies em comum, apesar de cada um destes locais apresentar mais de 100 espécies de árvores e estarem próximos.

Embora, sob condições de solo e clima muito semelhantes, haja uma grande variação de espécies e poucas espécies em comum, a contribuição das famílias botânicas apresenta-se altamente previsível. Assim, mirtáceas e rubiáceas são comuns e representadas por várias espécies no sub-bosque da floresta atlântica enquanto lauráceas predominam no dossel.

Em suma, os levantamentos florísticos constituem fonte de orientação na medida que fornecem importantes informações qualitativas para a recuperação como: o nível de riqueza, as espécies que potencialmente podem ocorrer, e a importância relativa dos diferentes grupos de espécies. Para o detalhamento estrutural, medidas quantitativas serão necessárias como se verá a seguir.



## **Quantificação da vegetação**

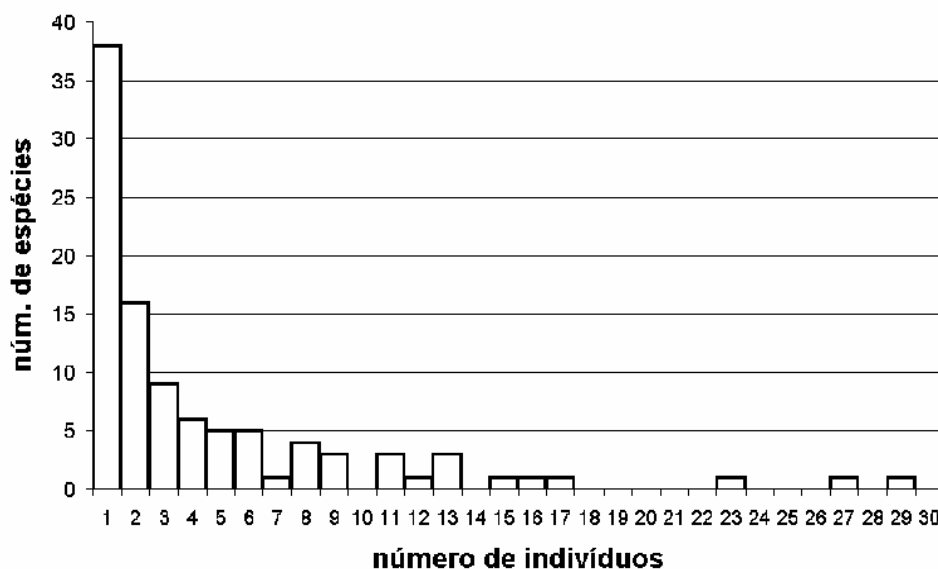
As listagens florísticas podem nos dizer o que plantar, mas não quanto de cada espécie, nem onde e quando plantar. A análise de dados quantitativos tendo por base o conhecimento da biologia das espécies, mesmo que este seja geral, pode auxiliar no refinamento das ações de recuperação.

Aqui será mantida a expressão “levantamento quantitativo” ao invés de fitossociologia, palavra ou termo que, apesar de largamente empregado no Brasil, nem sempre os diversos estudos denominados fitossociológicos assumem os pressupostos teóricos das escolas de fitossociologia.

A quantificação mais simples que pode existir a partir de um levantamento florístico é estimar o número de indivíduos de cada uma das espécies identificadas. Para permitir comparações esta quantidade é apresentada tanto por unidade de área, frequentemente hectare, como em termos relativos como proporção do número de indivíduos de determinada espécie em relação ao total. A primeira medida constitui a densidade absoluta, ou simplesmente densidade, e a segunda densidade relativa.

Esta última fornece a distribuição de abundância das diferentes espécies que constituem uma comunidade biológica, característica importante estudada pelos ecólogos.

Salvo casos especiais, esta distribuição não é equitativa, ou seja, a maioria das espécies em uma floresta está representada por poucos indivíduos, sendo outras mais abundantes como exemplificado na figura abaixo na qual das 100 espécies, 38 apresentam apenas um indivíduo.



No estágio inicial de sucessão uma única espécie chega a ter mais da metade de todos os indivíduos arbóreos adultos ao contrário do que ocorre em florestas bem formadas nas quais a espécie mais abundante dificilmente apresenta mais de 5% do total de árvores. Após um rápido adensamento, nos primeiros anos, a densidade cai até se estabilizar entre 600 e 850 indivíduos adultos por hectare (considerando diâmetro a 1,3 m solo a partir de 10 cm – dap  $\geq$  10 cm), com um valor médio de aproximadamente 750 ind./ha. Os plantios de recuperação em espaçamento 2 x 2 (2.500 ind./ha) ou 3 x 3 (1.089 ind./ha) simulam esta condição inicial de alta densidade, além de propiciar o sombreamento mútuo que aumenta as chances de sobrevivência e estimula o crescimento em altura.

O adensamento inicial também proporciona uma reserva para a mortalidade que precede o raleamento do bosque quando da estabilização em torno da densidade média de uma floresta madura. Além destes parâmetros de orientação, o acompanhamento quantitativo das mudanças de densidade ao longo do processo sucessional, juntamente com crescimento e mortalidade das diversas espécies, fornece indicações objetivas do papel ecológico de cada uma no processo de sucessão (pioneira, secundária inicial, secundária tardia ou climax).

A medida do registro de perímetro de cada indivíduo permite tanto o cálculo de área basal quanto a análise da distribuição diamétrica das populações mais comuns. A área basal total possibilita comparações entre populações e com outras florestas que, por sua vez, fornecem mais informações para recuperação e monitoramento de plantios com esta finalidade.

A distribuição diamétrica de cada espécie também é empregada para se inferir sobre a história de perturbação local. Em uma floresta madura, uma espécie tipicamente pioneira deve apresentar uma distribuição descontínua, refletindo o recrutamento de indivíduos em clareiras grandes que ocorrem raramente, salvo em condições naturalmente dinâmicas

como encostas íngremes, barrancos e planícies de inundação. Considerando as espécies tolerantes a sombra como sendo dos estádios finais de sucessão espera-se que apresentem uma maior estabilidade na distribuição diamétrica, refletindo a capacidade de recrutar novos indivíduos continuamente.

### **Considerações finais**

Atualmente conhecemos muito melhor as florestas do que há vinte anos atrás; temos uma idéia razoavelmente boa sobre composição e estrutura dos diversos tipos florestais e os resultados das primeiras ações de manejo e recuperação que foram implementadas.

Há grandes lacunas, porém, sobre o conhecimento de outras formas de vida (lianas, epífitas, herbáceas, etc.) e mesmo entre as espécies arbóreas faltam informações acerca da biologia das espécies, genética de populações, fisiologia, interações com outras populações. Estas novas áreas de investigação deverão aprimorar as técnicas e métodos de recuperação.

# PRODUÇÃO E TECNOLOGIA DE SEMENTES APLICADAS À RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Nelson Augusto Santos Junior<sup>1</sup>

## Introdução

No processo de recuperação de áreas degradadas (RAD), um dos pontos mais importantes e cruciais refere-se aos aspectos relacionados à tecnologia de sementes e produção de mudas, já que a qualidade dos reflorestamentos está intimamente ligada à qualidade dos indivíduos que o compõem. Sendo assim, a propagação vegetativa (assexuada) é pouco recomendada, principalmente devido ao fato de reduzir a variabilidade genética das espécies, atuando na contramão dos princípios básicos na implantação de florestas heterogêneas. Embora seja raro, em alguns casos, a propagação vegetativa justifica-se para espécies que apresentam grandes dificuldades na produção de mudas a partir de sementes, como *Salix humboldtiana*, que apresenta baixa germinação e facilidade para propagação por estaquia (FARIA, 1999), e *Piper* spp., que apresenta frutificação irregular (FERREIRA *et al.*, 2002).

É imprescindível, então, que as mudas destinadas à recomposição vegetal sejam produzidas a partir de sementes (propagação sexuada), provenientes de lotes que garantam a variabilidade genética das espécies e, para isso, diversos pontos devem ser contemplados (DAVIDE *et al.*, 1995; FARIA, 1999; BARBOSA, 2000).

Cada uma das etapas do processo de produção das sementes, desde a colheita até a obtenção do material apto à sementeira, assume papel primordial. Contudo, para espécies florestais nativas, os estudos ainda são escassos ou dispersos.

Neste artigo, procurou-se apresentar informações básicas sobre tecnologia de sementes, concentrando as abordagens nos aspectos conceituais, técnicos e ecológicos envolvidos nos processos, como forma de contribuição para o melhor entendimento dos mesmos e, com isso, aprimorar as formas de reflorestamento induzido com espécies arbóreas nativas, visando à recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo.

---

<sup>1</sup> Instituto de Botânica de São Paulo – IBt / Secretaria do Meio Ambiente – SMA, [nelsonasjunior@ig.com.br](mailto:nelsonasjunior@ig.com.br)

## **O processo de formação e a produção de sementes**

Vidal & Vidal (2000) afirmam que a semente, de uma forma geral, pode ser definida como sendo o desenvolvimento do óvulo após a fecundação, contendo o embrião, com ou sem reservas nutritivas, protegido pelo tegumento. Raven et al. (2001) comentam que todo o processo de formação da semente ocorre logo após a polinização, quando o grão de pólen inicia a germinação. Nesta etapa, forma-se o tubo polínico (gametófito masculino), que cresce, penetrando no estilete em direção ao ovário (COCUCCI; MARIATH, 2004). À medida que isto ocorre, a célula geradora e o núcleo da célula vegetativa (núcleo vegetativo) migram para o tubo polínico. A célula geradora sofre, então, uma divisão mitótica e dá origem a dois núcleos espermáticos, que são os gametas masculinos. O tubo polínico, em geral, penetra no óvulo através da micrópila, sendo que o núcleo da célula vegetativa se degenera ao entrar em contato com o saco embrionário. Uma característica exclusiva das angiospermas é a dupla fecundação, pois em cada óvulo, uma das células espermáticas funde-se com a oosfera, dando origem ao zigoto (que constituirá o embrião da semente). A outra célula espermática funde-se com os núcleos polares, dando origem ao núcleo triploide (que constituirá o endosperma da semente). Estas informações, de certa forma, explicam a razão pela qual as sementes são responsáveis pela variabilidade genética específica, ou seja, elas são originadas a partir de um processo sexuado. Assim, uma semente é constituída, basicamente, pelo “tegumento ou casca” e “amêndoa”. O primeiro compreende a testa e o tégmen, e o segundo, o embrião (radícula, caulículo, gêmula e cotilédones) e as reservas (endosperma) (VIDAL; VIDAL, 2000).

Os processos de floração e frutificação são assíncronicos, o que, para as espécies, permite maior eficiência reprodutiva (PIÑA-RODRIGUES; PIRATELLI, 2004). Porém, em escala comercial, as interferências bióticas e abióticas necessitam ser identificadas e controladas para que se viabilize a produção de sementes (KAGEYAMA; PIÑA-RODRIGUES, 2004).

## **Da colheita ao beneficiamento das sementes (entendendo o processo)**

Para obtenção de sementes de boa qualidade, é necessário que se efetue a colheita no momento em que as mesmas se apresentem fisiologicamente maduras e que sejam provenientes de matrizes sadias e vigorosas (BIANCHETTI, 1981). Embora existam peculiaridades no comportamento das diferentes espécies para determinação do chamado ponto de maturidade ideal, algumas premissas já foram estabelecidas para a maioria das

espécies arbóreas investigadas quanto à tecnologia de sementes e produção de mudas. Barbosa *et al.* (1999), estudando sementes de *Casearya sylvestris*, verificaram que o ponto de colheita das sementes pode ser determinado através da maturação, tendo como base parâmetros morfofisiológicos, tais como: a coloração dos frutos, teor de água, peso seco e porcentagem de germinação das sementes, além das observações sobre o desenvolvimento, desde o início do florescimento até o fim de todo o processo de frutificação da espécie. Estes parâmetros de fácil identificação são importantes, principalmente para serem recomendados para viveiristas e profissionais em geral que atuam na colheita de sementes.

BOTEZELLI (1998) afirma que o estudo sobre o vigor das sementes passou a ser considerado de maior importância, quando se verificou que as simples informações sobre número de sementes germinadas (medidas no teste de germinação) não eram suficientes para garantir o sucesso nos plantios realizados em condições diferentes daquelas obtidas no laboratório. A autora considera que este parâmetro (vigor) compreende também propriedades que determinam maior rapidez na emergência e uniformidade, no desenvolvimento das plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições ambientais, fatores cruciais na tecnologia de produção de sementes, visando melhor atendimento dos programas de recuperação de áreas degradadas.

De acordo com BARBOSA (2000), os seguintes aspectos devem ser considerados quando se pretende selecionar as matrizes para a colheita de sementes:

- (a) Aspectos fitossanitários e vigor: os indivíduos devem encontrar-se desprovidos de pragas e doenças e apresentarem-se com aspecto vigoroso, principalmente no que se refere à altura do indivíduo e diâmetro do tronco da matriz selecionada;
- (b) Morfologia dos indivíduos: deve ser determinada por meio de avaliação da árvore, através do formato do tronco e copa, selecionando os indivíduos de cada espécie, considerando os aspectos desejáveis, de modo que as matrizes representem ao máximo as características peculiares das diferentes classes sucessionais a que pertencem as espécies (pioneiras, secundárias e climácicas);
- (c) Produção de sementes/frutificação: selecionar os indivíduos que apresentem frutificação abundante, avaliando-se através de comparação visual entre os indivíduos de uma mesma população.

De acordo com Santarelli (2000), o número mínimo de árvores matrizes deve ser 12 (doze), baseado no fato de que, teoricamente, a amostragem de 1 (um) indivíduo representa 4 (quatro) indivíduos em populações naturais e, coletando frutos de 12 árvores, alcançaremos um  $N_e$  (tamanho efetivo de populações) de aproximadamente 48, ou seja, próximo de 50, representando assim uma população natural. Para DAVIDE *et al.* (1995) e BARBOSA (2000), este número mínimo de indivíduos deve ser 15 (quinze), para que seja mantida com maior garantia a variabilidade genética das mudas a serem utilizadas nos reflorestamentos heterogêneos. Recentemente, tem-se ampliado a discussão sobre a necessidade de se aumentar o número de matrizes para colheita de sementes, além de se determinar, também, a distância mínima entre os fragmentos florestais. Contudo, é preciso lembrar que, do ponto-de-vista operacional, muitas vezes a colheita de diversas matrizes, principalmente para as espécies secundárias e climácicas, é muito dificultada. Já para as espécies pioneiras, a dificuldade é bem menor. SANTOS Jr (2000), em uma discussão sobre a diferenciação entre os diversos grupos ecológicos, lembra que as espécies pioneiras têm um comportamento ecológico do tipo “estrategistas r” e, o outro extremo, ou seja, as espécies climácicas, atuam como “estrategistas k”.

Este número mínimo acima citado de indivíduos para se efetuar a colheita é generalista e não contempla as variações que efetivamente ocorrem que, segundo RAVEN *et al.* (2001), são principalmente de acordo com o perfil floral da espécie (1), além do seu comportamento ecológico (2). Assim, no primeiro caso, as flores das *Fanerógamas/Espermatófitas* podem ser unissexuadas (díclinas) ou bissexuadas (monóclinas). No caso das flores díclinas, é mais fácil entender a maior variabilidade genética, pelo fato de não ocorrer autopolinização. Já no caso das espécies com flores monóclinas, que são dotadas de estruturas sexuais masculinas e femininas, existem mecanismos que promovem (ou visam promover) fecundação cruzada, como é o caso do “isolamento físico” (distanciamento de antera e estigma), do “isolamento temporal” (protandria/ protogenia) e “incompatibilidade genética”. No segundo caso, é possível afirmar que o número de indivíduos de cada espécie é muito variável, entre outros em função do grupo sucessional (KAGEYAMA; GANDARA, 1999) a que eles pertencem. Deve-se levar em conta, por exemplo, que as espécies dos estágios sucessionais iniciais possuem maior produtividade e maior número de plantas em uma dada região que as espécies dos estágios finais. Outro fator a ser considerado é que, como geralmente a proporção de espécies em um reflorestamento é de 70% de espécies pioneiras e 30% de

espécies não-pioneiras, a demanda de sementes/frutos do primeiro grupo é maior (BARBOSA, 2000). Finalmente, é preciso considerar que a colheita de frutos e sementes pode ocorrer diretamente nas árvores matrizes ou sob sua copa. Nos dois casos, deve-se ter o cuidado de não prejudicar a planta-matriz e colher, no máximo, 50% dos frutos de cada árvore, garantindo com isto a continuidade da produção e regeneração natural.

Após a colheita, é necessário o beneficiamento das mesmas, que, segundo BARBOSA (2000), consiste numa série de operações realizadas mecanicamente para retirar as impurezas, sementes de outras espécies, sementes chochas, e promover a homogeneização do lote quanto ao tamanho, peso e forma das sementes. Busca-se, no final, um produto que expresse o máximo de qualidade fisiológica das sementes que estará refletida no sucesso do reflorestamento.

Embora a tecnologia para beneficiamento de sementes de espécies agrícolas ou de monoculturas florestais tenha se desenvolvido muito nas últimas décadas, o mesmo pouco aconteceu para as espécies arbóreas nativas destinadas aos programas de recuperação de áreas degradadas ou restauração dos ecossistemas comprometidos. Além disso, estima-se que haja mais de 2000 espécies arbóreas, com características distintas para o beneficiamento. Apenas a Resolução SMA 47/03, em seu anexo, listou cerca de 590 espécies que exemplificativamente foram recomendadas para a recuperação de áreas degradadas.

Algumas tentativas vêm sendo realizadas por pesquisadores da Seção de Sementes e Melhoramento Vegetal do Instituto de Botânica de São Paulo e demais centros de tecnologia de sementes florestais, no sentido de se adaptar algumas máquinas utilizadas na agricultura para o uso na área florestal e que apresentam bons resultados prévios.

Ainda no beneficiamento das sementes, os frutos colhidos devem passar pela separação individual, retirando-as. Neste processo, são aplicadas técnicas que variam com o tipo de fruto, podendo ser de acordo com SANTARELLI (2000):

- a) Maceração dos frutos, lavagem em água corrente e secagem à sombra, pesagem e acondicionamento;
- b) Despoldamento, lavagem em água corrente, secagem à sombra, pesagem a acondicionamento;
- c) Secagem dos frutos à meia-sombra, acondicionamento em sacos de sombrite até a abertura natural, pesagem a acondicionamento;



- d) Secagem dos frutos à meia sombra, abertura mecânica forçada, pesagem a condicionamento;
- e) Abertura mecânica forçada, maceração, lavagem em água corrente, secagem à sombra, pesagem e acondicionamento.

### **A secagem e o armazenamento das sementes**

A secagem é um processo que consiste na utilização de diferentes métodos que visam à redução do teor de água das sementes, muitas vezes, com valores inadequados para o armazenamento (VILELLA; PERES, 2004).

De acordo com BARBOSA *et al.* (1998), a qualidade das sementes é também determinada pelos processos de secagem (no caso de sementes ortodoxas), extração, beneficiamento e armazenamento que, devido à grande diversidade na morfologia dos frutos de espécies nativas, tornam necessário o uso de técnicas e equipamentos adequados para extração das sementes. Os autores, estudando sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi, verificaram que estas mantinham sua viabilidade quando o teor de água foi reduzido à cerca de 8%, o que possibilitou seu posterior armazenamento. Estas sementes têm um comportamento de viabilidade dito “ortodoxo” (ROBERTS, 1973). Um outro grupo de espécies, cujas sementes são classificadas de “recalcitrantes”, não toleram a redução drástica nos teores de água e têm um período de viabilidade de armazenamento bem menor, não podendo ser armazenadas por muito tempo. NEVES (1994) afirma que estas sementes, de comportamento “recalcitrante”, são liberadas do fruto com altos valores de umidade. Mesmo quando o teor de água for mantido em nível adequado durante o armazenamento, sua longevidade é relativamente curta, variando de acordo com a espécie, de alguns dias a algumas semanas.

De acordo com BARBOSA *et al.* (1998), o alto teor de água pode afetar a qualidade da semente não somente no período de armazenamento, mas também durante as operações de beneficiamento, dificultando muitas vezes o manejo e eficiência das máquinas utilizadas nos processos de beneficiamento. A secagem apresenta-se, em muitos casos, como uma exigência para garantir a qualidade da semente. Trata-se, portanto, de uma operação que permita a obtenção de sementes de melhor qualidade, por possibilitar colheitas antecipadas e evitar danos que ocorrem no campo devido às condições climáticas, ataques de insetos e microrganismos, etc, e por baixar a umidade a níveis tais que diminuam o ataque dos insetos e microrganismos, reduzindo a velocidade da deterioração das sementes.

O armazenamento deve, então, proporcionar que a semente mantenha sua viabilidade por períodos prolongados. Normalmente, são utilizados: (a) câmara fria e úmida, com temperatura variando de 5 a 10°C e umidade relativa de 40 a 90%; (b) câmara seca, com temperatura variando de 10 a 10°C e umidade relativa de 40 a 50%; e (c) câmara fria e seca, com temperatura variando de 4 a 10°C e umidade relativa de 40 a 50%. Um outro aspecto a ser considerado também é o tipo de embalagem a ser utilizada para armazenar as sementes, definida em função de sua permeabilidade à água e do tipo da semente, o conteúdo de umidade por ocasião da secagem e o ambiente de armazenamento.

### **A quebra de dormência das sementes**

A dormência representa um processo no qual algumas sementes, mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis, não germinam (CARDOSO, 2004).

A dormência pode ser considerada como uma estratégia de sobrevivência de muitas espécies, pois visa à superação de uma dada condição ambiental adversa. Ela demonstra ser uma característica extremamente comum em nossas espécies florestais, principalmente aquelas de estágio inicial da sucessão ecológica (espécies pioneiras). O fenômeno de dormência é, portanto, de grande significado para as espécies florestais, pois a semente somente germina quando sua dormência é "quebrada", ou seja, quando houver condições ambientais favoráveis para a espécie sobreviver. Porém, na produção de mudas, a dormência é uma característica muitas vezes indesejada por dificultar ou inviabilizar a germinação das sementes. Várias técnicas podem ser utilizadas para a quebra de dormência, muitas vezes representadas por "imitações" de processos que ocorrem no meio ambiente com o diásporo. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1** – Exemplos de métodos de quebra de dormência das sementes de três espécies florestais nativas (LORENZI, 1992; BARBOSA; MACEDO, 1998)

Nome popular	Nome científico	Quebra de dormência
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Manter as sementes imersas em ácido sulfúrico concentrado até a retirada do tegumento
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Manter as sementes imersas em água por 4 dias
Ficheira	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Escarificação mecânica com lixa a posterior imersão em água

### Considerações Finais

Os cuidados no processo de colheita, acondicionamento e preparo dos diásporos são importantes para garantir a qualidade da produção de mudas que comporão a comunidade florestal da área em recuperação.

Com a tecnologia já disponível para colheita, beneficiamento e armazenamento das sementes para conservação de biodiversidade (específica e genética), é preciso que avanços sejam dados no sentido de viabilizar definitivamente a Resolução SMA 47/03. Para tanto, ainda diversas discussões são necessárias, como por exemplo, viabilização da colheita de diásporos em Unidades de Conservação. Ainda nesta linha de raciocínio, há a necessidade de se discutir políticas de certificação e incentivo fiscal dos viveiros de produção de mudas voltadas à recuperação de áreas degradadas, no sentido de aumentar a qualidade das mudas produzidas e valorizar aqueles cuja produção preconize o que há de mais correto do ponto de vista ecológico.

Ações legais como a Resolução Estadual SMA 47/03, que fixa orientações para a RAD no Estado de São Paulo, entre elas a melhoria da qualidade dos reflorestamentos através do aumento no número de espécies, fazem com que seja criada uma demanda mercadológica. Sendo assim, os viveiros florestais têm que estar preparados para esta mudança.

### Referências Bibliográficas

BARBOSA, J. M.; AZEVEDO, G. F. O.; SANTOS JUNIOR, N. A. Efeito da secagem e do armazenamento de frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre a qualidade das sementes. *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.23, p.14-18. 1998.

BARBOSA, J. M.; BARBOSA, L. M.; SANTOS JUNIOR, N. A.; PISCIOTTANO, W. A.; TUBINI, R.; PRUDENTE, C. M.; ASPERTI, L. M. Maturação de sementes de *Casearia sylvestris* Sw., 4, Blumenau, 1999. Anais... Curitiba: SOBRADE, 1999. p.240.

BARBOSA, J. M.; MACEDO, A. C. Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1998. 125p.

BARBOSA, L. M. Manual sobre princípios da recuperação vegetal de áreas degradadas. São Paulo: SMA, 2000. 76 p.

BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. Curitiba, 1981. 22 p.

BOTEZELLI, L. Estudo do armazenamento de sementes de quatro procedências de Baru, *Dypteryx alata* Vogel. Lavras: UFLA, 1998. 103p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

CARDOSO, V. J. M. C. Dormência: estabelecimento do processo. In: Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.95-108. 2004.

COCUCCI, A. E.; MARIATH, J. E. A. Gametogênese, fecundação, seleção do gametófito mais apto, embriogênese e diásporo maduro. In: Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.15-30. 2004.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Propagação de espécies florestais. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.

FARIA, J.M.R. Propagação de espécies florestais. In: Simpósio Mata Ciliar: ciência e tecnologia, 1, 1999, Belo Horizonte. Anais... Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 69-79.

FERREIRA, R. L.; COUTO, L. B.; LEAL FILHO, N.; GRIBEL, R. Propagação por estaquia de duas espécies de piperáceas, *Piper aduncum* L. e *Piper arboreum* Aublet., estratégicas para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia Central, 5, 2002, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p. 365-367.

KAGEYAMA, P.Y. GANDARA, F.B. Biodiversidade e Restauração de Florestas Tropicais, 1, 1999, Piracicaba. Resumo das palestras... Piracicaba: IPEF, 1999.

KAGEYAMA, P. Y.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p.19-46. 1993.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352 p.

NEVES, C. S. V. J. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.29, n.9, p. 1459-1467. 1994.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p.47-82. 1993.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 6ª edição, 2001. 906 p.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology, v.1, p. 499-514. 1973.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, p.313-317. 2000.

SANTOS JUNIOR, N. A. Estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em sistema de semeadura direta. Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. Botânica: organografia. Viçosa: Editora UFV, 4ª edição, 2000. 124 p.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.265-282. 2004.

# VIVEIROS FLORESTAIS: DA ANÁLISE DE SEMENTES À PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS

Márcia Regina Oliveira Santos<sup>1</sup>

Lilian Maria Asperti<sup>2</sup>

## Análise de Sementes

A análise de sementes é muito importante, pois permite avaliar a qualidade física e fisiológica do lote de sementes, comparar diferentes lotes da mesma espécie, verificar a viabilidade das sementes após diferentes períodos e condições de armazenamento, além de prestar importantes informações para fins de semeadura.

Para melhor podermos avaliá-las, é necessário conhecermos as estruturas das sementes.

## Estrutura das Sementes

De modo geral, as sementes de Angiospermas são formadas pelo tegumento (envoltório ou casca), embrião (cotilédone (s) + eixo embrionário) e endosperma (tecido de reserva), este último nem sempre presente.

O tegumento, envoltório ou casca, é a estrutura externa que delimita a semente e tem função protetora. Tem origem nos tegumentos do óvulo e é constituído pela testa (sementes unitegmentadas) ou pela testa + tégmen (sementes bitegmentadas). Em algumas espécies o pericarpo (parede do fruto, originado dos tegumentos do ovário) está tão intimamente ligado ao tegumento da semente que é difícil delimitá-los.

O endosperma é um tecido de reserva (substâncias nutritivas) que pode permanecer na semente madura ou ser totalmente consumido pelo desenvolvimento do embrião. Pode conter proteínas, lipídeos, amido, em diferentes combinações.

O embrião é constituído por: eixo embrionário, cotilédones e plúmula.

O eixo embrionário constitui-se do hipocótilo (porção do caule situada abaixo dos cotilédones) e da radícula (raiz rudimentar).

---

<sup>1</sup> Instituto de Botânica de São Paulo – IBt / Secretaria do Meio Ambiente – SMA, [msantos@ibot.sp.gov.br](mailto:msantos@ibot.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Instituto de Botânica de São Paulo – IBt / Secretaria do Meio Ambiente – SMA, [lilian\\_ibpa@uol.com.br](mailto:lilian_ibpa@uol.com.br)

Pode apresentar estruturas especiais, associadas ao tipo de dispersão, como asas, pêlos, e arilo (apêndice carnoso relacionado à dispersão por animais - zoocoria).

### **Testes de Laboratório**

Para análise das sementes florestais, geralmente são realizados testes que permitem verificar a qualidade inicial do lote recebido. São eles: análise de pureza, determinação do teor de água e teste de germinação.

Para melhor representatividade do lote, é muito importante efetuar a amostragem com critérios e cuidados para que os resultados possam refletir a qualidade do lote.

### **Amostragem**

O processo de amostragem inclui a homogeneização do lote e das amostras, retirada e redução das amostras, a seguir definidas:

- amostra simples: pequena porção de sementes retirada de cada recipiente que compõe o lote;
- amostra composta: formada pelo total de amostras simples retiradas;
- amostra média: é a amostra enviada ao laboratório para análise, correspondente à redução da amostra composta;
- amostra de trabalho: é a porção da amostra média que será utilizada em cada teste específico.

Para todas as etapas da amostragem, é necessário realizar a homogeneização, manual ou com equipamentos como homogeneizador de solo, divisor cônico e centrífugo.

Para retirada das amostras simples pode-se usar conchas de cereais ou, para sementes pequenas, o amostrador ou calador.

### **Análise de Pureza**

Visa determinar a composição do lote de sementes e a quantificação de seus componentes:

- sementes puras: todas as sementes ou unidades de dispersão pertencentes à espécie;
- outras sementes: sementes ou unidades de dispersão não pertencentes à espécie;
- material inerte: pedaços de frutos, cascas e outros materiais como solo e areia, etc..

Após a separação dos componentes, estes devem ser pesados separadamente e expressos em termos de porcentagem do peso da amostra de trabalho.

### **Determinação do Teor de Água**

Este teste visa determinar o conteúdo de água das sementes, recém-colhidas e após secagem e beneficiamento. É fundamental para a conservação da qualidade das sementes e possibilita o manejo correto das mesmas, como no caso de sementes que apresentam alto conteúdo de umidade na colheita, mas requerem baixos teores de água para manterem sua viabilidade no período de armazenamento, necessitando de secagem. Espécies cujas sementes requerem alto teor de água e condições especiais para o armazenamento são ditas recalcitrantes, como as de cacau, seringueira e virola.

Os equipamentos necessários para este teste são: estufa de alta temperatura, dessecador, cápsulas de alumínio, luvas, pegador de alça.

Os métodos recomendados pelas Regras para Análise de Sementes, ou R.A.S. (BRASIL, 1992), são os seguintes:

- método de estufa a 105 ° C, por 24 horas, com sementes inteiras;
- método de baixa temperatura: a 103°C, por 17 horas (I.S.T.A.);
- método de alta temperatura: a 130°C, por 1 a 4 h, com sementes moídas ou inteiras, de acordo com a espécie.

O teor de água é expresso em porcentagem, calculado através da seguinte fórmula:

$$TA (\%) = \left( \frac{PU - PS}{PU - T} \right) \times 100 (\%)$$

onde: PU = peso úmido; PS = peso seco; T = tara da cápsula

Uma informação complementar obtida através deste teste é o conteúdo de matéria seca, calculado em termos de peso (PS - T) ou em porcentagem (100% - TA%).

### **Teste de Germinação**

O principal atributo da qualidade das sementes é sua capacidade germinativa, avaliada através do teste de germinação. Permite comparar diferentes lotes da mesma espécie, verificar variações devido a fatores tais como origem, idade, estágio de maturação, entre outros.



É um método de análise realizado em laboratório, sob condições controladas, de modo a permitir uma germinação mais regular e completa das sementes. Fornece informações essenciais sobre a viabilidade e a capacidade germinativa das sementes, úteis para o plantio em campo. Porém, seus resultados nem sempre são iguais aos que ocorrerão no campo, devido à variação das condições ambientais, que podem influenciar positiva ou negativamente na germinação.

### **Germinação**

É o fenômeno biológico através do qual uma semente viável em repouso (por quiescência ou dormência) inicia atividade metabólica e retoma o crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula ou outra estrutura do embrião.

Contudo, este critério por si só é insuficiente, pois pode ocorrer falsa germinação, que é a extrusão da radícula do embrião morto, devido à pressão exercida pela embebição dos constituintes hidrofílicos, conseqüente à absorção da água.

Portanto, em tecnologia de sementes, considera-se germinação a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, produzindo uma plântula normal.

### **Fatores que influenciam a germinação**

Os fatores envolvidos no processo de germinação são os intrínsecos (inerentes à semente, como maturidade do embrião) e os extrínsecos (externos à semente ou ambientais).

Entre os fatores extrínsecos incluem-se basicamente a umidade, a temperatura e a luz.

- A umidade é fator imprescindível, pois é através da absorção de água (embebição) que se inicia o processo da germinação, com ativação de enzimas, hidratação de moléculas, aumento da respiração e outros eventos metabólicos.
- A temperatura é outro fator importante, pois vários processos que ocorrem no interior da semente durante a germinação dependem desta condição.
- A luz nem sempre é limitante para a germinação. Existem espécies que só germinam na presença de luz (fotoblásticas positivas) e outras em que a luz inibe a germinação (fotoblásticas negativas). Outras são indiferentes, germinando tanto no claro como no escuro.

### **Condições para o teste de germinação**

Para controle das condições ambientais em que são realizados os testes, é necessário que sejam conduzidos em germinadores ou câmaras de germinação, com controle contínuo de temperatura e luz.

A amostra de trabalho especificada nas Regras para Análise de Sementes (R.A.S.) é de 400 sementes, em 4 repetições de 100, 8 de 50 ou 16 de 25.

Os recipientes utilizados podem ser: placas-de-Petri (sementes pequenas), caixas *Gerbox* (sementes médias), bandejas plásticas ou travessas de vidro com tampa (sementes grandes).

### **Substratos**

Os substratos devem ser escolhidos de acordo com o tipo de semente, e podem ser utilizados nas modalidades sobre e entre o substrato. Os mais utilizados são:

- Papel: papel filtro, papel toalha, papel mata-borrão e papel *Germitest* (especial para testes de germinação). Também pode ser utilizado rolo de papel, colocando-se as sementes entre folhas de papel toalha ou *Germitest*. Deve ser esterilizado, envolvido em papel alumínio, em estufa a 105°C por 2h ou em autoclave.
- Areia: deve ser razoavelmente uniforme, livre de sementes, fungos e bactérias, peneirada e esterilizada em autoclave ou em estufa a 200°C por 2h.
- Vermiculita: vem sendo amplamente utilizada em análise de sementes florestais, com bons resultados, devido à boa retenção de água e baixa proliferação de microrganismos. Deve ser esterilizada em estufa a 105°C por 24h ou autoclavada.

Outros substratos utilizados são: esfagno, carvão, terra, rolo de pano e serragem.

### **Duração do teste**

A duração do teste varia de acordo com a espécie, podendo ser de 10 dias (espécies com germinação rápida) a 60 dias (espécies de germinação lenta). Para a maioria das espécies nativas o período varia de 20 a 30 dias. A primeira contagem deve ser feita quando se inicia a germinação e, durante o período do teste, fazem-se contagens intermediárias.

## **Avaliação**

Para a avaliação dos testes de germinação, é necessário conceituar alguns termos:

**Porcentagem de germinação**, segundo as R.A.S., corresponde à porcentagem de plântulas normais obtidas no teste.

**Plântulas normais**: são aquelas com potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais:

- Plântulas intactas: com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas;
- Plântulas com pequenos defeitos, menores que 50%, com desenvolvimento satisfatório;
- Plântulas com infecção secundária, mesmo seriamente deterioradas, desde que com todas as estruturas essenciais e que a própria semente não seja a fonte de infecção.

**Plântulas anormais**: não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento, incluindo:

- Plântulas danificadas: com estrutura essencial ausente ou completamente danificada;
- Plântulas deterioradas: infecção primária, originada da própria semente, impedindo seu desenvolvimento;
- Plântulas deformadas: desenvolvimento fraco; gema apical ausente; raiz curta e grossa ou fina e fraca; cotilédones descoloridos, necrosados ou separados da plântula.

### **Sementes não germinadas**

- Sementes duras: permanecem até o final do teste sem absorver água;
- Sementes dormentes: aparentemente viáveis, absorvem água, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste;
- Sementes mortas: não germinam, estando deterioradas no final do teste;
- Sementes chochas ou vazias: aparentemente intactas, mas sem conteúdo.

**Sementes múltiplas**: quando a semente produz mais de uma plântula (poliembriônica)

## **Cálculo dos resultados**

Os resultados do teste de germinação são calculados pela média de quatro repetições, expressos em porcentagem do número total de sementes: porcentagem de germinação, de plântulas normais e anormais, de sementes dormentes, duras, mortas e chochas.

## **Pré-tratamentos para quebra de dormência**

A dormência pode ser causada por vários fatores, e é considerada primária, quando é inerente à própria espécie (adquirida durante a fase de maturação) ou secundária, quando é induzida por fatores ambientais pós-colheita, como temperatura fria ou quente, ausência ou presença de luz, entre outros.

A dormência primária pode ser devida à impermeabilidade tegumentar, imaturidade do embrião ou presença de substâncias inibidoras de crescimento.

Há diferentes pré-tratamentos para induzir a germinação:

**Armazenamento em locais secos:** dormência de curta duração, imaturidade fisiológica do embrião.

**Pré-esfriamento:** substrato umedecido, sob 5 a 10°C, por 7 dias ou mais; sementes de árvores e arbustos geralmente são pré-esfriados entre 1 e 5°C por 15 dias a 12 meses.

**Pré-aquecimento:** 30 a 35° C, com circulação de ar, 7 dias antes do teste de germinação.

**Nitrato de Potássio:** substrato umedecido com solução 0,2% (2g de KNO<sub>3</sub> /1 litro de água); reumedecer o substrato com água.

**Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>):** substrato umedecido com solução a 0,05% (50mg GA<sub>3</sub> /1 litro de água); dormência menos intensa, solução a 0,02%; muito intensa, solução a 0,1%.

**Germinação a baixa temperatura:** teste sob temperatura inferior à usual, o período do teste deve ser estendido.

**Luz:** fotoperíodo de 8h ou mais com temperaturas alternadas podem induzir a germinação de algumas espécies, especialmente pioneiras.

**Embebição:** sementes com tegumento duro, deixar em água por 24 a 48h. Se água fria não for suficiente, mergulhá-las em água a 60-80°C, deixando-se esfriar.

**Escarificação química:** sementes com tegumento duro; ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub> solução 1N/24h) e ácido clorídrico diluído (HCl). Solventes orgânicos para retirada de ceras do tegumento: álcool, éter, acetona, propanol, etc..

**Obs.:** Para o manuseio de ácidos é importante tomar precauções: avental e luvas de borracha, local ventilado (de preferência capela com exaustor) para não inalar vapores, manipulação cuidadosa, pois são substâncias altamente corrosivas, causam queimaduras na pele e mucosas.

**Escarificação mecânica:** abrasão (lixamento), cortes ou perfurações no tegumento; para sementes pequenas pode-se usar escarificador elétrico, por alguns segundos a minutos.

### **Assepsia nos testes de germinação**

Os substratos devem sempre ser esterilizados. Todos os utensílios, recipientes e as bancadas onde são realizadas as contagens devem ser limpos e desinfetados com álcool.

Os germinadores devem ser conservados limpos e, após o término de cada bateria de testes, desinfetados com formol (formaldeído a 0,5%) em uma placa-de-Petri dentro do aparelho fechado, por uma noite, após o que deixar aberto para eliminar o vapor.

Outra fonte de contaminação pode ser a própria semente, por esporos de fungos e bactérias, adquiridos no campo, na colheita, manipulação ou armazenamento inadequados.

As sementes podem ser esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) a 2% por 4 a 10 min, após embebição em água destilada por 5 a 15 min, lavando-as em água corrente antes de colocar para germinar.

Para sementes delicadas, a lavagem em água corrente pode reduzir a contaminação.

### **Velocidade de germinação**

Lotes de sementes com germinação semelhante podem ter diferentes velocidades de germinação, indicando diferenças de vigor, pois as sementes que germinam mais rápido são mais vigorosas.

A partir do surgimento das primeiras plântulas normais (estabelecer um critério, como comprimento das plântulas), estas são diariamente contadas e retiradas do substrato, até o final do teste de germinação.

A velocidade de germinação é calculada de diferentes formas, dentre as quais o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) proposto por Maguire, 1962 (In: VIEIRA & CARVALHO, 1994):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \quad \text{onde :}$$

$G_1$ ,  $G_2$  e  $G_n$  = n° de plântulas normais presentes na 1ª, 2ª e última contagens;  
 $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = n° de dias decorridos da sementeira até a 1ª, 2ª e última contagens.

Quanto maior o IVG, menor a velocidade de germinação, maior o vigor das sementes.

## **Viveiros Florestais**

### **Considerações Iniciais**

A colheita de sementes representativa de uma população de uma espécie necessita de representatividade genética que um indivíduo tem, em função de seu sistema reprodutivo e de sua genealogia. O tamanho efetivo de uma população tem implicação com a sua capacidade de manter suas características genéticas ao longo de gerações (KAGEYAMA e GANDARA 1999).

A escolha das sementes e/ou o conhecimento de sua origem são fatores importantes para o sucesso da produção das mudas. Representa baixo custo e é fundamental nos reflorestamentos heterogêneos como se propõe nos trabalhos de recuperação vegetal de áreas degradadas. Além disso, as técnicas de beneficiamento e armazenamento são igualmente importantes, sendo recomendado que a sementeira seja efetuada o quanto antes, pois em geral, espécies nativas têm poder germinativo das sementes diminuído com o tempo.

### **Localização e Infra-Estrutura do Viveiro**

Considerados como um conjunto de benfeitorias e utensílios, os viveiros florestais são locais onde se empregam técnicas especiais que proporcionem o máximo de produção e qualidade de mudas para utilização em projetos de recuperação vegetal de áreas degradadas.

Dois tipos de viveiro se destacam: viveiros permanentes, para produção de mudas de forma contínua e com tempo indeterminado e viveiros temporários, onde se produz mudas para um determinado projeto ou área a ser recuperada ou florestada com espécies nativas e por um período limitado.

O local escolhido para a construção do viveiro deve estar próximo a área a ser recuperada o que reduzirá os custos e eventuais danos causados no transporte das mudas. A

topografia deve ser plana com ligeira declividade (1 a 2%) o que facilita o escoamento de água e o solo livre de plantas daninhas. O local também deve ser protegido de ventos, mas com fornecimento de luminosidade natural suficiente para suprir as necessidades e exigências das mudas (MACEDO, 1993; CARNEIRO, 1995).

Alguns cuidados como: a limpeza do local e a remoção de vegetação existente, de tocos, raízes, pedras e outros materiais; acerto do terreno; a facilidade de acesso e a construção ou adaptação de um local para guarda de materiais, além da disponibilidade de instalações da rede de água e energia elétrica; são fundamentais no preparo do local. O tamanho do viveiro varia de acordo com a dimensão do empreendimento ou tipo de viveiro.

**As principais estruturas de um viveiro** (MARTIN e CAMARGO, coords., 1987; MACEDO, 1993):

- **Canteiros de sementeira:** construções destinadas à sementeira das espécies selecionadas para produção das mudas, poderão ser construídos em madeira ou alvenaria, com as seguintes dimensões: 1 metro de largura por 0,30 metros de profundidade e comprimento variável (até 10 metros). Os canteiros deverão ser distanciados de 0,50 a 0,60 metros entre si para possibilitar uma melhor movimentação dos funcionários e ferramentas. Transversalmente à posição dos canteiros devem ser deixadas ruas de 1,50 metros de largura para circulação e retirada de mudas. As sementeiras poderão ser cobertas com telados móveis com aproximadamente 50% de sombreamento ou utilização da luz natural. A camada de substrato deve ser bem fértil, permeável e com boa capacidade de retenção de umidade em um certo período.
- **Pátio de transplante ou galpão:** construção de uma área coberta, cuja dimensão varia de acordo com o porte do viveiro e capacidade de produção, para receber as mudas retiradas dos canteiros de sementeira para serem transplantadas nos recipientes (repicagem), cujo substrato deverá ser preferencialmente mais argiloso e de melhor fertilidade que o dos canteiros de sementeira.
- **Canteiros de mudas:** estes canteiros poderão ter as mesmas dimensões do canteiro de sementeira. Após o transplante, as mudas serão transportadas para os canteiros, para adaptação, onde permanecerão até a época de plantio. Os

canteiros poderão ser sombreados com telados móveis de sombrite de 50% de sombreamento. No caso de espécies que crescem a pleno sol, cerca de 15 dias após a repicagem é suficiente para sua permanência sob o telado. Os canteiros de semeadura e de mudas serão orientados no sentido norte-sul, com referência ao seu eixo longitudinal.

- **Outras instalações:** é recomendável a construção de um galpão para estocagem de substrato, material agropecuário e ferramentas, além de uma câmara seca, onde as sementes ficarão armazenadas até a semeadura.

### Recipientes

Os recipientes utilizados podem ser sacos plásticos ou tubetes de polipropileno. Existem no mercado tubetes de diferentes dimensões, variando desde o tubete menor, de 56cm<sup>3</sup>, até o maior, de 288cm<sup>3</sup>. As pesquisas têm mostrado que o tubete menor é suficiente para a produção de mudas da maioria das nativas, ficando o maior para as espécies que apresentam sementes grandes, maiores que o diâmetro superior do tubete (FARIA, 1999).

Os tubetes ficam dispostos geralmente em bandejas de polietileno de 40 x 60 cm, que possuem diferentes densidades: 96 tubetes por bandeja, o que equivale a uma densidade de 400 tubetes/m<sup>2</sup>; 176 tubetes por bandeja, equivalente a 733 tubetes/m<sup>2</sup>, e 192 tubetes por bandeja, que totaliza 800 tubetes/m<sup>2</sup>. As bandejas podem ficar apoiadas em bancadas ou suporte feitos dos mais diversos materiais (madeira, ferro, fio de arame, etc.), de modo que o canteiro fique suspenso, possibilitando que os funcionários manuseiem as mudas em pé (FARIA, 1999).

Quando a opção for a utilização de sacos plástico, o tamanho dos mesmos dependerá da espécie produzida. Para espécies de rápido crescimento são utilizados sacos de 11x20cm com espessura de 0,08cm. Para espécies que permaneçam mais tempo no viveiro, são utilizados sacos de 18x25cm com espessura de 0,07cm. Os sacos menores podem ser colocados à base de 209 mudas/m<sup>2</sup> e os maiores à base de 75 mudas/m<sup>2</sup> (YAMAZOE e VILAS BÂS, 2003).

Vantagens do uso de tubetes quando comparados aos sacos plásticos (FARIA, 1999): possibilidade de mecanização no enchimento dos tubetes; apresenta estrutura rígida que protege o sistema radicular; o sistema radicular formado é mais estruturado e compacto, sendo portanto, menos suscetível a lesões no manuseio, transporte e plantio; a quantidade de substrato a ser utilizado é menor; são embalagens reutilizáveis, o que dilui o seu custo



ao longo do tempo; as raízes não se envelham; facilidade no sistema de produção de mudas e tratos culturais por serem acomodados em bandejas; as mudas são mais leves, o que facilita a sua distribuição no campo; facilidade no transporte das mudas para o campo, com menor risco de danos; o rendimento no transporte das mudas para o campo é bem maior; diminui a necessidade de mão-de-obra, tanto no viveiro como no plantio; custo final da muda é reduzido.

Desvantagens dos tubetes: maior custo de investimento inicial; necessidade de adubações em cobertura, devido à lixiviação de nutrientes, provocada pela maior frequência de irrigação.

### **Substratos**

No caso de tubetes, o cuidado com o substrato é fundamental. Deve ter características desejáveis como boa drenagem, boa retenção de nutrientes, ser leve, de custo baixo e fácil de ser manuseado (MACEDO, 1993).

Os substratos utilizados na produção de mudas apresentam as mais variadas composições, tendo como característica comum o uso de terra em pequenas proporções. Geralmente os substratos apresentam em sua composição, um ou mais dos seguintes componentes: vermiculita, esterco curtido, composto orgânico, torta de filtro, bagaço de cana, terra de subsolo, serragem, casca de arroz carbonizada, húmus, etc. (FARIA, 1999).

A figura 1 apresenta uma relação de viveiros florestais consultados no Estado de São Paulo, com informações sobre armazenamento das sementes, capacidade de produção, recipiente utilizado, adubação, onde se destaca a composição dos substratos utilizados.

**Figura 1** – Listagem de viveiros florestais no Estado de São Paulo, com indicação da capacidade e forma de produção de espécies nativas (dados obtidos no projeto Políticas Públicas – FAPESP: “Modelos de Repovoamento Vegetal para Proteção de Sistemas Hídricos em Áreas Degradadas dos Diversos Biomas no Estado de São Paulo”). (BARBOSA coord., 2002).

VIVEIRO	ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO Mudas/ano SementesKg/ano	RECIPIENTE UTILIZADO	SUBSTRATO E PROPORÇÃO	ADUBAÇÃO
<b>Estação Experimental de Bauru</b>	Não armazena	20.000/ano	Saco plástico 1000 ml	Terra + Esterco de gado 4:1	Adubo orgânico
<b>Estação Experimental Bento Quirino</b>	Câmara fria e seca	150.000/ano 130Kg/ano	90% Tubete 40ml e 10% Saco plástico	Plantmax, Mecplant Casca processada, vermicu lita	4:14:8 irrigação e substrato 24:8:16 fertilizante solúvel em água
<b>Câmara Mudas florestais (Madaschi, Perigo &amp; Souza Ltda)</b>	Câmara fria	3000.000/ano	Tubete: 56ml, 120ml, 290ml	Plantmax ou similar	Osmocote 15:10:10 3Kg/m <sup>3</sup>
<b>Viveiro florestal da capital –IF</b>	Câmara fria Câmara seca doIF	100 000/ano produção efetiva: 46 218 (1996-2000)	Tubete 120ml saco plástico 1600ml	50% terra 50% esterco de curral	2-3g/muda (adubo não determinado)
<b>Estação Experimental Casa Branca</b>	Condições naturais, saco plástico	30 000/ano 20Kg/ano	Saco plástico 1000ml 500ml	80%terra 20%esterco	Fosfato ou Ca na mistura do substrato, N na cobertura
<b>Cesp-Cia Energético de São Paulo</b>	câmara fria câmara seca	1.500.000/ano	Tubete 50ml	60% húmus 30% casca de arroz carbonizada 7% terra 3% areia	Sulfato de amônia com Cloreto de Potássio a cada 15 dias
<b>Viveiro Ecoar-Flona de capão Bonito</b>	câmara fria (embalagens impermeáveis)	80.000 a 10.000	Saco plástico 1000ml	Terra de subsolo	1,5g de 1:14:8 0,5% Zn 0,5%B por m <sup>3</sup> de terra
<b>Viveiro Ecoar-Pilar do Sul</b>	Quando se armazena: Geladeira comum ou condições naturais	60 a 80 /ano	Saco plástico 1000ml	Terra de subsolo	1.5g de 1:14:8 0.5% Zn 0.5% B por m <sup>3</sup> de terra
<b>Viveiro Associação Flora Cantareira</b>	Geladeira, e condições naturais	1.200.000/ano 120 Kg/ano	Tubete: 50,120, 220 ml Saco plástico: 1.200, 2000 ml Citrovasos	Tubete 100% substrato Saco plástico 60% Terra preparada com 40%substrato	NPK( varias Formulas) Micronutrientes Osmocote
<b>Viveiro Flora Nativa</b>	Geladeira	500.000/ano 3.000/Kg	Saco plástico 500, 700 ml	Terra de subsolo Torta de filtro 2 :1	Super fosfato no substrato e fertirrigação com macro e micronutrientes

VIVEIRO	ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO Mudas/ano SementesKg/ano	RECIPIENTE UTILIZADO	SUBSTRATO E PROPORÇÃO	ADUBAÇÃO
<b>Viveiro Flora Paulista</b>	Sacos de papel ou Câmara fria	150.000/ano	Tubete 120 ml Saco plástico (tamanho variado)	Tubete::plantmax Saco plástico: 70% terra 30% substrato reutilizado	Tubete:Osmocote 15:10:10 /250g por saco de substrato. Saco plástico; cobertura c/ foliar ou adubo de elemento simples
<b>Viveiro Flora Vale do Rio Grande</b>	Não armazena	10.000/ano	Saco plástico 1.600 ml	75% terra 25% esterco de curral e fertilizante	4: 20: 20 + Zn ou 4: 14: 8 +Zn
<b>Viveiro Flora Tiete</b>		1.700.000/ano	Tubete	Não consta	Não consta
<b>Mata Atlântica /viveiro florestal</b>	Local seco, fresco, protegido da luz solar	100.000/ano 100Kg/ano	Saco plástico: 1.000ml Latas: 18L torrão que envolve a raiz	66% Terra vermelha 33% esterco de gado	0.5% calcário 0.5% 4:14: 8 npk
<b>Meio Ambiente viveiro florestal</b>	Não consta	Não consta	Saco plástico 250 a 3000ml Torrão que envolve a raiz	Não consta	Não consta
<b>Estação Experimental de Moji-Guaçu</b>	Não armazena	100.000/ano	Tubete:35ml Saco plástico: 2.000ml bandeja de isopor	50% adubo orgânico 50% não consta	Não há
<b>Estação Experimental De Mogi Mirim</b>	Condições naturais	10.000/ano	Saco plástico 1.000 ml 5.000ml Lata 20 L	70% terra 30%esterco de curral	N por cobertura
<b>Viveiro Florestal de Pindamonhangaba</b>	Geladeira	24.000/ano	Saco plástico 2000ml	Florestal Plug-mix	Esterco de curral
<b>Viveiro Municipal de Piracicaba</b>	Geladeira	240.000/ano	Saco plástico 1.000ml	50% terra 50% turfa	Não utiliza
<b>Viveiro de mudas da P. M. Ribeirão Preto</b>	Recipiente de vidro	150.000/ano	Tubete 100ml saco plástico 1000ml	Vermiculita Terra Esterco Fosfato	Calcário dolomítico
<b>Saga Suporte Agro Ambiental-Ltda.EPP</b>	Câmara seca Câmara fria	150Kg/ano	Não discriminado	Não discriminado	Não discriminado
<b>Viveiro Fazenda Santa Isabel</b>	Geladeira a 10°C ou condições ambientais	100.000/ano 163Kg/ano	Saco plástico 1.000ml	1/3 Terra + 1/3 Bagaço de cana + 1/3 Esterco de curral	Não discriminado

VIVEIRO	ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO Mudas/ano SementesKg/ano	RECIPIENTE UTILIZADO	SUBSTRATO E PROPORÇÃO	ADUBAÇÃO
Viveiro de plantas municipal de São Sebastião	Não armazena	100.000/ano 50Kg/ano	Saco plástico 100ml lata 20L	50% terra 25% composto orgânico 25% areia	10:10:10 NPK 46% uréia
Associação de Reposição Florestal do Pardo Grande	Câmara seca e fria à 10° C pré beneficiamento	500.000/ano 1.500Kg/ano	Tubete 120ml saco plástico 2.000ml lata 18L	Mecplant florestal	50Kg superfosfato simples + 12,5 Kg cloreto de potássio + 12,5 Kg de uréia+ 5 Kg FTE. Usa-se 250 g/saco de 25Kg de substrato
Viveiro Vital Flora	Câmara fria	550.000 tubete 80.000 saco plástico NATIVAS	Tubete 61 e 150 ml saco plástico 1.500 ml	Tubete: terra do paraíso e eucatex Saco plástico: terra de barranco, esterco e compostos	De acordo com a época e estágios
Jardim Zoobotânico Municipal de Franca	Em sacas Condições naturais	1.000.000/ano 450Kg/ano	Tubete 150 ml saco plástico 1.500 ml 3.000 ml	Eucatex, mecprec 1/3 terra argilosa 1/3 arenosa 1/3 matéria orgânica 1% adubo mineral	A cada 45 dias com N20-PO5-K20 Adubação foliar com N10-P50-K10

### Produção de Mudas

A produção de mudas por sementeira pode ser feita de duas maneiras:

- a) sementeira direta no recipiente.
- b) sementeira em canteiros (sementeiras).

Geralmente, apenas as sementes muito pequenas são semeadas em canteiros, já que são de difícil manuseio, ou então, quando se desconhece o poder germinativo da semente ou ele é muito baixo e quando a sua germinação é muito irregular, como é o caso das espécies pioneiras (MARTIN e CAMARGO, coords., 1987; MACEDO, 1993). As espécies cujas sementes são maiores, a sementeira ocorrerá diretamente no recipiente a ser utilizado (sacos plásticos e/ou tubetes) na base de duas ou três sementes por recipiente, dependendo do porcentual e do poder germinativo das sementes de cada espécie.

Após a sementeira procede-se à irrigação, mantendo o substrato com uma boa umidade, contudo tomando-se o cuidado com a agressividade da irrigação. A sua

intensidade não deverá propiciar encharcamentos. As regas devem ser executadas no início da manhã e/ou no fim da tarde, com frequência variando até no máximo duas vezes/dia. As mudas devem permanecer durante períodos variados sob cobertura com sombrite, que dependerá da espécie em produção.

Na repicagem as mudas deverão apresentar-se com a primeira folha definitiva, quando se processa a seleção daquelas com melhor aspecto, mais desenvolvidas e vigorosas. Ao repicar as mudas para o recipiente deve-se ter o cuidado de não cobrir o colo das mesmas e “aderir” o solo do recipiente às raízes com as mãos. Se a semeadura for pelo processo direto, haverá necessidade de desbaste das mudas, considerando forma e vigor, deixando-se apenas uma planta por recipiente.

De acordo com MACEDO (1993), para a realização da repicagem deverão ser observados os seguintes cuidados:

- proceder a irrigação dos canteiros de semeadura, para facilitar o arrancamento das mudinhas. Para tanto, cava-se em volta das mudas com ferramentas apropriadas (pás), segurando pelo colo, evitando prejudicar as raízes;
- colocar as mudas em recipiente com água, para proceder a seleção com base no vigor e na forma, simultaneamente faz-se a poda das raízes, quando necessária;
- os recipientes deverão estar preenchidos com substrato, e após molhá-lo, abrir um orifício no centro de cada recipiente, com profundidade suficiente para acomodar as raízes. Após o plantio, o orifício deve ser preenchido com substrato peneirado, fino e seco, evitando a formação de bolsas de ar. Após esta operação, puxa-se levemente a plântula para cima de forma a endireitar a raiz principal.

As mudas recém-transplantadas devem ficar protegidas por telados de sombrite até o pegamento após a repicagem e a irrigação deverá ser suave e freqüente.

### **Cuidados Especiais**

- a) **Doenças:** são basicamente três as principais doenças que atacam os viveiros e que quando bem conduzidos, dificilmente ocorrem (MARTIN e CAMARGO, coords., 1987; MACEDO, 1993):
  - **Damping-off:** é a principal doença que ocorre em viveiro, causado por diversos fungos do solo e pode ocorrer na fase de pré-emergência das

sementes, quando atacam a radícula ou na fase de pós-emergência, atacando as raízes e o colo.

- **Podridões de raiz:** o patógeno provoca necrose nos tecidos, ocorrendo escurecimento e apodrecimento das raízes.
- **Doenças da época:** são manchas e crestamentos foliares, as secas de panículas, as mortes de ponteiros e as necroses de tecidos do caule.

As medidas consistem no controle dos fatores ambientais, como a redução do sombreamento e irrigação, desinfecção de substratos e pulverização com fungicidas, no primeiro sintoma de aparecimento das doenças.

- b) **Pragas:** as pragas de maior ocorrência em viveiros florestais são cupins, lagartas, pulgões, cochonilhas, besouros. São utilizados inseticidas registrados para estas pragas em caráter curativo, não como prevenção (MACEDO, 1993).
- c) **Ervas Daninhas:** o controle de ervas daninhas será efetuado manual e mecanicamente ou utilizando-se de herbicidas, em todo o viveiro e não somente nos canteiros.

### **Tratos Culturais**

- a) **Adubação:** geralmente a adubação inicial, que é feita no substrato, é a mesma para todas as espécies produzidas no viveiro, sendo que a adubação em cobertura é que pode variar, em função da necessidade nutricional das espécies ou de grupos de espécies (Figura 2), do ritmo de crescimento e regime de irrigação. Na prática, o viveirista deve detectar, pela diagnose visual, se uma muda está ou não adequadamente nutrida e definir qual o melhor momento para adubá-la. No entanto algumas empresas acabam adotando uma adubação em cobertura sistemática para todas as espécies, via água de irrigação, ainda que para algumas delas, esta adubação esteja sendo desnecessária (FARIA, 1999).

**Figura 2** – Sintomas visuais das deficiências de nutrientes minerais em plantas de viveiro.

<b>Nutrientes</b>	<b>Sintomas de Deficiências</b>
<b>Macronutrientes</b>	
Nitrogênio	Clorose geral, seguida de atrofia. Nos casos mais graves as folhas são pequenas com coloração amarelada, podendo aparecer necroses. Distingue-se da deficiência de ferro por afetar primeiro as folhas mais velhas.
Fósforo	Os sintomas nas folhas variam com a espécie, sendo mais frequentes aqueles que se manifestam através de coloração arroxeada das folhas.
Potássio	Manchas cloróticas nas margens das folhas que podem se tornar acastanhadas (necroses) devido à morte dos tecidos.
Cálcio	Atrofiamento do crescimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular. Queimaduras e cloroses nas folhas mais novas.
Magnésio	Aparecimento de pontos cloróticos regularmente distribuídos, seguidos por necroses em alguns casos.
Enxofre	Clorose nas folhas, principalmente nas mais jovens, que ficam com coloração amarela-esverdeada. Atrofia das folhas e eventuais necroses.
<b>Micronutrientes</b>	
Ferro	As primeiras cloroses aparecem nas folhas mais jovens, e em alguns casos, aparecem colorações de amarelo brilhante a branco, ficando apenas com as nervuras verdes.
Manganês	Clorose nas folhas semelhante às deficiências em magnésio, mas com uma distribuição mais irregular das manchas cloróticas.
Zinco	Atrofia extrema em folhas formando rosetas, seguida da morte dos ápices nos casos mais extremos.
Cobre	Espirilização das folhas com coloração amarelada nas extremidades.
Boro	Clorose e necrose nos gomos terminais.
Molibdênio	Clorose nas folhas seguida de necrose, a começar nas extremidades.

Fonte: adaptado de Ribeiro *et al.* (2001).

- b) Irrigação:** é uma das etapas na produção de mudas que requer maior atenção, principalmente em relação aos tubetes. O substrato do tubete se desidrata mais rápido que o do saco plástico, devido ao seu pequeno volume e à ventilação que ocorre em cima e em baixo, proporcionada pela maneira como os tubetes ficam dispostos, canteiros suspensos. Essas características fazem com que se aumente a frequência/quantidade de irrigação, tendo como consequência negativa a intensificação na lixiviação, tornando necessárias as adubações em cobertura (FARIA, 1999).

As mudas devem ser irrigadas quantas vezes forem necessárias no dia, preferencialmente através de micro-aspersores, mantendo o substrato sempre úmido, sem

encharcar. Teoricamente, através da determinação da capacidade de retenção de água de um substrato, pode-se determinar a quantidade de água que pode ser aplicada a cada irrigação, sem encharcá-lo, diminuindo a lixiviação. No entanto, dificilmente isto funciona na prática, pois diversos fatores interferem na irrigação, como as condições do clima, o porte das mudas e arquitetura foliar. A observação do viveirista é que vai determinar quando e quanto irrigar (FARIA, 1999).

- c) **Poda:** poderá ocorrer na parte aérea ou radicular, sendo portanto:
  - poda aérea: utilizada para corrigir diferenças na copa, visando a obtenção de mudas proporcionalmente homogêneas.
  - poda das raízes: utilizada apenas nos casos em que esta facilitar a repicagem.
  
- d) **Seleção das mudas:** serão descartadas as mudas que apresentarem qualquer dano, sintomas de deficiências ou ataque de doenças.
  
- e) **Dança:** consiste na troca das mudas de um lugar para outro, dentro do próprio canteiro ou entre canteiros. Será executada para agrupar mudas de mesmo tamanho, de tal forma que as mudas maiores fiquem dispostas nas bordas dos canteiros e as menores no centro, induzindo estas últimas a se desenvolverem à procura de luz.

### **Expedição**

O desempenho das mudas no viveiro é importante para o sucesso dos projetos de implantação de povoamentos florestais. O uso de mudas de melhor padrão de qualidade está diretamente relacionado a uma maior porcentagem de sobrevivência após o plantio, além de proporcionar um crescimento inicial mais rápido, diminuindo o número de capinas necessárias na área plantada, implicando na redução dos custos de implantação (CARNEIRO, 1995).

Os principais parâmetros de qualidade que devem ser considerados são o aspecto nutricional (visual), altura das mudas, as quais devem estar acima de 20cm e, o diâmetro do colo, devendo estar igual ou acima de 3mm, para que a muda seja considerada apta para ir a campo (CARNEIRO, 1995; FARIA, 1999).



Quando da data de plantio das mudas, estas deverão sofrer o processo de rustificação, com exposição gradativa às condições de campo (redução de irrigação e de sombreamento). Tanto no caso de sacos plásticos ou tubetes, as mudas serão expedidas com o substrato mais seco, de forma a evitar o esboroamento (MACEDO, 1993).

Para que haja um controle mais efetivo sobre as mudas produzidas, uma ficha de identificação deverá ser preenchida. Esta ficha deverá ser preenchida para cada lote de sementes/estacas coletadas, para acompanhamento do desenvolvimento.

<b>Ficha de controle do viveiro</b>	
Nome popular:	_____
Nome científico:	_____
Data de colheita:	_____
Propagação por:	semeadura _____ estaquia _____ outros _____
Procedência:	_____
Data de semeadura/estaquia:	_____
Quantidade de sementes/estacas/outros (especificar):	_____
Data de transplante:	_____
Início da germinação:	_____
% de germinação	_____
Nº de mudas produzidas:	_____
ou existentes:	_____

### **Referência Bibliográfica**

AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) Sementes Florestais Tropicais. ABRATES, Brasília. 350 p. 1993.

BARBOSA, L.M. (coord.). Modelos de Repovoamento Vegetal para Proteção de Sistemas Hídricos em Áreas Degradadas dos Diversos Biomas no Estado de São Paulo. Relatório Projeto de Pesquisa. Projeto Políticas Públicas – FAPESP. 2002.

BARBOSA, L.M.; MARTINS, S.E. Diversificando o reflorestamento no Estado de São Paulo – espécies disponíveis por região e ecossistema. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. 62p.

BELTRATI, C.M. Morfologia e Anatomia de Sementes. Apostila do curso de pós - graduação em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro. 108 p. 1994.

BRASIL. Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Brasília. 365 p. 1992.

CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

FARIA, J.M.R. Propagação de espécies florestais pra recomposição de matas ciliares. In: Simpósio Mata Ciliar: Ciência e tecnologia, Belo Horizonte, outubro, 1999. Belo Horizonte: UFLA/CEMIG, 1999. p.69-79

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Restauração, Conservação Genética e Produção de Sementes. In: Simpósio Mata Ciliar: Ciência e tecnologia, Belo Horizonte, outubro, 1999. Belo Horizonte: UFLA/CEMIG, 1999. p.59-68.

MACEDO, A.C. Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas. Revisado e ampliado por P.Y.Kageyama e L.G.S.Costa. São Paulo: Fundação Florestal/SMA, 1993. 21p.

MARTIN, P.S. & CAMARGO, C.E.D. (coords.). Manual Brasil Agrícola, 1993. 6:449-513.

OLIVEIRA, E.C. Avaliação de Plântulas. Manual Técnico de Sementes Florestais. IF Série Registros, São Paulo, 14: 85-98. 1994.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. (Coord.) Manual de Análise de Sementes Florestais. Fund. Cargill, Campinas. 100 p. 1988.

RIBEIRO, D.; RIBEIRO, H., LOURO, V. Produção em Viveiros Florestais. DDTI, Lisboa. 149p. 2001.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de Vigor em Sementes. FUNESP, Jaboticabal. 164 p. 1994.

YAMAZOE, G. & VILAS BÔAS, O. Manual de pequenos viveiros florestais. São Paulo: Páginas & Letras editora e Gráfica, 2003. 120p.

# ALTERNATIVAS DE RAD E IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DOS PROJETOS DE REFLORESTAMENTO

Elizabeth Carla Neuenhaus Mandetta<sup>1</sup>

## Introdução

No Estado de São Paulo estima-se que existam apenas 7,3% de cobertura remanescente da vegetação nativa original (Fundação SOS Mata Atlântica, 2000). Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2002), cerca de 140 hectares da Mata Atlântica é desmatado diariamente desde o início da década de 90. Apesar de inexistirem dados oficiais, o Cerrado, ainda com menor apelo da sociedade, provavelmente possui taxa de desmatamento pelo menos igual à da Mata Atlântica (Jesus & Rolin, 2005). Até a Caatinga, que também apresenta elevada biodiversidade, já se encontra com mais de 50% da sua área alterada (Alcoforado Filho et. al., 2003).

Considerando as formações vegetais que circundam os corpos d'água, as matas ciliares, a situação é ainda mais alarmante. A importância da existência de florestas ao longo dos rios e ao redor de lagos e reservatórios fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos (Durigan & Silveira, 1999). Do ponto de vista ecológico, as matas ciliares apresentam a função hidrológica na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático (Lima & Zakia, 2001).

Assim, a drástica redução das matas ciliares verificada nos últimos anos tem desencadeado um aumento significativo dos processos erosivos no solo com prejuízos à hidrologia regional pelo comprometimento da qualidade e a quantidade de água e à biodiversidade da fauna terrestre e ictiológica e da flora (Barbosa, 2001).

Dentro deste panorama ambiental, o interesse em programas de recuperação de áreas degradadas com espécies arbóreas nativas vem aumentando nos últimos anos, incentivados por órgãos governamentais e empresas, motivados especialmente pela conscientização

---

<sup>1</sup> Mestranda UNESP, Biologia Vegetal, eliza\_bio@yahoo.com.br

conservacionista ou pela pressão da sociedade e da legislação ambiental (Toledo Filho & Bertoni, 2001).

De acordo com Rodrigues & Gandolfi (2001), os programas de recuperação de áreas degradadas deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes e tentativas limitadas de remediar um dano que, na maioria das vezes, poderia ter sido evitado, para assumir a difícil tarefa da reconstrução dos processos ecológicos de forma a garantir a perpetuação e a evolução da comunidade no espaço e no tempo.

### **O desequilíbrio nos ecossistemas**

Os ecossistemas não são entidades estáticas uma vez que sofrem flutuações na sua estrutura e função em decorrência de mudanças ambientais em curto, médio e longo prazo, o que lhes confere a capacidade de mudança temporal (Klimmins, 1987). Apesar de florestas primárias maduras serem relativamente estáveis quanto à composição de espécies e suas abundâncias relativas, numa escala geológica de tempo nem sempre isso é verdade (Ab'Saber, 1982). Assim, a estabilidade da floresta deve ser entendida muito mais no contexto de seu grau de ajuste ao regime local de distúrbios (Engel & Parrotta, 2003).

Segundo Uhl *et.al.* (1990) distúrbio, para florestas, é qualquer evento, natural ou antrópico, que cria uma abertura no dossel. Quando um ecossistema reage aos distúrbios, absorvendo os seus impactos, de forma a regular a variação na sua estrutura e nos processos ecológicos, este ecossistema é dito estável, sendo capaz de manter-se num estado de equilíbrio dinâmico (Tivy, 1993).

Entretanto, nas florestas tropicais, os distúrbios antrópicos geralmente são de maior escala, maior intensidade e frequência do que os distúrbios naturais sob os quais elas evoluíram, o que compromete a estabilidade dos ecossistemas a partir do momento que ocorrem mudanças drásticas no seu regime de distúrbios característico, onde as flutuações ambientais ultrapassam o seu limite homeostático, tornando a sua recuperação muito lenta ou incerta (Uhl *et.al.*, 1990; Engel & Parrotta, 2003).

Quando o ecossistema sofre danos irreversíveis como a extinção de espécies-chave e instauração de processos de degradação auto-reforçantes tais como, pestes, doenças, erosão, lixiviação e endogamia, isso resulta não só na perda da capacidade de regeneração das espécies, mas na eliminação dos componentes bióticos e abióticos do mesmo (Oldeman, 1987; Engel & Parrotta, 2003).

Nesses casos, a intervenção do homem faz-se necessária, a fim de estabilizar e reverter os processos de degradação, acelerando e direcionando a sucessão natural, podendo ser esta intervenção, feita sob diferentes abordagens, com objetivos e resultados distintos (Engel & Parrotta, 2003).

### **As novas tendências nos processos de recuperação de áreas degradadas**

Dias & Griffith (1998), a recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade anteriormente existentes em um ecossistema natural, exigindo uma abordagem sistemática de planejamento e visão a longo prazo

Somente na década de 80, com o desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência, o termo restauração ecológica passou a ser claramente definido, com objetivos mais amplos, passando a ser o mais utilizado o mundo, nos últimos anos (Engel & Parrota, 2003).

Porém, o objetivo final da restauração ecológica, que é o retorno do ecossistema a uma situação mais próxima possível do seu estado original ou anterior à degradação, é difícil de ser alcançado. Por esta razão é necessário que se estabeleça uma definição prévia de qual é o produto desejado ou ecossistema-alvo a ser atingido, o que permitirá avaliar o sucesso de um projeto de restauração ecológica (Engel & Parrotta, 2003).

Baseado no princípio de Meffe & Carroll (1994) de que, um dos principais desafios da restauração é que se tenta atingir um alvo em movimento resulta que, qualquer trabalho de restauração dificilmente atingirá a meta do ecossistema-alvo, se este alvo se basear em uma referência presente, ou na tentativa de se criar as condições passadas. Portanto, os objetivos da restauração devem se concentrar muito mais nas características desejadas do ecossistema no futuro, do que em como este era no passado (Hobbs & Harris, 2001).

Segundo Young (2000), as escalas abordadas com mais frequência nos trabalhos de restauração, em diferentes partes do mundo, têm sido a comunidade e o ecossistema, com grande ênfase em trabalhos com plantas, e a base conceitual mais forte da restauração ecológica tem sido a sucessão natural.

Os modelos de sucessão têm sido usados para desenvolver esquemas de plantio (Kageyama *et.al.*, 1992; Reis *et.al.*, 1999) e para prever se os projetos de restauração atingirão seus objetivos (Parker, 1997). Assim, a tendência atual dos projetos de restauração é a de criar, desde o começo do processo de recuperação, um bosque rico em

espécies nativas, em geral escolhidas de acordo com as suas aptidões ecológicas e seu potencial em atrair a fauna de dispersores de sementes que, vindos de áreas vizinhas, podem trazer novas sementes e acelerar o processo de recuperação local (Rodrigues & Gandolfi, 1996).

### **Atividades propostas para a restauração de áreas degradadas**

As atividades que podem ser definidas para projetos de recuperação de áreas degradadas são muito variáveis e nem todas se aplicam para a condição ciliar (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Reconstruir um ecossistema florestal ribeirinho é uma tarefa complexa que pode ser facilitada quando se procura trabalhar numa escala mais ampla e não apenas naquela definida pelos limites de uma dada propriedade rural. Assim, recomenda-se que, sempre que possível o planejamento e a execução de um projeto de recuperação de matas ciliares seja conduzido no contexto de bacias hidrográficas, sejam elas pequenas ou de grandes dimensões espaciais, onde a recuperação da vegetação ciliar pode ser integrada ao melhor uso dos solos agrícolas, à proteção de nascentes e de toda a rede de drenagem (Rodrigues & Gandolfi, 2000).

Os modelos de restauração que podem ser aplicados às diversas situações de degradação estão em contínuo processo de refinamento e ampliação, sendo que, cada modelo pode variar bastante, de acordo com os interesses e objetivos do projeto (Rodrigues, 2006).

A escolha de uma ou várias ações que busquem a restauração ecológica do ecossistema, deve levar em conta dois principais aspectos: 1) a resiliência da própria área a ser recuperada (presença de remanescentes florestais, formação de origem, histórico de degradação, tipo de manejo e cobertura atual da área, topografia, relevo, umidade e conservação do solo, etc) e, 2) o contexto regional no qual a área a ser recuperada esta inserida (Rodrigues & Gandolfi, 2001). Para os autores, as características regionais facilitarão a definição das ações que deverão ser adotadas na proposta de recuperação.

Baseando-se nestas considerações, são apresentadas algumas propostas de ações que podem ser aplicadas na restauração de áreas com objetivo de restabelecer os processos ecológicos e a sustentabilidade encontrada nos ecossistemas. Em seguida, no Quadro 1, são apresentadas algumas situações de degradação em que estas ações podem ser utilizadas. Ressaltando que o objetivo deste trabalho não é esgotar as possibilidades de ações de

recuperação e de situações de degradação, mas sim, explanar alguns exemplos como forma de mostrar os caminhos que podem ser adotados para os projetos de restauração ecológica (adaptado de Rodrigues & Gandolfi, 2000 e Rodrigues, 2006)

1. **ISOLAMENTO DA ÁREA:** evita a continuação do processo de degradação;
2. **RETIRADA DOS FATORES DE DEGRADAÇÃO:** evita que áreas em recuperação voltem ao estado degradado;
3. **CORREÇÃO DO SOLO:** consiste em intervenções no solo como aração, gradagem, subsolagem e adubação para melhoria de suas qualidades físicas e químicas;
4. **ELIMINAÇÃO SELETIVA OU DESBASTE DE ESPÉCIES COMPETIDORAS:** controle de espécies agressivas (gramíneas, trepadeiras e bambus) que dominam a borda e o interior de fragmentos florestais e que competem vigorosamente com a regeneração das espécies dos estratos superiores, dificultando o avanço sucessional dessas áreas; tal controle não deve ser confundido com uma tentativa de erradicação de formas de vida como as lianas e bambus nativos, pois, essas são espécies da própria floresta, o que, todavia, deve ser efetivado em relação as gramíneas que são normalmente espécies exóticas e que invadem as bordas da mata degradada vindas das áreas agrícolas vizinhas; especial atenção deve se dada ao controle das lianas, pois elas se constituem como elementos importantes da diversidade, da estrutura e do funcionamento de ecossistemas florestais;
5. **ADENSAMENTO DE ESPÉCIES COM USO DE MUDAS OU SEMENTES:** introdução de indivíduos de algumas espécies de alta densidade nas florestas naturais para aumentar as populações que foram muito reduzidas devido ao processo de degradação;
6. **ENRIQUECIMENTO DE ESPÉCIES COM USO DE MUDAS OU SEMENTES:** re-introdução de espécies que foram extintas localmente e que são comuns aos remanescentes florestais da região, auxiliando a aceleração do processo sucessional;
7. **IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIO DE ESPÉCIES COM USO DE MUDAS OU SEMENTES:** consiste na combinação de diferentes espécies com

comportamentos ecológicos distintos, porém, complementares, de forma a imitar e acelerar o processo de sucessão natural;

8. **INDUÇÃO E CONDUÇÃO DE PROPÁGULOS AUTÓCTONES:** consiste na “indução do banco” de sementes através do revolvimento do solo e ou da sua irrigação e/ou na “condução da dispersão” favorecendo a fixação desses propágulos ou então evitando a perda das sementes pela ação não controlada de incêndios ou pastejo;
9. **TRANSFERÊNCIA OU TRANSPORTE DE PROPÁGULOS ALÓCTONES:** duas possibilidades:
  - transferência da camada superficial do solo (primeiros 20cm), proveniente de áreas que serão, inevitavelmente, desmatadas devido a implantação de um empreendimento, para a área a ser recuperada (1 m<sup>2</sup> de solo da floresta para 4 m<sup>2</sup> da área degradada, com espessura média de 5cm) - transferência do banco de sementes e enriquecimento do solo com nutrientes, matéria orgânica e microorganismos vindos da floresta condenada;
  - transplante de plântulas com até 30 cm de altura; também plantios comerciais de *Pinus*, *Eucalyptus* e de outras espécies florestais de ciclo longo, poderiam ser utilizados como fontes fornecedoras de mudas e serapilheira (banco de sementes superficial), uma vez que estudos tem mostrado, sob esses plantios, uma intensa regeneração natural que será destruída quando do corte raso dessa cultura florestal;
10. **IMPLANTAÇÃO DE ESPÉCIES PIONEIRAS ATRATIVAS DA FAUNA:** espécies arbóreas especialmente atrativas para a fauna (abrigo e/ou alimento) que podem trazer em seu trato digestivo uma grande diversidade de sementes ingeridas de árvores das áreas vizinhas às áreas em recuperação;
11. **IMPLANTAÇÃO DE ZONA TAMPÃO:** zona adjacente à área restaurada e com ações diferenciadas de manejo visando o amortecimento dos impactos. P.ex. culturas perenes, Sistemas Agro-Florestais (SAFs), restrição de uso do fogo e herbicidas, etc;



SITUAÇÃO	CARACTERÍSTICAS		AÇÕES
Floresta não degradada	Com cobertura florestal nativa preservada Com banco de sementes Isolada ou não		1
Floresta parcialmente degradada	Com cobertura florestal nativa degradada Com banco de sementes Isolada ou não		1, 2, 4, 5 e 6
Floresta eliminada recentemente	Com banco de sementes Com remanescente próximo		1, 2 e 8 ou 11 e 5
Floresta eliminada há muito tempo	Sem banco de sementes Com remanescente próximo		1, 2, 7 e 11
Área agrícola	Pouco tecnificada (com banco de sementes)		1, 2, 8 e 6
	Muito tecnificada (sem banco de sementes)		1, 2 e 7
Pastagem	Sem cobertura florestal	Com remanescente próximo	1, 2, 3, 8, 10 e 11
	Sem banco de sementes	Isolado	1, 2, 3, 7 e 10
Área abandonada	Com solo não degradado	Com regenerantes naturais	8, 5, 6 e 10
	Com solo não inundado	Sem regenerantes naturais	7 e 11
	Com solo não degradado Com solo inundado Com ou sem regenerantes naturais		4, 5, 6 e 7
	Com solo degradado		3, 9 e 7
Área com reflorestamento econômico ( <i>Pinus e Eucalyptus</i> )	Com regenerantes naturais		4, 5, 6 e 8
	Sem regenerantes naturais		7 e 10

Quadro 1 - Prescrição de algumas ações que podem ser aplicadas em diversas situações de degradação (adaptado de Rodrigues & Gandolfi, 2000 e Rodrigues, 2006).

## **Importância da avaliação e monitoramento dos projetos de reflorestamento**

Entende-se por Monitoramento o acompanhamento temporal dos parâmetros estabelecidos, para posterior Avaliação do projeto, isto é, verificar se a área restaurada atingiu o estado pré-definido. (Gandolfi, 2006)

Souza & Batista (2004), argumentam que a avaliação e monitoramento de florestas implantadas são fundamentais para o melhoramento das técnicas de restauração, especialmente em ecossistemas tropicais e subtropicais onde a grande diversidade e complexidade das interações entre organismos representam o grande desafio da restauração.

Há, contudo, a necessidade de se identificar e definir indicadores que possibilitem avaliar e monitorar as metodologias propostas e utilizadas, a fim de verificar se os objetivos estabelecidos na restauração estão sendo alcançados e se a dinâmica florestal está sendo restabelecida (Barbosa, 2000), sendo que o uso de indicadores previamente definidos e estabelecidos pode permitir uma efetiva comparação entre projetos e uma maior segurança na recomendação de técnicas, dependendo da situação a ser recuperada e dos objetivos propostos (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Todavia, dada a diversidade de situações e ambientes que deverão ser recuperados, parece pouco provável o estabelecimento de critérios ou indicadores de uso universal (Rodrigues & Gandolfi, 2001). Os autores ressaltam que, não menos importante que a definição de indicadores de avaliação dos projetos de reflorestamento, é a definição do estado que a comunidade implantada deve alcançar, para que os resultados sejam considerados satisfatórios.

Segundo Gandolfi (2006), na condução de um projeto de restauração, um diagnóstico prévio do meio poderá definir as características do monitoramento baseado em informações topográficas, relevo, umidade do solo, etc., além do tensor antrópico da área degradada. O método de restauração e o estabelecimento de uma direção a ser seguida, isto é, a formação florestal desejada, deverão ser aplicados com base nestas informações, sendo a definição da trajetória a percorrer dependente das informações obtidas no monitoramento.

Uma das maiores questões levantadas em um projeto de restauração é a determinação de critérios que possam ser empregados na avaliação de seu sucesso. Para Gandolfi (2006), as bases para a discussão devem ser, a formação florestal original, a visão atual sobre o processo de sucessão ecológica e a regeneração florestal de cada Bioma considerado, ou ainda, de áreas restauradas da mesma formação florestal. Especial atenção deve ser dada ao papel dos processos que levam a estruturação das comunidades, pois esses processos devem ser mantidos e/ou manipulados para a que se obtenha a restauração desejada. Também o papel de

cada espécie no desencadeamento de um ou de vários processos e na criação, manutenção ou transformação de habitats, deve ser enfatizado em termos gerais e em cada modelo específico.

Muitos autores têm sugerido vários parâmetros que possam ser utilizados como indicadores de monitoramento de áreas restauradas: formigas (Andersen, 1997), estrutura da comunidade de invertebrados (Jansen, 1997), mudança na densidade de minhocas em área de regeneração (Zou & Gonzalez, 1997), características físico-químicas do solo bem como os microrganismos associados (Bentham *et.al.*, 1992), meso e macrofauna edáfica (Sautter, 1998) e parâmetros vegetacionais (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Mantovani, 1998). Young (2000) afirma que os processos de restauração estão intrinsecamente relacionados com a vegetação, o que explica por que a maioria dos trabalhos de avaliação do sucesso dos reflorestamentos fica concentrada nos estudos sobre a dinâmica da comunidade vegetal (Jansen, 1997; Souza, 2000; Leopold *et.al.*; 2001).

Gandolfi (2006) sugere os seguintes parâmetros de avaliação e monitoramento:

- a) Solo/substrato: integridade (presença ou não de processos erosivos) e conservação, existência de cobertura vegetal mesmo que seja herbácea;
- b) Vegetação: composição: número de espécies presentes após certo intervalo de tempo, presença dos grupos funcionais (pioneiras/climácicas), formas de vida (lianas, epífitas, etc.) e presença de espécies exóticas; estrutura: densidade de espécies e grupos funcionais, cobertura (presença/ausência de dossel, altura do dossel, % de cobertura do dossel), regeneração (presença/ausência, natural/exótica, densidade, dominância, homogeneidade da distribuição da regeneração); processos e dispersão: aparecimento de novas espécies em relação ao plantio ou monitoramento anterior (alóctones); banco de sementes; regeneração natural;
- c) Fauna: pode ser documentada (presença) durante o monitoramento, mas não deve ser parâmetro decisivo uma vez que é de difícil análise;
- d) Entorno: presença de fragmentos da formação de interesse (em recuperação) a uma distância de até 100m (pré-projeto) (este parâmetro serve para ajudar a interpretar os resultados provindos dos monitoramentos, uma vez que, dependendo do tipo de formação vegetal do fragmento, haverá maior ou menor estabelecimento de espécies que sejam aptas para a colonização do local em recuperação);

Rodrigues & Gandolfi (1998) e Souza & Batista (2004), afirmam que, para áreas restauradas, muito pouco tem sido feito no que se refere à avaliação e monitoramento das áreas implantadas e sugerem dois tipos de indicadores: de avaliação de implantação e de

avaliação e monitoramento da fase pós-implantação. Assim, após o estabelecimento adequado das espécies utilizadas em plantios de recuperação, a garantia de sucesso depende da capacidade da vegetação implantada de se auto-regenerar, justificando-se estudos sobre o desenvolvimento das mudas, cobertura do solo, regeneração natural, fisionomia, diversidade, chuva de sementes, banco de sementes e características ecológicas e genéticas das populações implantadas, entre outros (Siqueira, 2002; Sorreano, 2002; Rodrigues e Gandolfi, 1998).

### Referencias bibliográficas

AB'SABER, A. The paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia. In Prance, G.T. (ed.) Biological diversification in the tropics. New York: Columbia University Press, 1982, p.41-58.

ALCOFORADO FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B. & RODAL, M.J.N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. Acta Botânica Brasílica, v.17, n.2, 2003, p.287-303.

ANDERSEN, A.N. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian Seasonal Tropics. Restoration Ecology, v.5, n.2, 1997, p.109-14.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In. Rodrigues R. R. & Leitão Filho H. de F. (eds) Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001, cap. 15.4, p.289-312.

BARBOSA, L.M. Manual sobre princípios da recuperação vegetal de áreas degradadas, São Paulo. SMA/CEAM/CIMP, 2000, 76p.

BETHAM, H; HARRIS, J.A.; BIRCH, P; SHORT, K.C. Habitat classification and the soil restoration assessment using analysis of soil microbiological and physicochemical characteristic. Journal Applied Ecology, v.29, 1992, p.711-718.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: Dias, L.E. & Mello, J.W.V. (org.) Recuperação de áreas degradadas. 1 ed. Viçosa, MG, 1998, p.1-7.

DURIGAN, G. & SILVEIRA, E.R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. Scientia Forestalis, n.56, 1999, p.135-44.

ENGEL, V.L. & PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In Gandara, F.G. *et,al.* (eds) Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 2003, cap. 1, p.3-26.

FUNDACAO SOS MATA ATLANTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000: relatório final. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002, 46p.

GANDOLFI, S. 2006. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. In Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos

alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo, São Paulo, 2006, p.44-52.

HOBBS, R.J. & HARRIS, J.A. Restoratio ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millenium. Restoratio ecology, v.9, n.2, 2001, p.329-246.

JANSEN, A. Territorial on vertebrate community structure as an indicator of success of a tropical rain forest restoration project. Restoration Ecology, v.5, n.2, 1997, p. 115-24.

JESUS, R.M. & ROLIN, S.G. Experiências relevantes na restauração da Mata Atlântica. In. Galvão, A.P.M. & Portifirio da Silva, V. (eds) Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso. Colombo: Embrapa Florestas, cap.4, 2005, p.159-86.

KAGEYAMA, P.; FREIXEDAS, V.M.; GERES, W.L.; DIAS, J.H.P. & BORGES, A.S. Consorcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio-SP. Revista do Instituto Florestal, v.4, parte2, 1992, p.527-533.

KIMMINS, J.P. Forest ecology. New York: Macmillan Publishing Company, 1987, 531p.

LEOPOLD, A.C.; ANDRUS, R.; FINKELDEY, A.; KNOWLES, D. Attempting restoration of wet tropical forest in Costa Rica. Forest Ecology and Management, v.142, 2001, p. 243-49.

LIMA, W. de P. & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares. In. Rodrigues R. R. & Leitão Filho H. de F. (eds) Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001, cap. 3, p.33-44.

MANTOVANI, W. Recuperação e monitoramento de ecossistemas: escalas de abordagem. In: 4. Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1998, Águas de Lindoia. Anais do 4. Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, v.4, 1998, p. 288-294.

MEFFE, G.K & CARROL, C.R. Ecological restoration. In Principles of conservation Biology. Stunderland: Sinauer Associates, Inc, 1994, p.409-438.

OLDEMAN, R.A.A. Tropical forest: the ecosystem. In Beusekon, C.F.; Van Goor, C.P. & Schimidt, P. (ed) Wise utilization of tropical rain forest lands. Ede: MAB-Unesco, 1987, p.46-67.

PARKER, V.T. The escale of successional models and restoration objectives. Restoration Ecology, v.5, n.4, 1997, p.301-306.

REIS, A.; ZAMBONIM, R.M. & NAKAZONO, E.M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional de Reserva da Biosfera, 1999, 42p.

RODRIGUES, 2006. Modelos de RAD para a aplicação em diferentes situações em matas ciliares do estado de São Paulo. In Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo, São Paulo, 2006, p.13-23.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In. Rodrigues R. R. & Leitão Filho H. de F. (eds) Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001, cap. 15.1, 235-247.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v.2, n.1, 1996, p.4-15.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Recuperação de matas ciliares. In IV Simpósio de Recuperação de Áreas Degradadas, 2000, mini-curso.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In. Dias, L.E. & Melo, J.W.V. (eds) Recuperação de áreas degradadas. UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. 1998, p.203-15.

SAUTTER, K.D. Meso (Acari e Collembola) e macrofauna (Oligochaeta) na recuperação de solos degradados In. Dias, L.E. & Melo, J.W.V. (eds) Recuperação de áreas degradadas. UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. 1998, p.197-202.

SIQUEIRA, L.P. Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil. Piracicaba, 2002, 116p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SORREANO, M.C.M. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades. Piracicaba, 2002, 145p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

SOUZA, F.M. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e regeneração natural em áreas restauradas. Piracicaba, 2000, 69p. Dissertação Mestrado–Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TIVY, F. Ecosystem stability and disturbance. In Biogeography: a study of plants in the ecosphere, Essex: Longman Scientific & Technical, 1993, p.293-310.

TOLEDO FILHO, D.V. & BERTONI, J.E.A. Plantio de espécies nativas consorciadas com leguminosas em solo de cerrado. Revista do Instituto Florestal, v.13, n.1, 2001, p.27-36.

UHL, C.; NEPSTAD, D.; BUSCHBACHER, R.; CLARK, K.; KAUFFMA, B. & SUBLER, S. Studies of ecosystem response to natural and anthropogenic disturbances provide guidelines for designing sustainable land-use systems in Amazônia. In Anderson, A. (ed) Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest. New York: Columbia University Press, 1990, p.24-42.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. Biological Conservation, v.92, 2000, p.73-83.

ZOU, X. & GONZALES, G. Changes in Earthworm density and community structure during secondary succession in abandoned tropical pastures. *Soil Biology & Biochemistry*, v.29, n.3/4, 1997, p.627-629.

# **PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS COM BASE NA RESOLUÇÃO SMA 047/03**

**Carlos Nogueira Souza Junior<sup>1</sup>**

**Vladimir Bernardo<sup>2</sup>**

## **Introdução**

Um dos desafios do viveiro Camará é produzir com qualidade o máximo possível de espécies arbóreas nativas regionais, para atender a Resolução 47/03 da Secretaria do Meio Ambiente.

Para tanto é necessário que todas as etapas de produção sejam realizadas com técnicas definidas e aprimoradas.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal abordar as fases de maior relevância na produção de mudas de espécies nativas.

## **Área de colheita das sementes**

### **Localização**

As áreas de colheita de sementes, com aproximadamente 1500 ha de área total, estão localizadas em um raio aproximado de 150 quilômetros da sede do viveiro,.

Esses locais são fragmentos nativos pertencentes às empresas dos setores florestal, canavieiro, citrícola e outros, onde a colheita é realizada na forma de parceria com os proprietários das áreas, que recebem parte das sementes, após o beneficiamento, ou mudas.

Os tipos de florestas onde é realizada a colheita são: mata ciliar, mata estacional semi-decídua e decídua, cerrado e outros.

## **Identificação de matrizes**

As matrizes são cadastradas com informações gerais referentes à árvore e sua localização, recebem um código de identificação e as informações são enviadas para um banco de dados.

---

<sup>1</sup> Viveiro Camará Ibaté, SP, [camara@mudasflorestais.com.br](mailto:camara@mudasflorestais.com.br)

<sup>2</sup> Viveiro Camará Ibaté, SP, [vladimir@mudasflorestais.com.br](mailto:vladimir@mudasflorestais.com.br)



Para todas as espécies é coletado material vegetal para montagem de exsicatas, que são utilizadas para identificação das espécies ou para comporem o herbário do viveiro.

Quando ocorre a dificuldade de identificação, o material é enviado para um centro de identificação competente.

### Colheita

A colheita é realizada com técnicas apropriadas para cada caso:

- Para árvores de grande porte, equipamentos de escalada com técnicas de rapel;
- Para árvores de pequeno porte, ganchos telescópicos e tesouras.
- De cada árvore matriz é colhido no máximo 40% dos frutos.

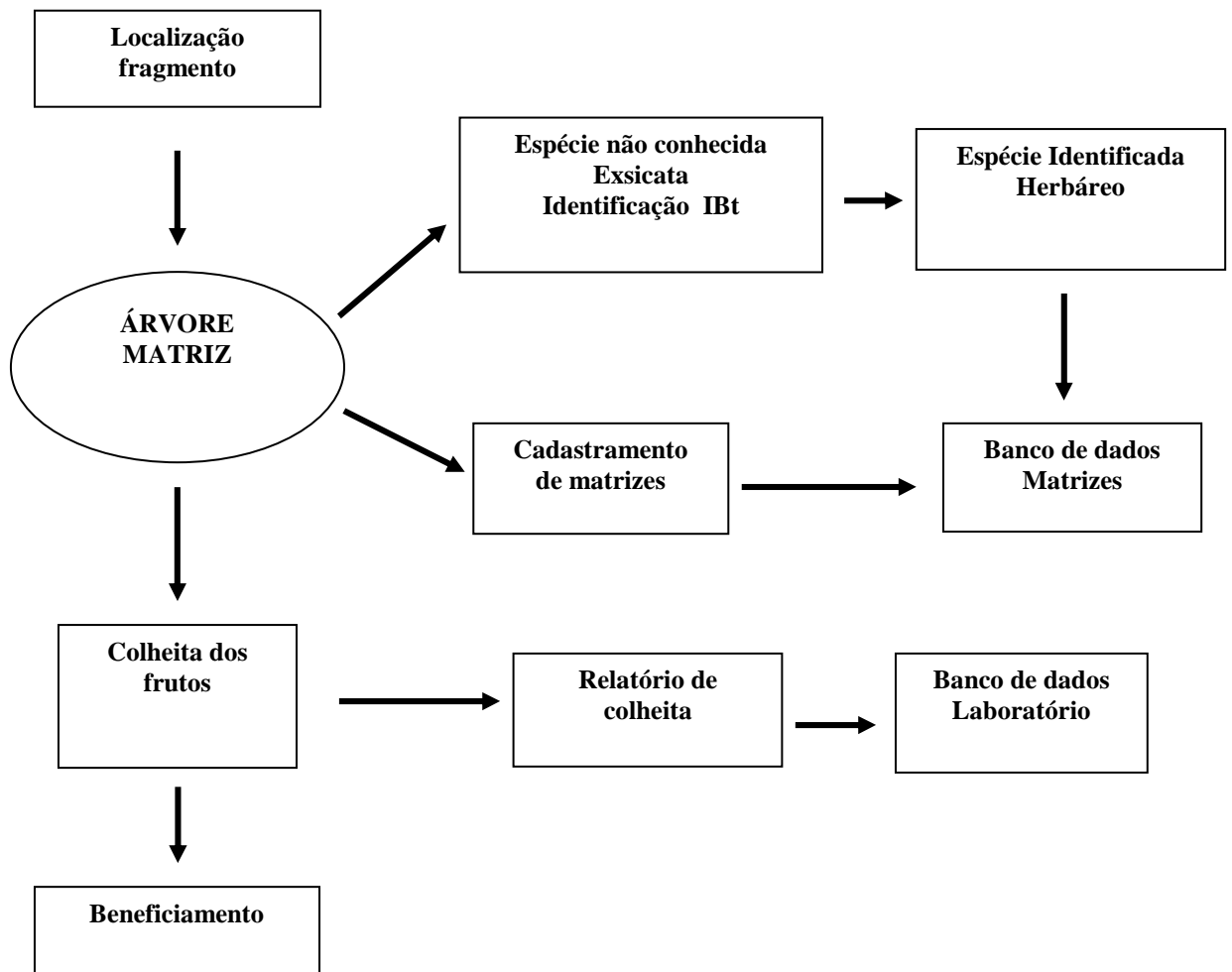


Fig 1- fluxograma de colheita de sementes.

## **Processamento de Sementes**

### **Chegada dos frutos**

A medida que os frutos chegam do campo, os mesmos são depositados em lonas para secagem ou em baldes para a lavagem.

### **Frutos secos**

Os frutos secos, deiscentes ou indeiscentes, após a operação de derriçagem manual ou mecânica, são colocados em lonas. Em seguida os frutos são levados a pleno sol, para que ocorra a abertura espontânea, ou posterior quebra dos frutos (manual ou mecânico) indeiscentes.

Após a abertura, os frutos são peneirados para que ocorra a separação das sementes. Desta maneira são beneficiadas até que fiquem com o mínimo de impureza. Em seguida as sementes são submetidas ao teste de teor de água, onde são verificadas as condições para armazenamento (+ ou - 12% umidade), caso contrário são mantidas ao sol ou a sombra para secagem.

### **Frutos carnosos**

Após a derriçagem, os frutos são mantidos à sombra para murcharem e em seguida são colocados em água, para facilitar a limpeza.

O despulpamento das sementes é realizado com a utilização de peneiras e água corrente e, em seguida, são expostas para secagem à sombra ou ao sol.

As sementes recalcitrantes são encaminhadas diretamente para semeadura.

### **Determinação do Grau de Umidade**

O grau de umidade é realizado de acordo com a RAS ( Brasil, 1992 ) utilizando-se o método de estufa 105°C, durante 24 horas.

São realizadas duas amostras por espécie, com exceção de testes de superação de dormência e pré-germinativos, nos quais são utilizadas quatro amostras.

Após o armazenamento em câmara fria, é realizado teste de umidade a cada três meses. Os resultados obtidos são lançados no programa de estoque de sementes para serem utilizados no programa de semeadura.

### **Teste de germinação**

É realizado simultaneamente após determinação do grau de umidade ideal. Para este teste é utilizado o germinador de temperatura controlada, com alternância de temperatura e fotoperíodo.

A temperatura máxima é de 27°C e a mínima de 21°C, o que se assemelha à temperatura local, no período de verão.

O fotoperíodo é de 12 horas com luz , sendo que o período de luz é o mesmo que o de maior temperatura.

Os testes são realizados em rolos de papel filtro, umedecido com água destilada e acondicionados em sacos plásticos para evitar o ressecamento.

Para testes de germinação de rotina são utilizadas 4 repetições de 25 a 50 sementes por repetição.

As avaliações dos testes são realizadas geralmente no 5º ou 7º dia e, após a primeira verificação, o mesmo procedimento a cada dois ou três dias, até que se encerre o teste.

Os resultados obtidos são analisados e mantidos no controle de estoque.

### **Determinação do grau de pureza das sementes**

No momento da estocagem, as sementes passam por uma avaliação do grau de pureza, seguindo as normas da RAS ( BRASIL,1992 ).

### **Instalação de experimentos**

Para a instalação de experimentos, os procedimentos são semelhantes ao teste de germinação de rotina, diferenciando no número de repetições, 6 para laboratório e 8 para campo, sendo que a quantidade de sementes por repetição depende da disponibilidade.

Para o teste de teor de água são utilizadas 4 repetições e a quantidade de sementes igual a do teste de rotina.

Para cada experimento é criado um formulário (pasta) para anotações dos dados de instalação e de todos os resultados obtidos.

Os experimentos de campo ajudam-nos a obter resultados práticos para melhorar a linha de produção.

Através destes experimentos procura-se uma constante melhoria nos processos de produção de mudas.

## Planejamento de Produção

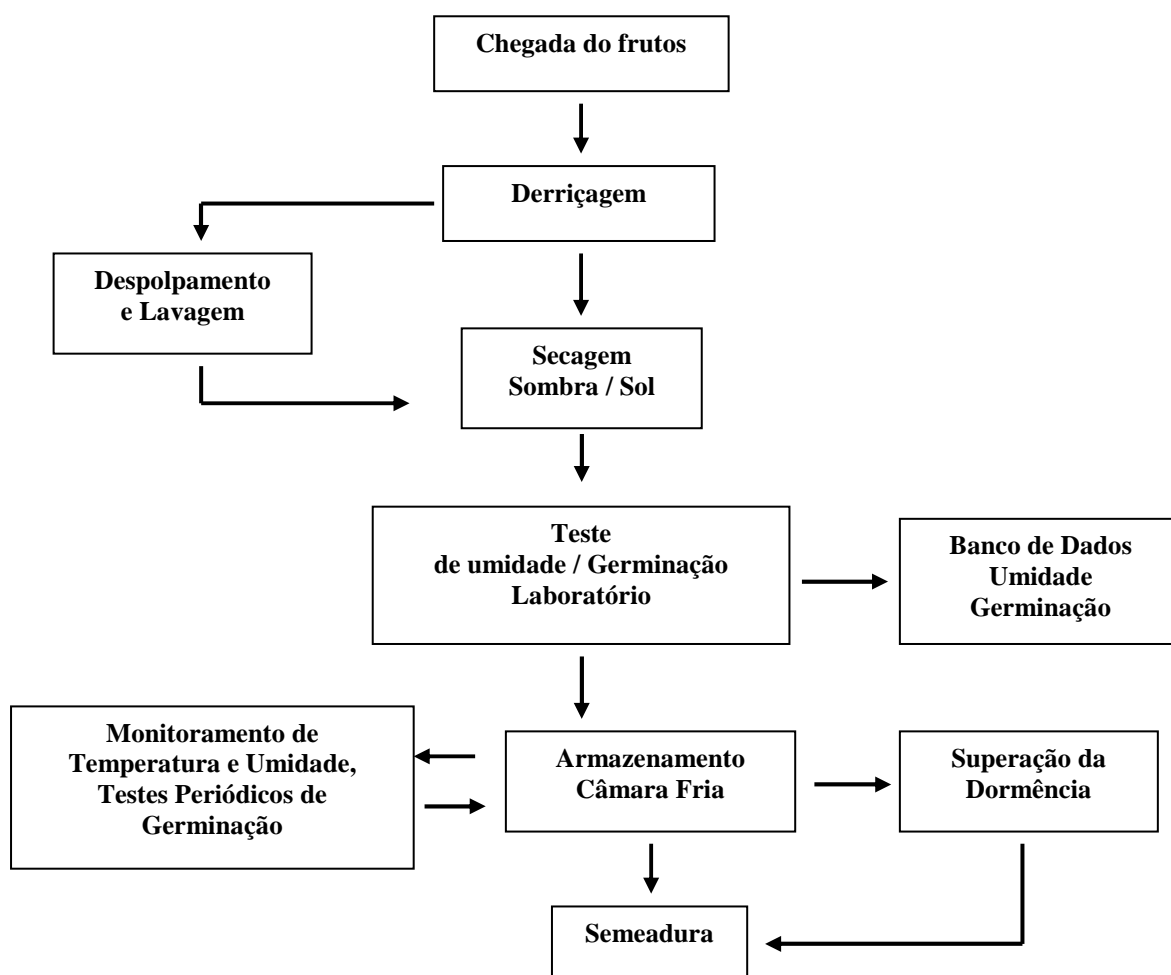
Toda a produção de mudas nativas é contemplada em um planejamento anual, onde a previsão de produção de mudas é baseada em contratos e histórico de expedição.

Esta previsão é realizada levando-se em conta o estoque de sementes armazenadas e as previsões de colheita durante o ano (anexo 1).

## Produção das mudas

### Enchimento de tubetes

Todas as bandejas e tubetes utilizados na produção de mudas passam por um processo de desinfecção por água quente.



**Fig-2 fluxograma de processamento de sementes**

Em seguida são levados para o enchimento, que é realizado com o auxílio de um batedor, onde os tubetes são preenchidos com substrato orgânico e adubo de liberação lenta.

Após o enchimento, as bandejas são levadas para os canteiros, onde elas serão preparadas para a semeadura.

## **Semeadura**

### **Semeadura direta**

De acordo com o programa de produção, as sementes são preparadas no laboratório e encaminhadas para o local de semeadura (casa de sombra).

Em algumas espécies são realizados tratamentos pré-germinativos (quebra de dormência).

Após essa atividade é realizada a cobertura das sementes com peneiramento de uma camada fina de substrato.

### **Semeadura em alfobre**

As espécies com baixa porcentagem de germinação, as que possuem sementes grandes (jatobá, araribá e etc..) ou aquelas que apresentam germinação lenta (jerivá) são encaminhadas para semeadura em alfobre.

### **Superação de dormência e Tratamentos pré-germinativos**

São realizados em algumas espécies, conforme informações da literatura e técnicas desenvolvidas no viveiro.

### **Repicagem**

Esta operação consiste na transferência de plântulas, ou seja, retirada das mudas excedentes da semeadura direta e do alfobre, para serem transplantadas no tubete.

### **Remoção / Seleção**

Quando as mudas atingem um determinado porte e estão em condições de serem levadas a pleno sol, elas passam por uma seleção e remoção. Estas atividades consistem em separar os tubetes vazios e classificar as mudas por tamanho.

Após a seleção, as mudas são removidas para os canteiros a pleno sol, onde são dispostas de acordo com seu porte, velocidade de crescimento e tipos de folhas.

De acordo com esses parâmetros, as mudas são colocadas em um espaçamento de 50% a 25%, onde continuarão a se desenvolver.

## Seleção e manejo de espaçamento

A medida que as mudas se desenvolvem, elas irão necessitar de maior área espacial, para que se desenvolvam de forma saudável. Quando as mudas estão entrando em competição de luz, é realizada a remoção e seleção, com a intenção de separar as mudas por tamanho e fazer a abertura das mesmas, ou seja, aumentar a área espacial para 17% de ocupação dos canteiros, assim permanecendo até o final da produção.

## Expedição

Quando as mudas atingem tamanho de 15 a 20 cm, para tubetes de 56 ml, de 30 a 40 cm, para tubetes de 290 ml, e com sistema radicular bem formado, poderão ser levadas para plantio em local definitivo.

No momento da expedição, o viveiro pode disponibilizar a confecção de Mix (Pioneiras e Não Pioneiras), para melhorar distribuição das espécies no campo e facilitar a operação de plantio para o cliente, com todas as espécies indicadas para o projeto.

## Adubação / Controle fitossanitário

As adubações são iniciadas após o término da germinação e são realizadas semanalmente até a expedição das mudas.

O controle fitossanitário é realizado no mesmo período, mas somente é feita a intervenção caso ocorra ataque de insetos ou de fungos.

## Transporte

O transporte é realizado em caminhões-baú (fechados), eliminando a possibilidade de desidratação da muda pelo vento.

## Anexo 1 – Relação de espécies produzidas

Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular
<i>Acacia polyphylla</i>	MONJOLEIRO	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	TIMBURI
<i>Aegiphila sellowiana</i>	TAMANQUEIRO	<i>Eriotheca candolleana</i>	CATUABA-BRANCA
<i>Albizia hasslerii</i>	FARINHA-SECA	<i>Eriotheca gracilipes</i>	BINGUINHA
<i>Alchornea glandulosa</i>	TAPIÁ	<i>Erythrina crista-galli</i>	CRISTA-DE-GALO
<i>Alibertia edulis</i>	GOIABA PRETA	<i>Erythrina falcata</i>	CANIVETE
<i>Alibertia sessilis</i>	MARMELINHO-DO-CAMPO	<i>Erythrina mulungu</i>	MULUNGU
<i>Aloysia virgata</i>	LIXEIRA	<i>Erythrina speciosa</i>	SUINÃ
<i>Amaioua guianensis</i>	CARVOEIRO	<i>Erythrina verna</i>	VERN
<i>Anadenanthera colubrina</i>	ANGICO-BRANCO	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	CRUMARIM
<i>Anadenanthera falcata</i>	ANGICO-DO-CERRADO	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	GUARANTÃ
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	ANGICO-VERMELHO	<i>Eugenia brasiliensis</i>	GRUMIXAMA
<i>Anadenanthera peregrina</i>	ANGICO-DO-MORRO	<i>Eugenia florida</i>	PITANGA-PRETA

Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular
<i>Annona cacans</i>	ARATICUM-CAGÃO	<i>Eugenia involucrata</i>	CEREJA-DO-RIO-GRANDE
<i>Annona coriacea</i>	ARATICUM-LISO	<i>Eugenia pyriformis</i>	UVAIA
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	PEROBA-POCA	<i>Eugenia uniflora</i>	PITANGA
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	GUATAMBU-OLIVA	<i>Euterpe edulis</i>	PALMITO-JUÇARA
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	PEROBA-ROSA	<i>Ficus guaranítica</i>	FIGUEIRA-BRANCA
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	GUATAMBU-AMARELO	<i>Ficus insípida</i>	FIGUEIRA-DO-BREJO
<i>Aspidosperma subincanum</i>	GUATAMBU-VERMELHO	<i>Gallesia integrifolia</i>	PAU-D'ALHO
<i>Astronium graveolens</i>	GUARITÁ	<i>Genipa americana</i>	JENIPAPO
<i>Austroplenckia populnea</i>	MARMELEIRO-DO-CAMPO	<i>Gochnatia polymorpha</i>	CANDEIA
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	PAU-MARFIM	<i>Guarea guidonia</i>	MARINHEIRO
<i>Bauhinia forficata</i>	UNHA-DE-VACA	<i>Guarea kunthiana</i>	CANJAMBO
<i>Bauhinia longifolia</i>	PATA-DE-VACA	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MUTAMBO
<i>Cabralea canjerana</i>	CANJARANA	<i>Helietta apiculata</i>	OSSO-DE-BURRO
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	GUANANDI	<i>Heliocarpus americanus</i>	ALGODOEIRO
<i>Calycorectes acutatus</i>	ARAÇÁ-DA-SERRA	<i>Holocalyx balansae</i>	ALECRIM-DE-CAMPINAS
<i>Calyptanthes clusifolia</i>	ARAÇARANA	<i>Hymenaea courbaril</i>	JATOBÁ
<i>Camponesia guazumaefolia</i>	SETE-CAPOTES	<i>Inga edulis</i>	INGÁ-DE-METRO
<i>Carica quercifolia</i>	MAMOEIRO-DO-CAMPO	<i>Inga laurina</i>	INGÁ-MIRIM
<i>Cariniana estrellensis</i>	JEQUITIBÁ-BRANCO	<i>Inga marginata</i>	INGÁ-FEIJÃO
<i>Cariniana legalis</i>	JEQUITIBÁ-ROSA	<i>Inga urugensis</i>	INGÁ-DO-BREJO
<i>Casearia sylvestris</i>	GUAÇATONGA	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	JACARANDÁ-BRANCO
<i>Cassia ferruginea</i>	CASSIA-FÍSTULA	<i>Jacaranda micrantha</i>	CAROBA
<i>Cecropia hololeuca</i>	EMBAÚBA-BRANCA	<i>Jacaratia spinosa</i>	JARACATIÁ
<i>Cecropia pachystachia</i>	EMBAÚBA	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	MIRINDIBA-ROSA
<i>Cedrela fissilis</i>	CEDRO-ROSA	<i>Lafoensia pacari</i>	DEDALEIRO
<i>Cedrela odorata</i>	CEDRO-DO-BREJO	<i>Lamanonia ternata</i>	GUAPERÊ
<i>Centrolobium tomentosum</i>	ARARIBÁ	<i>Lithraea molleoides</i>	AROEIRA-BRAVA
<i>Chorisia speciosa</i>	PAINEIRA-ROSA	<i>Lonchocarpus guilleminianus</i>	FALSO-TIMBÓ
<i>Clethra scabra</i>	CAJUZA	<i>Lonchocarpus muehlbergimus</i>	EMBIRA-DE-SAPO
<i>Clusia criuva</i>	CLUSIA	<i>Lonchocarpus sp</i>	TIMBÓ
<i>Colubrina glandulosa</i>	SOBRASIL	<i>Luehea divaricata</i>	AÇOITA-CAVALO
<i>Copaifera langsdorffii</i>	COPAÍBA	<i>Luehea grandiflora</i>	AÇOITA-CAVALO GRAUDA
<i>Cordia eucalyculata</i>	CLARAÍBA (Café-de-bugre)	<i>Mabea fistulifera</i>	MAMONA-DO-MATO
<i>Cordia glabrata</i>	LOURO-PRETO	<i>Machaerium aculeatum</i>	PAU-DE-ANGÚ
<i>Cordia sellowiana</i>	CHÁ-DE-BUGRE (Jurutê)	<i>Machaerium acutifolium</i>	JACARANDÁ-DO-CAMPO
<i>Cordia superba</i>	BABOSA-BRANCA	<i>Machaerium nyctitans</i>	BICO-DE-PATO
<i>Cordia trichotoma</i>	LOURO-PARDO	<i>Machaerium sp</i>	SAPUVÃO
<i>Coutarea hexandra</i>	QUINA	<i>Machaerium sp</i>	SAPUVINHA
<i>Croton floribundus</i>	CAPIXINGUI	<i>Machaerium stipitatum</i>	SAPUVA
<i>Croton piptocalyx</i>	CAIXETA	<i>Machaerium villosum</i>	JACARANDÁ-PAULISTA
<i>Croton urucurana</i>	SANGRA-D'ÁGUA	<i>Maclura tinctoria</i>	TAIÚVA
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	CANELA-BATALHA	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl	BONIFÁCIO
<i>Cryptocarya moschata</i>	CANELA-MOSCATA	<i>Matayba elaeagnoides</i>	CAMBOATÁ
<i>Crysothymus gonocarpum</i>	GUATAMBU-DE-SAPO	<i>Maytenus robusta</i>	CAFEZINHO
<i>Cupania vernalis</i>	CAMBOATÁ-VERMELHO	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	JACATIRÃO
<i>Cydistax antisiphilitica</i>	CAROBA-DA-FLOR-VERDE	<i>Mimosa bimucronata</i>	MARICÁ
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	PAU-VIOLA	<i>Mimosa scrabella</i>	BRACATINGA
<i>Dalbergia miscolobium</i>	CAVIÚNA-DO-CERRADO	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	AROEIRA-PRETA
<i>Dendropanax cuneatum</i>	MARIA-MOLE	<i>Myrcia tomentosa</i>	GOIABA-BRAVA
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	TINGUI	<i>Myrciaria cauliflora</i>	JABOTICABA
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	MARIA-POBRE	<i>Myrciaria tenella</i>	CAMBUÍ
<i>Dimorphandra mollis</i>	FAVEIRO	<i>Myroxylon peruiferum</i>	CABREÚVA

Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular
<i>Diospyros inconstans</i>	GRANADILO	<i>Nectandra megapotamica</i>	CANELINHA
<i>Drimys winteri</i>	CASCA-D'ANTA	<i>Nectandra membranacea</i>	CANELA-BRANCA
<i>Duguetia lanceolata</i>	PINDAÍVA	<i>Ocotea catharinensis</i>	CANELA-P
<i>Ocotea corymbosa</i>	CANELA-CORVO	<i>Tabebuia roseo-alba</i>	IPÊ-BRANCO
<i>Ocotea pulchella</i>	CANELA-PIMENTA	<i>Tabebuia umbellata</i>	IPÊ-AMARELO-DO-BREJO
<i>Ocotea velutina</i>	CANELÃO-AMARELO	<i>Tabebuia vellosi</i>	IPÊ-AMARELO-LISO
<i>Ormosia arborea</i>	OLHO-DE-CABRA	<i>Tachigali multijuga</i>	INGÁ-BRAVO
<i>Parapiptadenia rigida</i>	GUARUCAIA	<i>Talauma ovata</i>	PINHA-DO-BREJO
<i>Patagonula americana</i>	GUAIUVIRA	<i>Tapirira guianensis</i>	PEITO-DE-POMBO
<i>Peltophorum dubium</i>	CANAFÍSTULA	<i>Terminalia argêntea</i>	CAPITÃO-DO-CAMPO
<i>Pera glabrata</i>	SAPATEIRO	<i>Terminalia brasiliensis</i>	AMARELINHO
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	LEITEIRO	<i>Terminalia triflora</i>	CAPITÃOZINHO
<i>Phitolacca dioica</i>	CEBOLÃO	<i>Tibouchina granulosa</i>	QUARESMEIRA
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	PAU-JACARÉ	<i>Tibouchina pulchra</i>	MANACÁ-DA-SERRA
<i>Pithecolobium incuriale</i>	ANGICO-RAJADO	<i>Trema micrantha</i>	PAU-PÓLVORA
<i>Plathymenia reticulata</i>	VINHÁTICO	<i>Trichilia claussenii</i>	CATIGUÁ-VERMELHO
<i>Platipodium elegans</i>	AMENDOIM-DO-CAMPO	<i>Trichilia silvatica</i>	CATIGUÁ-BRANCO
<i>Platycyamus regnelli</i>	PAU-PEREIRA	<i>Triplaris americana</i>	PAU-FORMIGA
<i>Poecilanthus parviflora</i>	LAPACHO	<i>Triplaris surinamensis</i>	TACHI
<i>Pouteria caimito</i>	ABIU	<i>Virola sebifera</i>	UCUÚBA
<i>Pouteria ramiflora</i>	MASSARANDUBA	<i>Vitex montevidensis</i>	TARUMÃ
<i>Pouteria torta</i>	GUAPEVA	<i>Vitex polygama</i>	MARIA-PRETA
<i>Protium heptaphyllum</i>	ALMECEGUEIRA	<i>Vochysia tucanorum</i>	CINZEIRO
<i>Prunus sellowii</i>	PÊSSEGO-BRAVO	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	MAMICA-DE-PORCA
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	EMBIRUÇÚ	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	IPÊ-FELPUDO
<i>Psidium cattleianum</i>	ARAÇÁ-AMARELO		
<i>Psidium guajava</i>	GOIABA		
<i>Psidium myrtilloides</i>	ARAÇÁ-ROXO		
<i>Psidium rufum</i>	ARAÇÁ-CAGÃO		
<i>Pterocarpus violaceus</i>	PAU-SANGUE		
<i>Pterogyne nitens</i>	AMENDOIM-BRAVO		
<i>Rapanea ferruginea</i>	CAPOROROCA		
<i>Rapanea guianensis</i>	CAPOROROCA-BRANCA		
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	SAGUARAJI-AMARELO		
<i>Rheedia gardneriana</i>	BACUPARI		
<i>Rollinia silvatica</i>	ARATICUM-DO-MATO		
<i>Roupala brasiliensis</i>	CARVALHO-BRASILEIRO		
<i>Sapium glandulatum</i>	PAU-DE-LEITE		
<i>Schinus molle</i>	AROEIRA-SALSA		
<i>Schinus terebinthifolia</i>	AROEIRA-PIMENTEIRA		
<i>Schizolobium parahyba</i>	GUAPURUVÚ		
<i>Sebastiania commersoniana</i>	BRANQUINHO		
<i>Senna macranthera</i>	MANDUIRANA		
<i>Senna multijuga</i>	PAU-CIGARRA		
<i>Solanum lycocarpum</i>	FRUTA-DE-LOBO		
<i>Styrax pohlii</i>	BENJOEIRO		
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	JERIVÁ		
<i>Tabebuia aurea</i>	IPÊ-AMARELO-DO-CERRADO		
<i>Tabebuia avellanadae</i>	IPÊ-ROXO		
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	IPÊ-AMARELO-CASCUDO		
<i>Tabebuia dura</i>	IPÊ-BRANCO-DO-BREJO		
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	IPÊ-ROXO-DE-SETE-FOLHAS		
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	IPÊ-ROXO-DE-BOLA		
<i>Tabebuia ochracea</i>	IPÊ-AMARELO		



## **Referência Bibliografia**

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para Análise de Sementes. Brasília : SMAD/SLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, P.E.R. Produção de Mudanças de Espécies Nativas por Sementes e a Implantação de Povoamentos. In: Reflorestamento de Propriedades Rurais. Brasília.2000. p.19 – 55.

FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Colheita de Sementes. In: Sementes Florestais Tropicais.. Brasília – ABRATES. 1993. p.275-302

FOWLER, J.A.P. Superação de Dormência e Armazenamento de Sementes de Espécies Florestais. In: Reflorestamento de Propriedades Rurais. Brasília. 2000. p.77-100.

GONÇALVES, J.L.M; SANTARELLI ,E.G.; MORAES NETO, S.P & MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba. IPEF. 2000. p.309-350.

SILVA, A.; FIGLIOLIA,M.B.; AGUIAR;I.B. Secagem Extração e Beneficiamento de Sementes. In: Sementes Florestais Tropicais. Brasília. 2000. p.303-331.

STURION, J.A; ANTUNES, J.B.M. Produção de Mudanças Florestais; In: Reflorestamento de Propriedades Rurais. Brasília. 2000. p. 125-150.

TOMÉ JR., J.B. Manual para Interpretação de Análise de Solo. Guaíba. RS. 1997. 247p.