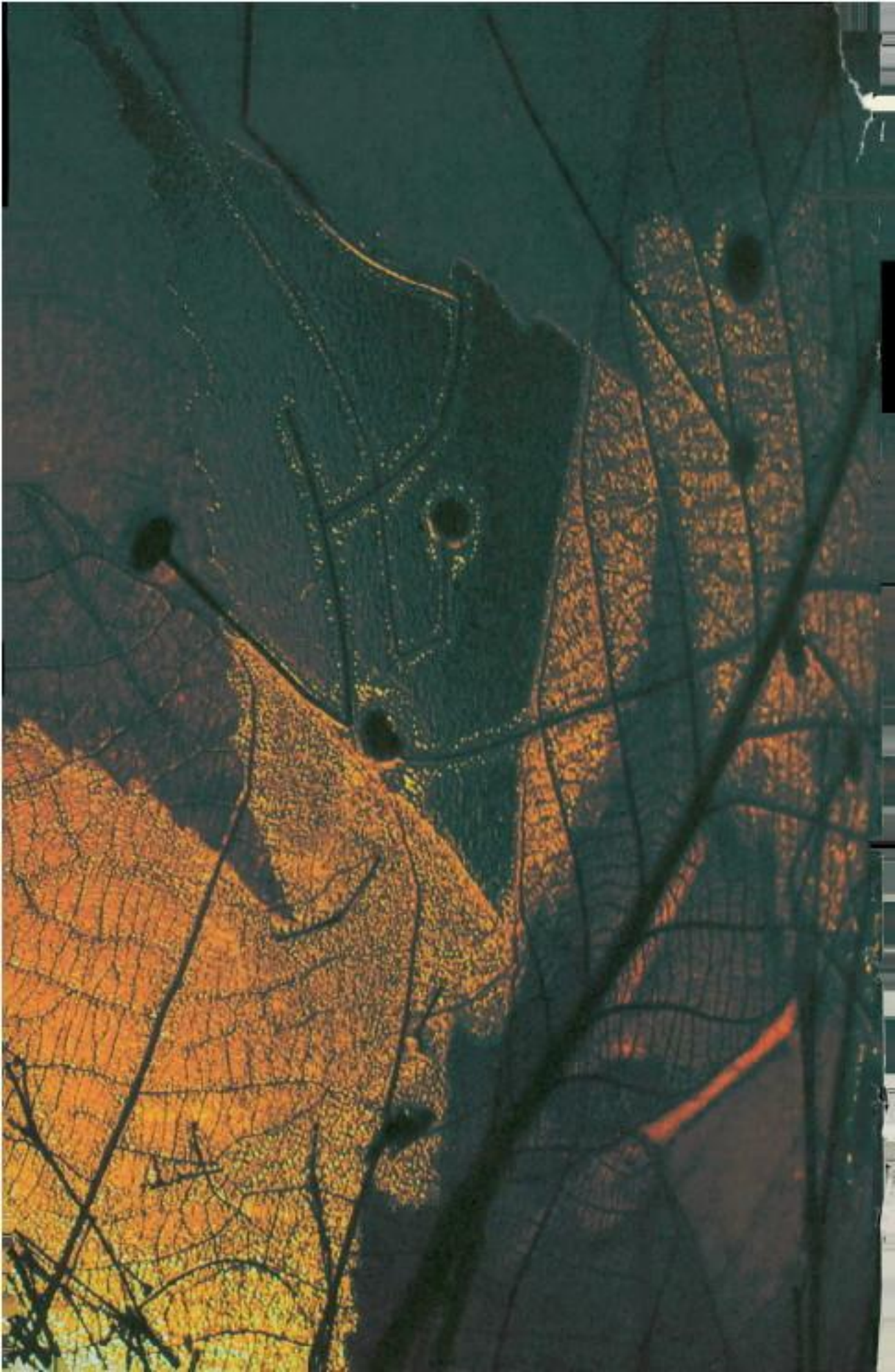
Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas



Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas

Cargill

Fundação Cargill

OPA!

ORGANIZAÇÃO PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL

Copyright © Fundação Cargill 2007

Coordenação geral
Fundação Cargill

Apoio
Organização para a Proteção Ambiental – OPA

Coordenação editorial
Rosania Mazzuchelli

Projeto gráfico e capa
Walter Mazzuchelli

Preparação e revisão
Mineo Takatama

Produção editorial e produção gráfica
AGWM Editora e Produções Editoriais

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas / [coordenação Fundação Cargill]. – São Paulo : Fundação Cargill, 2007.

Apoio: Organização para a Proteção Ambiental – OPA
Bibliografia

ISBN 978-85-7467-014-0

1. Degradação ambiental 2. Erosão do solo – Controle
3. Meio ambiente – Manejo 4. Plantas para controle da erosão
5. Proteção ambiental 6. Revegetação 7. Solos – Conservação
I. Organização para a Proteção Ambiental – OPA.

07-6045 CDD-631.451

Índices para catálogo sistemático

1. Meio ambiente : Manejo : Áreas degradadas : Tecnologia agrícola 631.451
2. Meio ambiente : Manejo : Controle de erosão : Áreas degradadas : Tecnologia agrícola 631.451

Todos os direitos reservados à
Fundação Cargill
Avenida Morumbi, 8.234
04703-002 – São Paulo – SP – Brasil
Tel.: (11) 5099-3257 – Fax: (11) 5099-3258
www.cargill.com.br
fundacao_cargill@cargill.com

Sumário

Prefácio — 7

Apresentação — 11

Biodiversidade brasileira, rica e ameaçada – Iniciativas de conservação na atual situação ambiental brasileira — 13

1

Nucleação – Integração das comunidades naturais com a paisagem — 29

2

A importância da fauna em projetos de restauração — 57

3

Café com Floresta – Criando suficiência alimentar e biodiversidade ecológica — 77

4

Metodologias de restauração florestal — 109

5

Adequação ambiental de propriedades agrícolas — 145

Complexo Cargill Agrícola Uberlândia, Minas Gerais — 173

Sobre os autores — 189

Prefácio

JUSCELINO FERNANDES MARTINS

Presidente da Organização para a Proteção Ambiental – OPA

Um dos maiores desafios da atualidade é conseguir um compromisso global que assegure o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e social e a proteção ambiental.

Caminhamos a passos largos para uma insustentabilidade ambiental que preocupa todos os que buscam, com responsabilidade, a preservação da natureza.

É hora de refletir e entender a nossa importância nesse contexto. Precisamos acreditar cada vez mais na nossa capacidade de realizar coisas que são importantes para nós e refletem diretamente na vida dos outros e no meio ambiente.

Vivemos um momento propício à mudança de atitude e comprometimento de pessoas, empresas, organizações não-governamentais, e até o governo, com causas relacionadas ao meio ambiente.

Nas oportunidades que tenho tido de me relacionar com empresários ou pessoas dos mais variados níveis sociais e econômicos, percebo um movimento ou uma entusiasmada intenção de fazer algo que contribua para a preservação do meio ambiente. E isso é muito positivo. E não é porque meio ambiente é a "bola da vez". Sinto um desejo sincero das pessoas de participar, de se engajar em alguma atividade, mas, por uma série de fatores, não sabem exatamente como fazê-lo.

Atuar ou motivar a atuação nos âmbitos cultural, científico e educacional, desenvolvendo projetos, pesquisas, trabalhos

de campo, trocas de informações, tecnologias e conhecimentos, ainda são atitudes muito pouco difundidas.

No Brasil, existem excelentes especialistas nos assuntos relacionados ao meio ambiente, que, entretanto, ainda têm suas descobertas, suas posições e contribuições circunscritas à esfera acadêmica e com poucos reflexos nas pessoas que podem, de fato, mudar a realidade atual em que se encontra a mãe natureza.

Acredito numa máxima que diz que "as pessoas preservam aquilo de que gostam, mas só gostam do que conhecem". Assim, quanto mais conheço, mais me esforço para cuidar e preservar.

É nesse sentido que reforço a importância da necessidade de se fomentar a educação ambiental, estimular a conscientização de crianças, jovens, lideranças empresariais em relação às questões ambientais, multiplicando informação, com vistas na melhoria da qualidade de vida dos seres humanos.

Além de multiplicar a informação e suscitar atitudes positivas, essa visão contribui para aumentar a auto-estima do indivíduo, indispensável para que ele se sinta apto a agir e lutar por ideais maiores, fortalecendo um compromisso de respeito à vida.

Esta obra exprime o esforço de pessoas que acreditam e estimulam a conscientização, a parceria, a educação, o diálogo e a solidariedade entre os segmentos sociais, visando a recuperação de áreas degradadas, que é uma realidade que precisa ser pensada, discutida e consertada.

Um dos objetivos é mostrar a viabilidade de alternativas para a população, chamando a atenção para a importância da conservação e do desenvolvimento sustentável, valorizando os aspectos culturais e o trabalho social desenvolvidos pela comunidade.

Trabalhos de recuperação de áreas degradadas envolvem diversas técnicas que são específicas para cada caso e para a

gravidade da situação. Cabe aos especialistas conhecer bem cada alternativa para indicar a melhor solução. E isso é abordado nesta obra de maneira brilhante, didática e efetiva do ponto de vista teórico e prático.

Você irá perceber nas páginas deste livro um alentado interesse de grandes e renomados especialistas, colaboradores desta publicação, em contribuir para a formação de uma sociedade sustentável por meio de seus conhecimentos.

Como sócio-fundador e presidente da Organização para a Proteção Ambiental – OPA, sinto-me orgulhoso de participar da idealização de projetos que contam com o apoio de empresas importantes e socialmente responsáveis para ensejar a disseminação do conhecimento a várias pessoas, como é o caso desta obra. A cada dia sinto-me mais impulsionado e comprometido com projetos que contemplem a proteção e o equilíbrio, harmonizando a atividade humana com a preservação e o uso racional dos recursos naturais.

Penso que estamos no alvorecer de uma radical mudança de cultura, que, para ser viável, necessita que os conceitos e as práticas do desenvolvimento sustentável passem a fazer parte do dia-a-dia de toda a sociedade, tanto no meio urbano quanto no rural.

Já é hora de fazermos uma escolha do que queremos para a nossa vida e para a de nossos filhos. É hora de mudarmos nossas atitudes e criarmos programas de uso racional e preservação dos recursos que a terra nos dá, procurando manter cada vez mais a nossa natureza viva.

Essa deve ser a crença de todos, é nisso que devemos investir, porque sabemos que o cuidado com a natureza é, acima de tudo, uma questão de educação, uma questão de postura e de atitude. Por meio do exercício da cidadania o indivíduo desenvolve valores fundamentais e leva à frente sua missão de deixar para as futuras gerações um lugar melhor para se viver.

Apresentação

SERGIO BARROSO

Presidente da Fundação Cargill

A publicação de livros técnicos, pela Fundação Cargill, é um empreendimento que nasceu da dificuldade dos pesquisadores em encontrar material bibliográfico para realizar suas pesquisas, pois não havia, no Brasil, na década de 1970, obras específicas para o setor agrícola.

Em 34 anos a Fundação Cargill publicou 230 títulos sobre os mais variados assuntos ligados à agricultura, agropecuária e agroindústria. Participaram da edição dessas obras quase 3.000 pesquisadores, nacionais e estrangeiros. Foram distribuídos gratuitamente mais de 200.000 exemplares para bibliotecas, instituições de ensino, órgãos públicos, pesquisadores, professores, alunos universitários e entidades ligadas à agricultura.

A obra *Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas* vem ao encontro da política de preservação ambiental em que a Cargill acredita e retrata o comprometimento com a questão da preservação ambiental por meio dos *cases* de sucesso sobre a **Unidade de Compostagem** e a **Estação de Tratamento de Efluentes** desenvolvidos pela Cargill, filial de Uberlândia, Minas Gerais, apresentados neste livro.

Acreditamos que esta obra tenha alcançado os objetivos propostos e temos consciência de que não chegamos ao fim, pois ainda existem muitos temas relacionados a esse assunto. Esperamos que ela sirva como alavanca de um processo de divulgação e referência nos meios acadêmicos e profissionais.

Biodiversidade brasileira, rica e ameaçada

Iniciativas de conservação na atual situação ambiental brasileira

ORGANIZAÇÃO PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL

OPA

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em seu artigo 2, define a biodiversidade, ou diversidade biológica, como "a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas".

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta, farta nos três níveis (espécie, genético e ecossistema), produto da grande variação climática e geomorfológica de um país de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, sem contar a plataforma continental e a respectiva zona econômica exclusiva.

A fauna brasileira é uma das mais ricas do mundo e já tem catalogados 10% dos répteis (400 espécies) e dos mamíferos

(600 espécies), 17% das aves (1.580 espécies) e dos anfíbios (330 espécies), e a maior diversidade de primatas do planeta; além de 100.000 espécies de invertebrados (Wallaver, 2000). Essa riqueza está distribuída em biomas como Amazônia, Mata Atlântica, Zona Costeira e Marinha (com seus diversos ecossistemas associados – mangues, restingas, praias, costões, recifes de corais, entre outros), Florestas de Araucárias e Campos Sulinos, Caatinga, Cerrado e Pantanal.

Hoje, inúmeros fatores atestam a importância da conservação dessa biodiversidade:

- Colaboração econômica direta, por meio da imensa quantidade de produtos alimentares, farmacêuticos e de uso industrial derivados da fauna e da vegetação, os quais contribuem, ou podem vir a contribuir, diretamente para o benefício da vida humana.
- Participação na manutenção dos grandes ciclos ambientais do planeta, como o da água, dos climas, dos nutrientes etc.
- Valor estético – a conservação da biodiversidade preserva os valores estéticos paisagísticos que atraem as pessoas por sua beleza ou "poder de fascinação", sentimento de admiração, complexidade e variedade das inúmeras interligações das diferentes formas de vida.
- Justificativas éticas inerentes às próprias espécies, isto é, seu valor por si mesmo, o próprio direito de existir das espécies.

Embora essas justificativas fossem suficientes para a conservação e proteção da biodiversidade, seus recursos naturais têm sido explorados de forma irracional e desequilibrada.

As principais causas da extinção das espécies faunísticas são a destruição de *habitats*, caça e pesca predatórias, a introdução de espécies estranhas num determinado ambiente

e a poluição (Wallaver, 2000). O tráfico de animais silvestres, que também contribui para esse quadro, movimenta cerca de 10 bilhões de dólares por ano, dos quais 10% correspondem ao mercado brasileiro, com perda de 38 milhões de espécimes (*O Globo*, 3/7/2002).

Já a poluição, assim como a caça predatória, altera a cadeia alimentar e, dessa forma, acarreta o desaparecimento de uma espécie e o aumento da população de outra. Por exemplo, o gafanhoto serve de alimento para sapos, que servem de alimento para cobras, que são alimento para gaviões, que, quando morrem, alimentam os seres decompositores. Se houvesse uma diminuição da população de gaviões provocada pela caça predatória, aumentaria a população de cobras, uma vez que aquelas aves são os maiores predadores desses répteis. As cobras precisariam então de mais alimentos e, conseqüentemente, o número de sapos diminuiria e aumentaria a população de gafanhotos. Esses gafanhotos também precisariam de mais alimento e, com isso, poderiam atacar outras plantações, causando perdas para o homem (Ibama, 2001). Além disso, o desaparecimento de determinadas espécies de animais interrompe os ciclos vitais de muitas plantas.

A degradação do meio ambiente é definida como o efeito negativo da intervenção antrópica sobre a estrutura e o funcionamento de um ecossistema, causando redução crítica da capacidade produtiva primária dos solos, da biodiversidade e das funções ambientais que transcendem a área afetada.

As florestas têm sido as maiores vítimas dessa degradação, tanto pelo uso desenfreado dos recursos naturais quanto pelo aumento demográfico, especialmente na segunda metade do século XX. Nesse período, houve um aumento gigantesco da população brasileira, que passou de 17 milhões para 170 milhões.

Florestas vêm sendo derrubadas para acomodar populações humanas ou para dar lugar a campos agrícolas – pastos artificiais, culturas anuais e outras plantações de valor comercial – para alimentá-las. Essa ocupação tem sido realizada sem planejamento ambiental adequado, com conseqüentes alterações significativas nos ecossistemas do planeta.

As queimadas, em geral praticadas pelo homem, são atualmente um dos principais fatores que reduzem a área florestal em todo o mundo, além de aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, agravando o aquecimento do planeta. O fogo afeta diretamente a vegetaçao, o ar, o solo, a água, a vida silvestre, a saúde pública e a economia. Causa perda efetiva de nutrientes do solo, que chega a ser superior a 50% para muitos deles. Além disso provoca aumento de pragas no meio ambiente, acelera os processos de erosão e ressecamento do solo, dentre outros malefícios.

Isso ocorre também ao rico e ameaçado Cerrado. A cada minuto é destruída uma área equivalente a 2,6 campos de futebol na região, um ritmo de devastação dez vezes maior que o da Mata Atlântica. Os dados – parte de um estudo feito pela Conservação Internacional – indicam que o Cerrado pode desaparecer até 2030, caso a destruição continue como no ritmo atual.

Pelas características de seu terreno e por ser de fácil desmatamento, o Cerrado é considerado um bom lugar para agricultura e pecuária. E é isso que o ameaça. A destruição desse bioma começou na década de 1960, quando a construção de estradas facilitou a chegada de criadores de gado. Pouco depois, na década de 1980, foi a vez de as plantações invadirem a região. A destruição dos ecossistemas que compõem o Cerrado continua de forma acelerada. Um estudo de 2002, que se utilizou de imagens do satélite Modis, concluiu que 55% do Cerrado já foi desmatado ou transformado pela

ação humana (Machado et al., 2004), isso equivale a uma área de 880.000 quilômetros quadrados, ou seja, quase três vezes a área desmatada na Amazônia brasileira (tabela 1).

Tabela 1

Principais usos da terra no Cerrado[1]

Uso da Terra	Área (ha)	Área central do bioma (%)
Áreas nativas[2]	70.581.162	44,53
Pastagens plantadas	65.874.145	41,56
Agricultura	17.984.719	11,35
Florestas plantadas	116.760	0,07
Áreas urbanas	3.006.830	1,90
Outros	930.304	0,59
Total	**158.493.920**	**100 %**

1. Categorias classificadas de acordo com o tipo de cobertura do solo (Machado et al., 2004).
2. Estimativas sem aferição em campo e incluindo áreas nativas em qualquer estado de conservação.

As transformações ocorridas no Cerrado causaram grandes danos ao ambiente, dentre eles pode-se citar a fragmentação de *habitats*, a redução da biodiversidade, a invasão de espécies exóticas, a erosão dos solos, a poluição de aqüíferos, a degradação de ecossistemas, as alterações dos regimes de queimadas, os desequilíbrios do ciclo do carbono e possivelmente as modificações climáticas regionais.

Hoje, o Cerrado já é considerado um "*hotspot*" – região prioritária para conservação, com rica biodiversidade (representativo número de espécies ameaçadas e endêmicas, ou seja, que só ocorrem naquele lugar) e altamente ameaçada. A destruição de *habitats* compromete a sobrevivência de milhares de espécies, muitas delas endêmicas, como o papagaio-galego e a raposa-do-campo. Junto com a biodiversidade,

estão desaparecendo as possibilidades de uso sustentável de muitos recursos, como plantas medicinais e espécies frutíferas, abundantes no bioma.

Segundo a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, já foram catalogadas mais de 330 espécies usadas na medicina popular no Cerrado, entre as quais a arnica, o barbatimão, a sucupira, o mentrasto e o velame.

Apesar disso, em muitos casos ainda é possível devolver às florestas as suas características originais, tanto no que diz respeito à composição de espécies como no que diz respeito aos atributos ecológicos (diversidade, produtividade etc.) – um processo que poderia ser resumidamente descrito como "maturação de florestas secundárias ao longo do tempo".

Para isso, no entanto, dois fatores são essenciais:

1. Ações de conservação que procuram garantir a integridade do maior número possível de fragmentos remanescentes.
2. Informação e conhecimento ecológicos que possam ser facilmente convertidos em ações e medidas concretas de restauração.

O primeiro fator é uma variável política, o que significa dizer que sua implementação depende da ação dos governantes (municipais, estaduais ou federal) e de segmentos da sociedade civil (associações de moradores, organizações não-governamentais, sindicatos etc.) diretamente envolvidas no problema. Já o segundo depende mais da comunidade acadêmica do que propriamente da administração pública local. Uma combinação adequada desses dois fatores pode resultar em programa efetivo de manutenção e, quem sabe, em futura expansão dos remanescentes atuais.

A comunidade científica brasileira envolvida em pesquisas em biologia da conservação – "a ciência da escassez" – ainda é relativamente pequena, embora venha crescendo e já

tenha produzido resultados promissores. Uma importante linha de pesquisa refere-se à recuperação de áreas degradadas, como pastos abandonados, terrenos contaminados por metais pesados ou mesmo paisagens cuja vegetação foi inteiramente suprimida. Em certos casos, a recuperação de uma área degradada pode resultar na restauração de sua vegetação primitiva. No caso brasileiro, isso quase sempre implica a restauração de uma paisagem florestal, formada por matas fechadas (Floresta Amazônica e Floresta Atlântica) ou abertas (Cerrado e Caatinga).

Áreas degradadas abandonadas tendem a ser recolonizadas naturalmente, ainda que o resultado final desse processo espontâneo de sucessão ecológica possa ser uma paisagem diferente da original. Na verdade, um dos problemas mais graves, aqui, é o fato de a escala de tempo para que esse processo ocorra espontaneamente, isto é, sem nossa intervenção, seja medida em dezenas ou centenas de anos. E esse é justamente um dos motivos pelos quais biólogos e outros cientistas pesquisam o assunto: como é possível promover e acelerar a sucessão ecológica? E mais especificamente, existem processos ou mecanismos naturais que possam ser empregados (em larga escala e a custo "zero") para acelerar a sucessão e, assim, apressar a recuperação de extensas áreas degradadas?

Pesquisas sobre sucessão ecológica são demoradas e os resultados surgem lentamente. Todavia, algumas noções gerais estão bem estabelecidas e já foram traduzidas em sugestões e medidas práticas, as quais podem ser adotadas em programas de restauração. Aumentar o trânsito local de frugívoros (animais com dieta baseada em frutos), por exemplo, seria uma dessas sugestões. A presença desses animais, notadamente aves e morcegos frugívoros tende a aumentar a disponibilidade local de sementes de modo bastante significativo. Aves e morcegos costumam se alimentar empoleirados

nas proximidades da árvore-fonte. Desse modo, despejam (regurgitando ou evacuando) sementes do fruto comido sob o poleiro. As marcas desse hábito são facilmente identificáveis (até mesmo em áreas urbanas), pois as árvores usadas como poleiros passam a ter sob sua copa grande quantidade de sementes e plântulas em crescimento, quase sempre de outras espécies.

Um dos principais desafios para a conservação dos biomas brasileiros será demonstrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas. O conhecimento sobre suas implicações e alterações no uso da terra serão fundamentais para o debate "desenvolvimento *versus* conservação". No passado, a falta de conhecimento e as incertezas sobre os principais fatores que causavam o desmatamento no Cerrado prejudicaram sua conservação e manejo.

Apesar de avanços recentes, na pesquisa científica (Oliveira e Marquis, 2002), seu impacto ainda tem sido modesto na tomada de decisões, por um lado, pela inexistência de pesquisa mais orientada para a resolução de problemas e, por outro, pela ausência de divulgação dessas informações. O conhecimento já obtido não é amplamente disseminado, pois a região carece de rede e canais de comunicação. A disseminação de melhores práticas deveria ser uma prioridade, como ocorreu com a introdução do plantio direto para a conservação dos solos na agricultura no início dos anos 1980. Essa prática disseminou-se rapidamente entre os produtores e hoje prevalece nas principais zonas agrícolas do Cerrado (Müller, 2003; Rodrigues, 2002).

Contudo, existe grande oportunidade para ações que envolvam vários setores da sociedade na busca da conservação e do uso sustentável dos ecossistemas brasileiros.

Embora todos esses problemas ambientais ainda estejam ocorrendo e várias medidas ainda serão tomadas e efetivadas,

verifica-se uma diminuição significativa dos mesmos em comparação ao passado. A consciência ambiental das pessoas alerta para a necessidade da preservação ambiental. A percepção mundial quanto à importância da conservação da biodiversidade evoluiu de um estágio inicial restrito à proteção de determinadas espécies-símbolo para a conservação da biodiversidade num contexto mais funcional, incluindo os ecossistemas, suas funções e serviços ambientais, e a exploração econômica e seu uso sustentável. Uma das estratégias mais importantes para conservação é a proteção da biodiversidade de uma dada área geográfica.

Por esse aspecto, devem ser louvadas as organizações não-governamentais de meio ambiente que têm se empenhado para fornecer subsídios para a criação de leis mais rígidas e uma fiscalização mais atuante para combater o crime ecológico, promovendo a disseminação da importância da conservação e destacando a participação de toda a comunidade para uma mudança efetiva.

A Organização para a Proteção Ambiental – OPA é uma organização não-governamental brasileira criada em novembro de 2003, em Uberlândia, Minas Gerais, com o objetivo de promover, estimular ou patrocinar projetos, programas e ações que visem à defesa, conquista, recuperação, conservação ou preservação do meio ambiente urbano e rural, seus recursos naturais e suas espécies animais, minerais e vegetais em todo o território nacional, embora sua atuação esteja focalizada no Cerrado.

A missão da OPA é estimular a conscientização, a parceria, a educação, o diálogo e a solidariedade entre os segmentos sociais, harmonizando a atividade humana com a preservação e o uso racional dos recursos naturais.

A OPA acredita que se protege o que se ama, mas só se ama aquilo que se conhece. Segundo esse propósito, a instituição

direciona seus esforços para o desenvolvimento de pessoas, apostando na possibilidade de se despertar para a conscientização de que a agressão ao meio ambiente atinge a todos. Garantir que o meio ambiente seja melhor para os cidadãos de hoje e para as gerações futuras por meio da mudança de comportamento, de visão de mundo e da sensibilidade das pessoas é um grande desafio para a organização. A OPA se dedica a projetos que favorecem a proteção e o equilíbrio e, para isso, trabalha com o apoio de ambientalistas, estudantes, profissionais e empresários que almejam contribuir de forma efetiva na busca de soluções para a questão socioambiental.

Com o projeto "Aquecedor Solar de Baixo Custo", aprovado em 2006, a OPA e seus parceiros deram um grande passo para a educação ambiental associada à moradia. Em 2007, 50 famílias do Residencial Campo Alegre, de Uberlândia, Minas Gerais se beneficiam de palestras, minicursos e atividades para construir seu próprio aquecedor solar de baixo custo e assim usar menos energia e aproveitar conscientemente os recursos naturais.

Desde 2006, às margens do Uberabinha, principal rio que abastece a cidade, estão sendo realizadas atividades de

DIVULGAÇÃO: DÉBORA COSENTINO

Voluntários responsáveis pela orientação na construção dos aquecedores solares de baixo custo.

DIVULGAÇÃO: POLYANNA DUARTE

Evento de sensibilização ambiental na comunidade do Residencial Campo Alegre.

plantio tradicional de espécies nativas do Cerrado, aliadas a técnicas alternativas para a construção de um corredor ecológico, que permitirá a relocação e a conservação de organismos da fauna e flora locais. Entre os meses de outubro e dezembro, cinco escolas participaram do projeto. Cerca de 500 alunos das escolas municipais Guarda Antônio Rodrigues Nascimento e Afrânio Rodrigues da Cunha, das escolas estaduais Antônio Tomaz Rezende e Jerônimo Arantes, e do projeto social Gravatás, do Sesi, plantaram mudas e se sensibilizaram com a importância da conservação do Cerrado e das margens do rio Uberabinha.

DIVULGAÇÃO: VANESSA CARVALHO

Escola municipal participante das atividades de plantio às margens do rio Uberabinha.

Assim, estimulando a interação entre a flora e a fauna local e em conjunto com a educação ambiental oferecida pela organização, nota-se a sensibilização de maior número de pessoas para a consciência ambiental da região. O projeto conta com uma equipe de profissionais especializados e tem apoio da Universidade Federal de Uberlândia, por meio dos Institutos de Biologia, de Geografia e de Ciências Agrárias, além de voluntários e sócios da OPA, que estão empenhados em contribuir para a qualidade desse projeto.

DIVULGAÇÃO: POLYANNA DUARTE

DIVULGAÇÃO: CAROLINA ARANTES

Crianças participantes do projeto de restauração às margens do rio Uberabinha.

Idealizado e realizado pelo sócio-voluntário Felipe Saldanha, com o apoio da OPA e do Instituto Alair Martins (Iamar), o projeto "Jogo Limpo" destina-se a crianças e pré-adolescentes estudantes de escolas públicas, com a intenção de envolvê-los na questão socioambiental e fortalecer a idéia de parcerias entre as escolas, as instituições privadas, o Terceiro Setor e, sobretudo, a comunidade. O projeto nasceu

do livro-gibi *A turma dos 5 jovens: Temos que fazer algo!*, criado por Felipe quando ele tinha 10 anos, e tomou força quando o jovem escritor decidiu ir além, como conta:

> *A idéia era distribuí-lo [o livro-gibi] para as escolas públicas da cidade, e pronto. Mas seria o suficiente? Será que as crianças teriam acesso a esse material? Será que elas receberiam a orientação adequada para entender e fixar o conteúdo transmitido?*

DIVULGAÇÃO: RUBENS REBOUÇAS

Felipe Saldanha, sócio-voluntário da OPA, autor do livro-gibi *A turma dos 5 jovens: Temos que fazer algo*, é idealizador do projeto "Jogo Limpo".

DIVULGAÇÃO: RUBENS REBOUÇAS

Evento de integração entre as escolas participantes do projeto "Jogo Limpo".

Atualmente, o projeto atende 47 escolas estaduais, de Uberlândia, e várias atividades são realizadas com base na leitura dos 4.500 exemplares distribuídos até então. Ao aproveitar a sucata para fabricar brinquedos originais ou ao

aprender a importância de não se jogar lixo no chão, professores e alunos disseminam o conhecimento ambiental e contribuem para a preservação do meio ambiente na teoria e na prática. Hoje, um ano após o lançamento do projeto, várias outras escolas já aderiram a ele, havendo um esforço da OPA para que em 2008 as escolas municipais também participem.

Considerações finais

Legislação ambiental adequada, grandes investimentos em pesquisas e em tecnologias limpas pelas empresas, criaçao de ONGs e participação mais ativa da sociedade são uma realidade mundial. Todos esses avanços ainda não são suficientes para salvar o planeta – e as previsões reforçam tal fato. O tema é complexo e envolve fatores políticos, econômicos, sociais e até mesmo culturais entre todas as nações e, por isso, a resolução do problema não é tão simples. No Brasil, aumenta a consciência ecológica e há leis mais rígidas, mas ainda não há uma ação política efetiva nessa área. É evidente que essas atitudes estão mudando, embora lentamente (Braga, 2002).

Para que os danos ambientais não atinjam proporções catastróficas, tornando-se irreversíveis, serão indispensáveis neste século que todos os povos se unam. A educação ambiental será imprescindível para a conscientização da sociedade e, com isso, a participação mais ativa dela. A adoção de uma política ambiental mais eficiente – com leis mais rigorosas, monitoramento ambiental adequado e permanente, fiscalização, maiores investimentos em pesquisas de solução ecologicamente sustentável para os problemas ambientais e incentivos fiscais a empresas – será a única alternativa para conter os danos ao meio ambiente.

Referencias bibliográficas

BRAGA, J. "Brasil é destaque em lista de crimes ambientais atribuídos à indústria". *O Globo*, 6/6/2002, p. 32.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K. e STEININGER, M. "Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro". Conservação Internacional, Brasília, 2004. Relatório técnico não-publicado.

MÜLLER, C. "Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado – The case of soybeans in Brazil's center-West". Brasília, Departamento de Economia da Universidade de Brasília. Texto para discussão 306, 2003.

O GLOBO. "Ainda sem freio, devastação empobrece banco genético de matas e campos". Caderno Planeta Terra, 3/7/2002.

OLIVEIRA, P. S. e MARQUIS, R. J. (eds.). *The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Nova York, Columbia University Press, 2002.

RODRIGUES, W. *Tecnologias agrícolas sustentáveis no Cerrado*. Brasília, Ministério da Integração Nacional/Universidade Estadual de Goiás, v. 13, 2002. Coleção Centro-Oeste de Estudos e Pesquisas.

WALLAVER, J. P. *ABC do meio ambiente – Fauna brasileira*. Brasília, Editora do Ibama, 2000.

1 Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem

Ademir Reis e Deisy Regina Tres

Universidade Federal de Santa Catarina

1. Introdução

O homem, como ser social, interfere no ambiente, criando novas situações e alterando o equilíbrio do planeta. A necessidade do ser humano de sobreviver ultrapassa os limites de situações normais, gerando desproporção entre a maneira de viver e a de ocupar o espaço. Diante do atual ritmo de destruição, exige-se do homem uma reflexão sobre sua real postura, principalmente no que diz respeito ao seu papel de restaurador dos processos naturais.

O histórico paradigma do "homem destruidor" e antropocêntrico é substituído pela tendência atual de integrar o homem à dinâmica do planeta, exigindo dele um papel de "homem reconstituidor" da natureza (Ost, 1995). Ao nos

convencer de que cada um de nós está integrado com o mundo (e, em conseqüência, com outros seres vivos), a visão representacionista que separa sujeito–objeto (homem–ambiente) é abandonada e substituída pela visão da integração do homem com o meio.

Maturana e Varela (2001) mostram que existe entre os seres vivos um processo de "acoplamento" provocado pelas interações seletivas entre homem e meio, os quais experimentam mutuamente mudanças de estado. Por essa perspectiva, a reconstituição da natureza prevê a necessidade de o homem compartilhar com o meio o processo vital, uma vez que a conservação dos seres vivos refletirá na sua manutenção no planeta.

Nessas circunstâncias, e diante desse fenômeno de acoplamento entre os organismos e o meio, o processo de restauração da natureza tem-se primado por modelos de conservação da biofuncionalidade e resgate de interações entre organismos do sistema (Reis et al., 2003; Zamora, 2004; Aumond, 2003; Griffith e Toy, 2005; Metzger, 2006). Essa visão direciona as comunidades naturais para sua integração com a paisagem que as rodeia, refletindo seus processos estocásticos e sua atual resiliência.

Essa visão sistêmica é princípio-chave para adequar a paisagem a uma realidade de exigências econômicas e produtivistas e de necessidades ambientais que garantam a sobrevivência da humanidade. O grande desafio deste século é promover um equilíbrio no sistema de valores que atualmente maximiza as áreas produtivas em detrimento das áreas naturais. Para tanto, estratégias devem considerar o mosaico da paisagem, englobando duas dimensões: a dimensão *local*, no sentido de restaurar as áreas naturais degradadas o mais próximo possível dos processos naturais, buscando a formação de comunidades estáveis; e a dimensão de *contexto*,

a fim de diminuir a resistência da matriz produtiva aos fluxos biológicos, buscando potencializar sua função de conservação (Tres e Reis, 2007).

Alguns conceitos básicos de ecologia indicam necessidades de uma visão holística para suprir as deficiências atuais e compatibilizar a produção e a conservação dentro de nossas paisagens. Da mesma forma, demonstram que os sistemas vivos, em todos os seus níveis (indivíduos, espécies, populações, comunidades, paisagens), estão interligados por redes complexas de interações.

2. Conceitos ecológicos aplicados à restauração ambiental

2.1. Heterogeneidade ambiental

O meio ambiente é heterogêneo por causa da ação conjunta de fatores abióticos (propriedades físicas e químicas do solo, microtopografia e microclima) e bióticos (produtores, consumidores e decompositores). A heterogeneidade também pode ser resultado de fenômenos estocásticos (temporal e espacial) ou determinísticos, em virtude da ação antropogênica. Para Stewart et al. (2002) as distintas fontes de heterogeneidade interagem para produzir um processo dinâmico de formação do meio ambiente. Rosenzweig (1995) associa a heterogeneidade ambiental com maiores probabilidades de nichos ecológicos, ao passo que Wilson (2002) registra que há uma significativa correlação entre a heterogeneidade ambiental e a biodiversidade.

Considerando a heterogeneidade ambiental, a restauração necessita respeitar essa descontinuidade espacial e temporal das comunidades naturais, tanto as preservadas quanto as recém-formadas (restauradas). As variações envolvendo

tipos de solo, fertilidade, proximidade de fragmentos e toda a heterogeneidade biótica devem ser encaradas como os pontos-chaves dos processos de restauração.

2.2. Sucessão secundária

É a forma de sucessão, em uma comunidade, após um distúrbio capaz de interromper as fases naturais do processo de sucessão primária (desenvolvimento da vegetação em substrato recém-formado).

O processo de sucessão secundária, notadamente aqueles que ocorrem em áreas degradadas, é dependente do histórico da degradação e da existência de fragmentos próximos. A formação de comunidades bióticas é resultado de um processo sucessional que envolve comportamentos distintos de seres vivos, em que os vegetais cumprem o papel de produtores, os animais, de consumidores, e os microorganismos, de decompositores. No entanto, o solo representa o grande desafio do processo de restauração ambiental, uma vez que é o suporte para os seres sucessionais.

O desenvolvimento dos solos degradados é um processo lento. Durante o curso de sua sucessão (pedogênese), a produção anual supera a respiração anual e os materiais orgânicos se acumulam para restaurar os solos, aumentando, conjuntamente, a biomassa viva de plantas e animais capazes de viver nessas áreas (Pianka, 1982).

Há possibilidades de saltar as fases iniciais da sucessão secundária e implantar diretamente a fase arbórea – etapa de sucessão primária ou secundária onde naturalmente ocorre regeneração de espécies arbóreas, em geral as sucessões primária e secundária passam pelas fases herbácea, arbustiva e arbórea – com distintos grupos funcionais de espécies? Quais as deficiências que esses saltos acarretam na formação futura das comunidades? Preferimos, apesar da atual deficiência de

dados de cronoseqüências que fundamentem essa questão, predizer que uma seqüência extrapolada no sentido de saltar as fases da sucessão venha comprometer o futuro da comunidade biótica em formação.

2.3. Níveis de interação

Os níveis de interação entre produtores, consumidores e decompositores é o principal processo para garantir a funcionalidade dentro das comunidades. Hulbert (1971) descreveu que, potencialmente, cada indivíduo de uma comunidade pode interagir com os outros que compartilham essa comunidade. Para esse autor, as espécies que apresentam maiores probabilidades de encontros interespecíficos são as que mais contribuem para o aceleramento do ritmo de sucessão de uma comunidade.

A predação, notadamente a folivoria (utilização das folhas das plantas, como alimento, pelos animais, em especial, pelos insetos), é um dos processos mais importantes para acelerar a ação dos decompositores e permitir a ciclagem de nutrientes.

A seleção de espécies que exerçam forte interação com a fauna local e são capazes de atrair os animais de comunidades próximas é um fator básico para formar comunidades com uma sucessão gradual, para melhorar as condições do solo e aumentar a biodiversidade, envolvendo produtores, consumidores e decompositores.

2.4. Permeabilidade da paisagem

A permeabilidade da matriz como um todo pode ser estimada pela densidade de pontos de ligação (*stepping stones*) e pelo grau de resistência das unidades da paisagem aos fluxos biológicos (Metzger, 2003).

Considerando a ausência de funcionalidade da matriz produtiva, em termos de conservação, a introdução de elementos

com funções bem definidas deve provocar mudanças na paisagem, especialmente aumentando a capacidade de algumas espécies usarem a matriz. Nesse caso, ela atuaria como um *habitat* secundário para as espécies.

O movimento de espécies de aves frugívoras em pradarias é regido pela presença e arranjo espacial de elementos florestais de áreas relativamente reduzidas, como florestas ripárias (que se formam naturalmente ao longo das margens dos leitos dos rios, também chamadas de ciliares), ou mesmo árvores isoladas. Essas aves favorecem ainda a disseminação de espécies lenhosas pela deposição de sementes nos pontos de ligação, propiciando o estabelecimento dessas espécies na matriz (Guevara et al., 1992; Guevara e Laborde, 1993).

Tais elementos com alto poder funcional tendem a aumentar a médio e a longo prazo a permeabilidade da matriz aos fluxos biológicos, uma vez que têm propensão a reduzir a distância efetiva de dispersão das espécies, favorecendo a conectividade das unidades da paisagem. Esses elementos funcionariam como pontos de ligação, encurtando distâncias entre fragmentos e matriz.

3. A nucleação como base para a integração das comunidades em formação e a paisagem

Yarranton e Morrison (1974), definem nucleação como uma forma de sucessão em que a colonização de uma espécie pioneira, em uma área sem vegetação, provoca transformações no meio ambiente de forma a propiciar ambiente adequado para uma primeira comunidade natural, ou seja, facilita a chegada de outras plantas, animais e microorganismos. Dessa forma, quando propõem o conceito de nucleação, focam o efeito que uma determinada espécie gera,

propiciando um ambiente adequado para que outras espécies utilizem as mudanças ambientais ocorridas. Neste trabalho consideramos um conceito mais amplo de nucleação, envolvendo qualquer elemento, biológico ou abiótico, capaz de propiciar potencialidades para formar, nas comunidades em restauração, novas populações, facilitando a criação de novos nichos de regeneração/colonização e gerando novas situações de conectividade na paisagem.

A restauração ambiental como defendida por Reis et al. (2003) representa um conjunto mínimo de interferências locais que objetivam uma sucessão de caráter alogênico, integrando a área degradada com suas vizinhanças, tendo a nucleação como base para incrementar processos sucessionais. A sucessão alogênica se dá quando os organismos colonizadores (plantas, animais e microorganismos) são provenientes da migração de comunidades vizinhas. Quando ocorre a sucessão alogênica, ou seja, de diversos fragmentos vizinhos, aumentam as probabilidades de maior riqueza de espécies e de maior variabilidade genética no local em restauração.

As ações que visam a restauração ecológica devem levar em consideração a premissa de que os fenômenos eventuais e a estocasticidade no processo sucessional são a base para formar uma comunidade natural condizente com as novas condições das atuais paisagens fragmentadas.

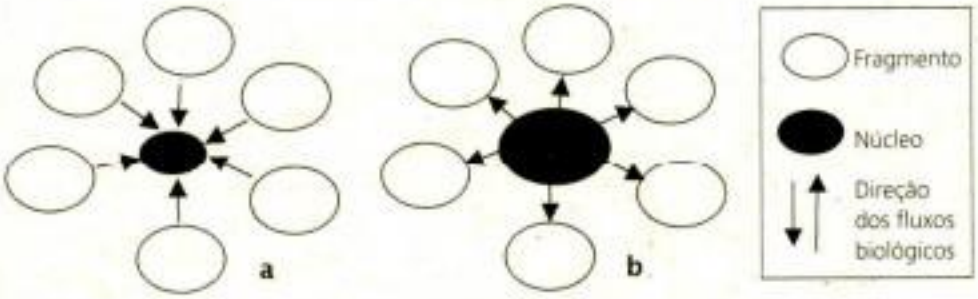
Reis et al. (2003) propõem a utilização de mecanismos ecológicos que visem formar micro-*habitats* em núcleos propícios para a abertura de uma série de "eventualidades" para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais de todas as formas de vida e a criação de uma rede de interações entre os organismos. O objetivo da aplicação dessas técnicas é promover "gatilhos ecológicos" (Bechara, 2006) para a formação de uma diversidade de rotas alternativas sucessionais.

A nucleação representa uma potencialidade de integração de paisagens fragmentadas, uma vez que gera efeitos *locais* (em áreas degradadas a ser restauradas) e efeitos de *contexto* (em áreas desconectadas pela fragmentação). Para que esse processo nucleador seja efetivo na paisagem e promova conectividade é imprescindível que os fluxos biológicos se dêem nos dois sentidos: entre os "fragmentos-área em restauração" e a "área restaurada-paisagem" (figura 1).

Restaurar, nesse contexto, induz ao direcionamento de uma variedade de fluxos naturais sobre o ambiente degradado, mantendo processos-chave e contribuindo para resgatar a complexidade de condições dos sistemas naturais.

Figura 1

Esquema da dinâmica funcional de uma área degradada e sua inserção no contexto de paisagem



(a) conectividade local: a direção do fluxo é dos fragmentos-fonte para a área a ser restaurada; a área degradada como núcleo degradado recebe os fluxos dos fragmentos vizinhos numa sucessão alogênica;

(b) conectividade de contexto: a direção do fluxo é da área restaurada para a paisagem; após a inserção da área degradada, agora núcleo no contexto de paisagem, sua ação pode reverter no sentido de também contribuir para um processo de trocas gênicas com os fragmentos vizinhos. Quando os fluxos biológicos ocorrem nos dois sentidos, o processo nucleador será efetivo na paisagem, e a conectividade local e de contexto será restaurada.

Fonte: Desenho extraído de Tres e Reis, 2007.

Por essa perspectiva, este trabalho objetiva discutir as funções das técnicas nucleadoras propostas por Reis et al. (2003) no processo de restauração, buscando responder como elas atuam ao longo do gradiente temporal, trazendo mudanças para as comunidades naturais e para a paisagem que as rodeia.

4. Atuação das técnicas nucleadoras

As técnicas nucleadoras propostas por Reis et al. (2003), complementadas por Bechara (2006) e Tres e Reis (2007), concebem a formação de núcleos, deixando grande parte das áreas para as eventualidades locais. Todo o restante deve ser destinado à regeneração natural sob a influência dos núcleos, mas, principalmente, sujeita às condições naturais de sucessão secundária, resultante de um conjunto de variáveis típicas da paisagem onde se insere a área a ser restaurada.

4.1. Transposição de solo

A transposição de solo visa resgatar a micro, a meso e a macrofauna/flora do solo – sementes, propágulos (bulbos, ou pedaços de plantas que podem se reproduzir vegetativamente), microorganismos, fungos, bactérias, minhocas,

FOTOS DEISY REGINA TRES, 2008

Núcleo de solo transposto de áreas conservadas vizinhas para áreas ciliares degradadas.

Quatro meses após a transposição, um núcleo de espécies de diversas formas de vida se estabeleceu na área.

algas etc. – pela transposição de porções superficiais de um metro quadrado de solo das áreas naturais conservadas dos remanescentes de vegetação mais próximos às áreas a ser restauradas.

A função básica dessa técnica é a introdução de espécies que, conhecidamente, formam permanente banco de sementes e apresentam comportamento agrupado na natureza, como as pioneiras que se desenvolvem e se proliferam em núcleos. Essas espécies atraem a fauna consumidora (herbívoros, polinizadores e dispersores de sementes) e preparam o ambiente para os *seres* subseqüentes, já que entram em senescência precocemente, cumprindo seu papel de facilitadoras.

Vieira (2004), transpondo 16 metros quadrados de solo para uma área de restinga degradada, obteve a introdução de 472 plântulas, referentes a 58 espécies distribuídas nas formas de vida: 45% herbáceas, 22% arbóreas, 16% arbustivas e 5% lianas. Basso et al. (no prelo) demonstraram a introdução de plântulas de bracatinga (*Mimosa scabrella*) pela transposição de solo. Aos dois anos de idade os núcleos apresentaram 43 (±10,01) indivíduos, de altura média de 2,95 metros (±1,1) e raio de 2,22 metros (± 0,62) de diâmetro de cobertura do solo, estando o estrato gramináceo substituído por uma camada de serapilheira.

Os núcleos formados geram aglomerados de vegetação densa que se destacam na paisagem como os primeiros locais de abrigo para a fauna e produção das primeiras sementes na área em questão. Esses núcleos de solo passam a atuar como pequenas áreas de *habitat*, ou seja, trampolins ecológicos, desempenhando a importante função de conectar áreas-fonte de propágulo às áreas em restauração. Certamente, a curto prazo, os animais estarão fazendo a interligação em ambas as direções (figura 1, página 36), por meio do

FOTOS SANDRO BASSO, 2008

Agrupamento de bracatinga formado pela transposição de solo em região de Floresta Ombrófila Mista.

Interior do agrupamento de bracatingas com eliminação natural de gramíneas e a regeneração de plantas de sombra.

fluxo gênico (pólen e sementes), garantindo maior permeabilidade da paisagem no espaço e no tempo.

Em outro sentido, as áreas restauradas terão condições de modificar a paisagem regional, uma vez que as populações formadas tenderão a trocar material genético com as áreas vizinhas. Essa heterogeneidade do material genético introduzido é uma das grandes vantagens dessa técnica, desde que haja a preocupação de representar, nas amostras de solos, todos os fragmentos vizinhos da área a ser restaurada. Para

isso, torna-se pertinente que, no diagnóstico a ser realizado antes da aplicação das ações restauradoras, como sugere Tres (2006), sejam levantadas todos os fragmentos da paisagem que se pretende conectar com a área a ser restaurada.

4.2. Poleiros artificiais

Os poleiros secos são estruturas que imitam galhos secos de plantas e atuam como estrutura de repouso, forrageamento e caça para aves. Essa técnica vem ganhando espaço nas restaurações, e resultados significativos foram obtidos por Espindola (2005), Bechara (2006) e Tres (2006). Por outro lado, a implantação de poleiros vivos que imitam árvores vivas tem a função de atrair animais com comportamento distinto que não utilizam os poleiros secos. Nesse grupo destacam-se os morcegos, que procuram locais de abrigo para completar a alimentação dos frutos colhidos em árvores distantes. Aves frugívoras também são atraídas por poleiros vivos quando estes fornecem fonte de alimento.

Além disso, a alta concentração de propágulos sob os poleiros gera um ambiente atrativo aos consumidores, assim como descrito pela teoria de saciação do predador de Janzen (1970). É necessário frisar que, por causa da concentração de sementes sob esses poleiros, estes são locais onde raramente ocorrerá recrutamento de plântulas, uma vez que representam locais de alta predação e de dispersão secundária das sementes aí depositadas.

A ação dos poleiros é maior na fase inicial da restauração, uma vez que espontaneamente se formarao poleiros naturais na área por meio de outras técnicas de nucleação.

Observações realizadas em formação de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual mostraram que de 27 a 35 espécies de aves utilizaram os poleiros, e mais de 50% delas eram dispersoras de sementes (Bechara, 2006).

ADEMIR REIS, 2006

Retirada da casca da árvore de pinus em áreas ciliares. O anelamento provoca a morte da árvore, formando os poleiros secos.

MATEUS SANTANA REIS, 2005

Detalhe mostrando poleiro de pinus sendo visitado por uma guilda de aves.

FERNANDO BECHARA, 2006

FERNANDO BECHARA, 2006

Poleiros vivos ou "torres de cipó" servindo como estrutura de pouso de aves que preferem se esconder, não se expondo à predação.

No entanto, a principal ação dos poleiros consiste no seu papel de trampolins ecológicos, formando corredores virtuais entre os fragmentos vizinhos da área a ser restaurada. À medida que uma diversidade de espécies, atraída pelos poleiros, deposita sementes nas áreas degradadas, forma-se um núcleo alogênico (conjunto de espécies provenientes da dispersão de sementes de áreas vizinhas) propício para conectar fragmentos com as áreas em restauração. Experimentos têm mostrado que atuam para atrair a fauna da vizinhança quando estão distribuídos esparsamente, não ultrapassando 4 poleiros por hectare.

Quando dispersos numa matriz de não-*habitat*, favorecem os fluxos biológicos, potencializando a permeabilidade da matriz. No caso específico da restauração de áreas ciliares em meio a plantações de pínus recomenda-se a formação de poleiros através do anelamento de algumas árvores antes da retirada dos talhões. Essas plantas podem atuar como poleiros por um período bem maior – cerca de cinco anos.

4.3. Abrigos para a fauna

Um dos requisitos básicos para a restauração é a presença, em uma comunidade em formação, de abrigos para a fauna. Uma área descampada representa grande exposição dos animais aos seus predadores, o que implica uma quase completa ausência desses em áreas degradadas.

Essa técnica consiste no acúmulo de galhos, tocos, resíduos florestais ou amontoados de pedras, dispostos em leiras distribuídas na forma de núcleos ou aglomerados ao longo da área a ser restaurada. Esses núcleos atuam como refúgios artificiais para a fauna, em virtude da criação de um microclima adequado. Secundariamente, esses abrigos também podem atuar como poleiros para predadores. Essas funções possibilitam e facilitam a chegada de propágulos (sementes) à área a ser restaurada por causa da atração de animais

ADEMIR RES, 2003

Acúmulo de galhos, tocos, resíduos florestais ou amontoados de pedras, dispostos em núcleos, atuando como refúgio para a fauna.

predadores onívoros que buscam abrigo, local para refúgio, alimentação ou repouso.

A tendência é que a curto e a médio prazo esses animais facilitem a chegada de sementes dos fragmentos adjacentes, contribuindo para a sucessão alóctone, ou sucessão alogênica, e para a conectividade local. Dessa forma, os fluxos biológicos começam a ganhar força para devolver à paisagem uma nova diversidade genética. Novas populações são formadas, contribuindo para um constante fluxo gênico em ambas as direções de conectividade (local e de contexto).

Outra importante função dessa técnica refere-se à deposição de matéria orgânica gerada pela decomposição do material (galharia) que enriquece o solo e cria condições adequadas à germinação e crescimento de sementes de espécies mais adaptadas aos ambientes sombreados e úmidos.

4.4. Transposição da chuva de sementes

Chuva de sementes é o conjunto de sementes dispersas em um determinado local, num determinado tempo. Coletar essa chuva de sementes de fragmentos próximos, com periodicidade mensal, durante no mínimo um ano, é uma forma de buscar a diversidade de fenologias das espécies da região. A chuva introduz diretamente nas áreas degradadas ou em viveiros uma aleatoriedade de espécies que representam uma parte da dinâmica vegetacional da região.

À medida que possibilita o aporte de novas espécies advindas de áreas vizinhas, potencializa a sucessão alóctone, promovendo um efetivo fluxo gênico e o estabelecimento de conexões-chave entre os fragmentos e a área degradada. Por outro lado, potencializa a sucessão autóctone – quando os organismos colonizadores, as plantas, os animais e os microorganismos são provenientes da migração interna na comunidade – uma vez que introduz novo material genético para as espécies locais. Quando ocorre somente a sucessão autóctone diminuem as probabilidades de maior riqueza de espécies e de maior variabilidade genética no local em restauração.

A captura mensal da chuva de sementes de fragmentos preservados e a disposição desse material em forma de núcleos nas áreas a ser restauradas representam a possibilidade de manutenção da fauna em áreas abertas, aumentando a freqüência desses visitantes nesses locais. Como a coleta é feita mensalmente, os recursos alimentares estarão disponíveis ao longo do ano para uma diversidade de espécies da fauna consumidora. Essa ação fornece condições para a manutenção de espécies-chave nas áreas em formação, uma vez que melhora a qualidade de *habitat*, essencial para estabelecer conexões entre as áreas restauradas e a paisagem regional.

4.5. Introdução de mudas em grupos adensados

A introdução de espécies por meio do plantio de mudas é uma forma efetiva de ampliar o processo de nucleação. A importância dessa técnica reside na seleção de espécies de modo que forme pequenos núcleos de espécies com forte poder de nucleação. Assim, as espécies selecionadas devem apresentar potencialidade de interações a médio e a longo prazo, deixando para as outras técnicas o suprimento das espécies mais pioneiras.

O adensamento dessas mudas favorece a formação de grupos que se destacam na paisagem em restauração. Para tanto, temos optado pela formação dos chamados "grupos de Anderson", onde 3, 5 ou 13 mudas são plantadas num espaçamento de 0,5 metro de distância, de forma homogênea ou heterogênea (Anderson, 1953). Esse pequeno grupo tende a favorecer as mudas centrais para o crescimento em altura e as laterais para o desenvolvimento de ramificações. Como recomendamos a introdução de no máximo 300 mudas por hectare, esses grupos necessitam receber cuidados culturais como capina e adubação até que formem um núcleo sombreado capaz de propiciar o desenvolvimento de espécies esciófilas, ou seja, de plantas amigas de ambientes sombreados.

FERNANDO BECHARA, 2006

Formação dos "grupos de Anderson", com 5 mudas selecionadas a fim de formar pequenos núcleos de espécies com forte poder de nucleação.

As espécies introduzidas também devem tipificar um núcleo da espécie com significativa variabilidade genética capaz de formar uma população mínima viável. A partir do momento em que esse núcleo começa a se irradiar, o material genético começa a ser trocado entre as populações formadas e as populações dos fragmentos adjacentes. Essa ação garante que, num futuro próximo, a progênie possa nuclear a paisagem, estabelecendo uma dinâmica local de fluxos biológicos.

Para a garantia de que as espécies introduzidas irão formar populações mínimas viáveis e exerçam o papel de núcleos com alta variabilidade genética torna-se imprescindível conhecer o sistema reprodutivo para estimar como a variabilidade genética se organiza no tempo e no espaço. Vencovski (1987) e posteriormente Sebbenn (2006) estimaram o número de indivíduos (matrizes) necessários para a coleta de sementes para formar populações viáveis em programas de restauração.

Reis e Wiesbauer (2006) propõem que as espécies raras, ameaçadas de extinção, e aquelas com grandes probabilidades de provocar interações interespecíficas sejam selecionadas para produzir pomares de sementes regionais, garantindo a qualidade do material genético a ser introduzido.

4.6. Plantio de populações-referência

A formação de populações-referência é uma proposta de restauração em que se busca formar uma população mínima viável que possa garantir, a longo prazo, variabilidade genética, evitar endogamia nas futuras gerações e conservar o potencial evolutivo das espécies. Devem-se priorizar aquelas espécies que tenham suas populações fragmentadas e possuam grande interesse funcional, como potencialidade de interações a médio e a longo prazo.

Essa população-referência, ao longo do tempo, tende a reduzir a distância da área de vizinhança reprodutiva (local onde ocorre grande parte dos cruzamentos), potencializando a capacidade dos polinizadores e, conseqüentemente, gerando conectividade. Esses núcleos produtores devem ser planejados o mais próximos possível de grandes fragmentos, a fim de evitar perda da variabilidade genética, por causa do isolamento.

Uma proposta efetiva poderia ser a incorporação das populações-referência a áreas ocupadas com atividades agrícolas que precisam ser reconvertidas para atender à necessidade

de adequação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal (segundo a legislação brasileira).

O ideal é que esse processo passe por um planejamento integrado com outras propriedades a fim de interligar os fragmentos naturais às áreas produtoras de sementes, buscando a maior integridade possível para as diversas unidades da paisagem. Além disso, essa ação, a longo prazo, possibilitaria a formação de fragmentos grandes e bem conectados, o que atenderia a proposta de Sebbenn (2006), no que tange ao número ideal de árvores matrizes para a coleta de sementes com fins de restauração, e a de Metzger (2006), em relação à definição de fragmentos e conexões-chave para fins de manejo de paisagens fragmentadas. No entanto, a principal função dessa população é a disponibilização, a médio e a longo prazo, de sementes de qualidade para a formação de áreas em restauração. Essas populações-referência representarão pomares abertos de sementes que garantirão a continuidade de fluxo gênico das populações a ser introduzidas nos demais programas de restauração da região.

4.7. Trampolins ecológicos com grupos funcionais

Considerando que a extensa matriz produtiva não possibilita um efetivo fluxo gênico e, conseqüentemente, uma conectividade com as unidades naturais, os trampolins ecológicos representam uma proposta de interferência na matriz, no sentido de aumentar, num processo lento, sua permeabilidade aos fluxos biológicos.

A idéia é estabelecer pequenos ambientes nucleadores. No caso de plantios florestais, podem-se introduzir, em continuidade com as fileiras do plantio, núcleos com 16 mudas de árvores com função facilitadora, a uma distância de 1 núcleo por hectare. Essa é uma perda pequena da área produtiva, mas de grande função na paisagem.

Os trampolins ecológicos constituem pequenos refúgios para a fauna, que encontra um local seguro para repouso, alimentação e reprodução. A introdução de elementos com funções bem definidas deve provocar mudanças na paisagem, especialmente o aumento da capacidade de algumas espécies usar a matriz. Nesse caso, sob efeito da nucleação, a matriz atuaria como um *habitat* secundário para as espécies.

Esses elementos com alto poder funcional tendem a aumentar, a médio e a longo prazo, a permeabilidade da matriz aos fluxos biológicos, uma vez que tendem a reduzir a distância efetiva de dispersão das espécies, favorecendo a conectividade das unidades da paisagem. Esses elementos nucleadores funcionariam como pontos de ligação, encurtando distâncias entre fragmentos e matriz.

5. Módulos de restauração

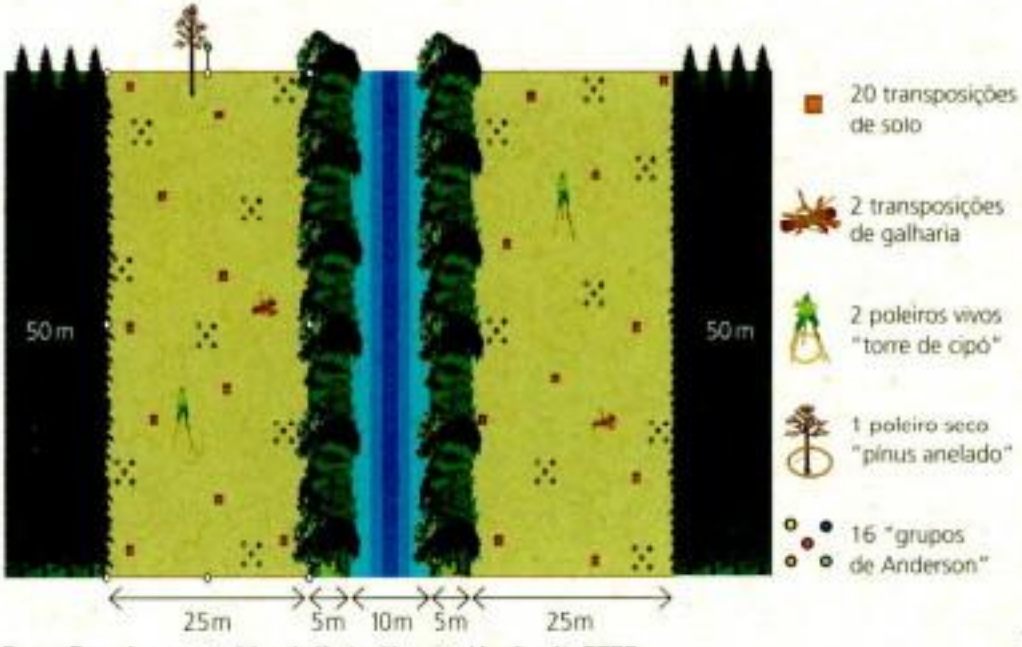
Buscando aprimorar e tornar mais efetiva a restauração ecológica de áreas ciliares degradadas do norte do Estado de Santa Catarina, cujo histórico de uso e ocupação do solo baseou-se no intenso cultivo de pínus até mesmo em áreas ciliares, Tres et al. (no prelo) sugerem a implantação de módulos de restauração por meio da nucleação (figura 2). O módulo é o conjunto de técnicas nucleadoras implantado nas áreas ciliares a ser restauradas, destinado, em sua menor extensão, à aplicação das técnicas e, em sua maior extensão, à regeneração natural. A proposta dos autores é a construção de módulos de 2.500 metros quadrados, onde 5,92% dessa área é destinada à implantação das seguintes técnicas: duas *transposições de galharia* (18 metros quadrados); dois tipos de *poleiros artificiais* (30 metros quadrados), um poleiro seco ("pínus anelado") e dois poleiros vivos ("torre de cipó");

20 *transposições de solo* (20 metros quadrados); 16 *"grupos de Anderson"* (agrupamentos de mudas nativas com funções nucleadoras – 80 metros quadrados).

Esses módulos promovem eventualidades e imprevisibilidades, dando oportunidades para que os fluxos naturais encontrem espaço para se expressar e ampliar as possibilidades de restabelecer uma série de processos e contextos do sistema como um todo.

Figura 2

Módulo de implantação de técnicas de restauração ambiental por meio do método da nucleação



Fonte: Desenho esquemático de Karina Vanessa Hmeljevski, 2006.

Nessa proposta para as áreas ciliares, as técnicas atuam como "gatilhos ecológicos" para o início do processo sucessional secundário. A tendência é que nos demais espaços (94%) seja estabelecida uma complexa rede de interações entre os organismos e uma variedade sucessional, as quais poderão convergir para múltiplos pontos de equilíbrio no espaço e no tempo, frutos da abertura da eventualidade.

6. Considerações finais

No decorrer deste século, dois fenômenos específicos estão causando um efeito decisivo sobre o futuro da humanidade. O primeiro é a ascensão do capitalismo global e o outro, a criação de comunidades sustentáveis, compostas de redes ecológicas de fluxos de energia e de matéria. O atual cenário indica que esses fenômenos encontram-se em rota de colisão: enquanto cada um dos elementos de um sistema vivo contribui para a sustentabilidade do todo, o capitalismo global baseia-se no princípio de que os sistemas produtivos devem ter precedência sobre todos os outros valores (Capra, 2002).

Portanto, o grande desafio que se apresenta neste século é o de promover mudanças nos sistemas de valores, compatibilizando as exigências econômicas com a sustentabilidade ecológica. Por essa perspectiva, a restauração baseada nos princípios da nucleação representa uma nova tendência que prima pela integração da comunidade com a paisagem que a rodeia. Essa postura contrária à visão pontual e reducionista da natureza prioriza a recomposição dos processos naturais da sucessão estocástica, com base numa visão sistêmica da paisagem, em que todas as unidades (produtivas e naturais) têm influência sobre os fluxos biológicos.

Primeiramente, a valorização de que as áreas naturais, ou seja, os fragmentos remanescentes, representam os grandes potenciais de funcionalidade e estocasticidade na paisagem. Ao se buscar a integração de diversos elementos (solo, sementes, microorganismos, animais e plantas) dentro desses fragmentos e incorporá-los às áreas degradadas, tem-se a criação de uma nova condição, de um novo momento de dinâmica nessas áreas.

Assim, localmente, envolvendo as áreas degradadas, cada núcleo formado por elementos biológicos dos fragmentos vizinhos tem a função de formar na área em restauração um todo combinado, capaz de refazer a sucessão secundária.

ADEMIR REIS, 2004

Área degradada, antes da restauração da unidade demonstrativa de restinga arbórea no Parque Florestal do Rio Vermelho, em Florianópolis, Santa Catarina.

ADEMIR REIS, 2006

Após dois anos, área restaurada pelas técnicas nucleadoras no Parque Florestal do Rio Vermelho.

Na condição de contexto, com o tempo, essa área degradada passa a se comportar como um núcleo que tem a capacidade de estabelecer conexões com as unidades naturais da paisagem (fragmentos e corredores). Neste momento, a área degradada local passa a ter a função de dar retorno para a paisagem, restabelecendo níveis de conectividade com os fragmentos vizinhos.

O processo de nucleação aqui proposto representa uma nova alternativa de restauração ambiental que, apesar de aparentemente mais lenta, é constituída por fundamentos que primam pela formação de redes complexas da teia da vida, capaz de manter o equilíbrio e o princípio complementar da relação homem–meio.

Referências bibliográficas

ANDERSON, M. L. "Plantación en grupos espaciados". *Unasylva*, 7(2), 1953, pp. 61-70.

AUMOND, J. J. "Teoria dos sistemas: uma nova abordagem para recuperação e restauração ambiental". Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental. Anais, Itajaí, Univali, 2003, pp. 43-49.

BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS Jr., U.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. e REIS, A. "Introdução de *Mimosa scabrella* em áreas ciliares através da transposição de amostras de solo". *Revista Brasileira de Biociências*, no prelo.

BECHARA, F. C. "Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC". Pós-graduação em biologia vegetal, UFSC, Florianópolis, 2003. Dissertação de mestrado.

—. "Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga". Curso de pós-graduação em recursos florestais, ESALQ/USP, Piracicaba, 2006. Tese de doutorado.

CAPRA, F. *As conexões ocultas: Ciência para uma vida sustentável*. São Paulo, Cultrix, 2002.

ESPÍNDOLA, M. B. "O papel da chuva de sementes na restauração da restinga no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC". Pós-graduação em biologia vegetal, UFSC, Florianópolis, 2005. Dissertação de mestrado.

GRIFFITH, J. J. e TOY, T. J. "O modelo físico-social da recuperação ambiental". *Brasil Mineral*, nº 242, 2005, pp. 166-174.

GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P. e LABORDE, J. "Floristic composition and vegetation structure under isolated trees in neotropical pastures". *Journal of Vegetation Science*, nº 3, 1992, pp. 655-664.

GUEVARA, S. e LABORDE, J. "Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability". *Vegetaio*, nºs 107/108, 1993, pp. 319-338.

HURLBERT, S. "The nonconcept of species diversity: a critic and alternative parameters". *Ecology*, 52(4), 1971, pp. 577-586.

JANZEN, D. H. "Herbivores and the number of tree species in tropical forests". American *Naturalist*, nº 104, 1970, pp. 501-528.

MATURANA, H. e VARELA, F. *A árvore do conhecimento: As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo, Palas Athena, 2001.

METZGER, J. P. "Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas", in: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. e GANDARA, F. B. (orgs.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. São Paulo, Fepaf, 2003, pp. 50-76.

—. "How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented areas". *The Brazilian Journal of Nature Conservation*, 4(2), 2006, pp. 125-137.

OST, F. *A natureza à margem da lei: A ecologia à prova do direito*. Lisboa, Instituto Piaget, 1995.

PIANKA, E. R. *Ecologia evolutiva*. Barcelona, Ediciones Omega, 1982.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K. e SOUZA, L. L. "Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes". *The Brazilian Journal of Nature Conservation*, 1(1), 2003, pp. 85-92.

REIS, A. e WIESBAUER, M. B. "O uso de sementes na restauração ambiental", in: HIGA, A. R. e SILVA, L. D. (eds.). *Pomares de sementes de espécies florestais nativas*. Curitiba, Fupef, 2006, pp. 83-92.

ROSENZWEIG, M. L. *Species diversity in space and time*. Reino Unido, Cambridge University Press, 1995.

SEBBENN, A. M. "Sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais", in: HIGA, A. R. e SILVA, L. D. (eds.). *Pomares de sementes de espécies florestais nativas*. Curitiba, Fupef, 2006, pp. 93-138.

STEWART, A. J. A.; JOHN, E. A. e HUTCHINGS, M. J. "The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment", in: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A. e STEWART, A. J. A. (eds.). *The ecological consequences of environmental heterogeneity*. Reino Unido, Cambridge University Press, 2002, pp. 1-8.

TRES, D. R. "Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de *Pinus taeda* L. no norte do Estado de Santa Catarina". Pós-graduação em biologia vegetal, UFSC, Florianópolis, 2006. Dissertação de mestrado.

TRES, D. R. e REIS, A. "La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje". II Seminario Internacional de Restauración Ecológica. Anais. Santa Clara, Cuba, 2007.

TRES, D. R.; SANT'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS Jr., U. e REIS, A. "Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares". *Revista Brasileira de Biociências*, no prelo.

VENCOVSKY, R. "Tamanho e efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas". *IPEF*, nº 35, 1987, pp. 79-84.

VIEIRA, N. K. "O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii Engelm*". Pós-graduação em biologia vegetal, UFSC, Florianópolis, 2004. Dissertação de mestrado.

WILSON, S. D. "Heterogeneity, diversity and scale in plant communities", in: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A. e STEWART, A. J. A. (eds.). *The ecological consequences of environmental heterogeneity*. Reino Unido, Cambridge University Press, 2002, pp. 52-69.

ZAMORA, R.; GARCÍA-FAYOS, P. e GÓMEZ-APARICIO, L. "Las interacciones planta-planta y planta-animal en el contexto de la sucesión ecológica", in: VALLADARES, F. (ed.). *Ecología del bosque mediterraneo en un mundo cambiante*. Madri, Egraf, 2004, pp. 371-393.

YARRANTON, G. A. e MORRISON, R. G. "Spatial dynamics of a primary succession: nucleation". *Journal of Ecology*, 62(2), 1974, pp. 417-428.

2 A importância da fauna em projetos de restauração

CIBELE CARDOSO DE CASTRO

Universidade Federal Rural de Pernambuco

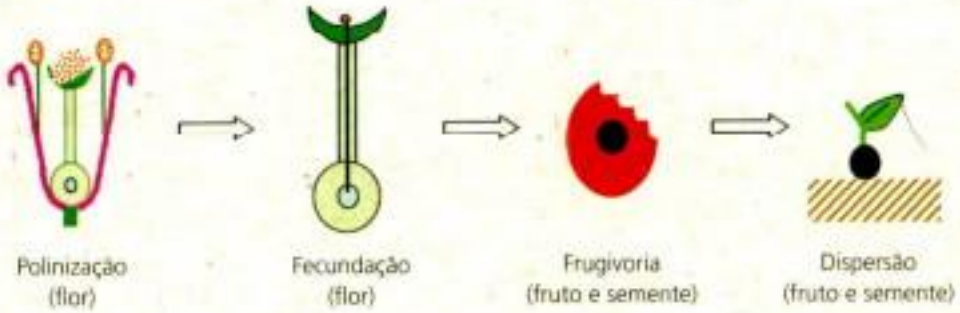
Os projetos de restauração visam recuperar áreas degradadas de modo que se tornem semelhantes, estrutural e funcionalmente, ao que eram no original, perpetuando no tempo e não necessitando de grandes intervenções para sua manutenção. Resultados bastante satisfatórios têm sido alcançados. No entanto, tem-se percebido que muitas vezes os indivíduos plantados podem não se reproduzir satisfatoriamente, ou seja, tornam-se adultos, mas não conseguem deixar descendentes. Se novas plantas não são produzidas a contento, o futuro da área restaurada pode ser o definhamento a longo prazo, pois não haverá novas plantas para substituir aquelas que foram plantadas, assim, certamente, um dia morrerão. Muitos fatores podem fazer com que uma planta não consiga se reproduzir constituindo o que chamamos de

"isolamento reprodutivo", ou seja, a dificuldade de produzir descendentes por causa de problemas ocorridos em algum(ns) ponto(s) do ciclo reprodutivo.

A importância dos animais para o sucesso de projetos de restauração está relacionada a duas etapas cruciais do ciclo reprodutivo das plantas (figura 1): a polinização e a dispersão de sementes. Para que se compreenda melhor essa importância, é necessária uma breve explanação a respeito da reprodução das plantas.

Figura 1

Fases do ciclo de vida de uma angiosperma e partes da planta envolvidas em cada fase



Fonte: Cibele Cardoso de Castro

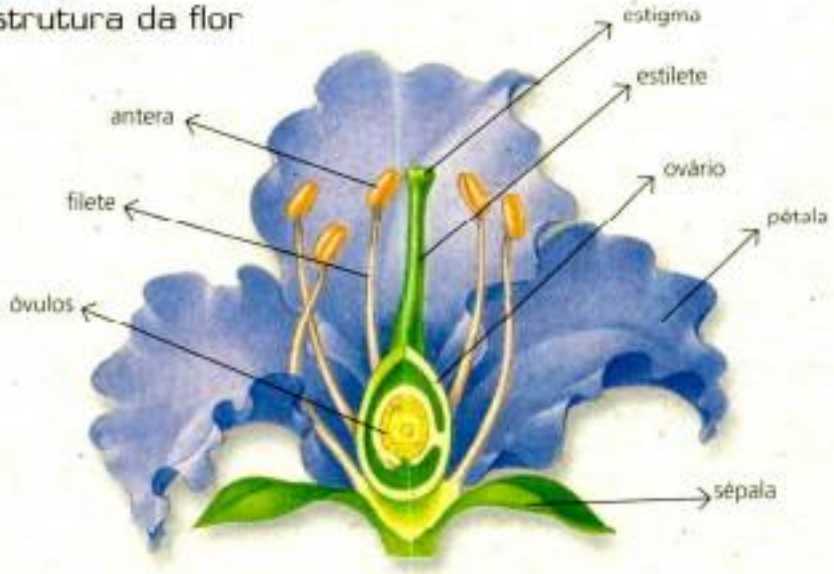
1. O ciclo reprodutivo das plantas com flores, os polinizadores e os dispersores

As plantas que possuem flores são denominadas angiospermas. *Angios*, em grego, significa "vaso, urna", e *sperma*, "semente". Portanto, as angiospermas possuem uma estrutura, o fruto ("vaso"), que guarda as sementes em seu interior. Esse fruto com sementes é originado do ovário das flores, que são estruturas altamente complexas, especializadas na reprodução sexuada (ou seja, aquela em que há encontro de gametas masculinos e femininos).

Os gametas masculinos das flores localizam-se no interior dos grãos de pólen, produzidos e armazenados dentro das anteras das flores (figura 2). Os gametas femininos, por sua vez, estão contidos nos óvulos, que estão acondicionados no ovário (figura 2). Para que os dois gametas possam se encontrar é necessário que o pólen seja transportado das anteras ao estigma (uma estrutura especializada em receber o pólen, figura 2). Esse transporte de pólen das anteras ao estigma pode ocorrer em uma mesma flor, entre flores de uma mesma planta ou entre flores de plantas diferentes, e em qualquer dos casos chama-se "polinização". É aqui que entram os animais: a maior parte das plantas precisa deles para transportar o pólen. Tanto invertebrados (abelhas, vespas, moscas, borboletas, mariposas) quanto vertebrados (aves, morcegos, marsupiais) podem servir como polinizadores (Faegri e Van der Pijl, 1980; Proctor et al., 1996). Algumas poucas plantas não dependem dos animais para a polinização, pois são polinizadas pelo vento, e algumas plantas aquáticas cujas flores ficam submersas, são polinizadas pela água.

Figura 2

Estrutura da flor



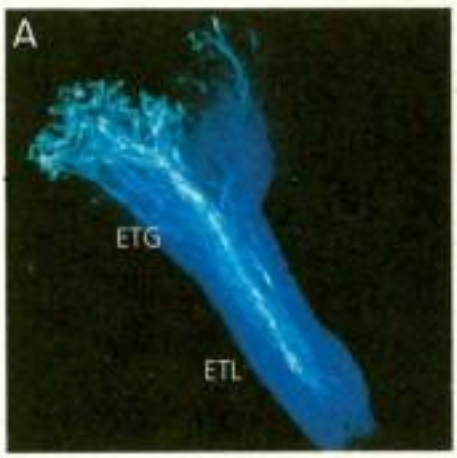
Modificado de <http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/lectures/04am/flower.jpg>

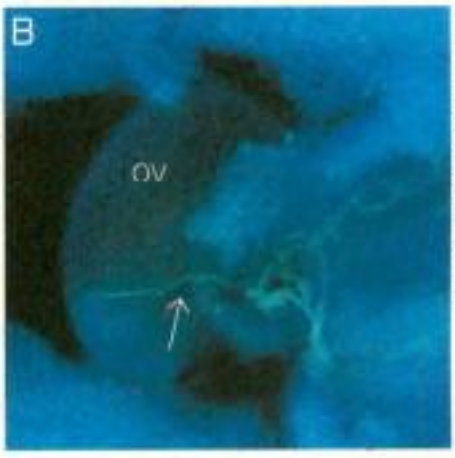
Após a polinização, o grão de pólen "germina" no estigma, emitindo um tubo, denominado "tubo polínico", que cresce em direção ao ovário (figura 3), levando em sua extremidade o gameta masculino. Ao entrar no ovário, o tubo deposita o gameta masculino próximo ao gameta feminino, o que propicia a fecundação, que dá origem a uma nova planta (embrião). Depois da formação do embrião, reações químicas mediadas por hormônios fazem com que o óvulo se transforme em semente. Ao mesmo tempo, e como resposta a mecanismos hormonais semelhantes, o ovário da flor também se modifica, produzindo, em muitas plantas, açúcares, vitaminas e coloração mais chamativa, transformando-se em fruto. Portanto, podemos dizer que o fruto é o ovário desenvolvido após a fecundação e a semente, o óvulo fecundado e desenvolvido que contém uma nova planta (o embrião) em seu interior.

Uma laranja, por exemplo, foi um dia um ovário com óvulos em seu interior, dentro da flor. Após a fecundação, o ovário, que era verde e pequeno, cresceu e tornou-se amarelo,

Figura 3

(A) Tubos polínicos (linhas azuis neon) no estigma (ETG) e no estilete (ETL) e (B) um tubo (seta) chegando ao óvulo (OV)





FOTOS: CIBELE CARDOSO DE CASTRO

perfumado, com uma substância doce e saborosa (o suco). Cada semente da laranja contém uma nova planta, que está com o desenvolvimento estagnado, aguardando uma oportunidade de sair e se desenvolver. Por essa razão, a semente necessita ser retirada do fruto e depositada em ambiente favorável para germinação. Mais uma vez os animais entram na história como agentes indispensáveis para as plantas: a maioria necessita deles (geralmente vertebrados, como aves e mamíferos) para fazer esse serviço de retirada da semente de dentro do fruto, transportá-la para longe da planta-mãe, para um lugar onde possam germinar, crescer e se reproduzir.

É importante ressaltar que os animais, tanto polinizadores quanto dispersores, realizam o serviço "sem querer". Eles não têm a intenção de transportar o pólen e as sementes. Na verdade, são atraídos pela cor e pelo perfume das flores e frutos, onde encontram alguma recompensa (geralmente alimento), ao que denominamos "recurso". Uma vez recompensados com a visita a essas flores e frutos, passam a repetir esse comportamento ao longo da vida, "acidentalmente" colaborando para a reprodução da planta.

Como os polinizadores e os dispersores são vitais, respectivamente, para o transporte de gametas e de sementes das plantas, estas possuem flores e frutos com características próprias para atraí-los e recompensá-los. Uma espécie polinizada por morcegos possui flores claras que abrem à noite, pois assim são mais facilmente localizadas na escuridão, quando esses animais estão em atividade. Além disso, essas flores possuem uma grande quantidade de néctar (já que o morcego é relativamente grande, quando comparado, por exemplo, a uma borboleta) e um odor acre, desagradável ao olfato humano, mas muito atraente para esses animais. E como os morcegos pousam nas flores para se alimentar, elas devem ser mais robustas, para agüentar o peso da visita.

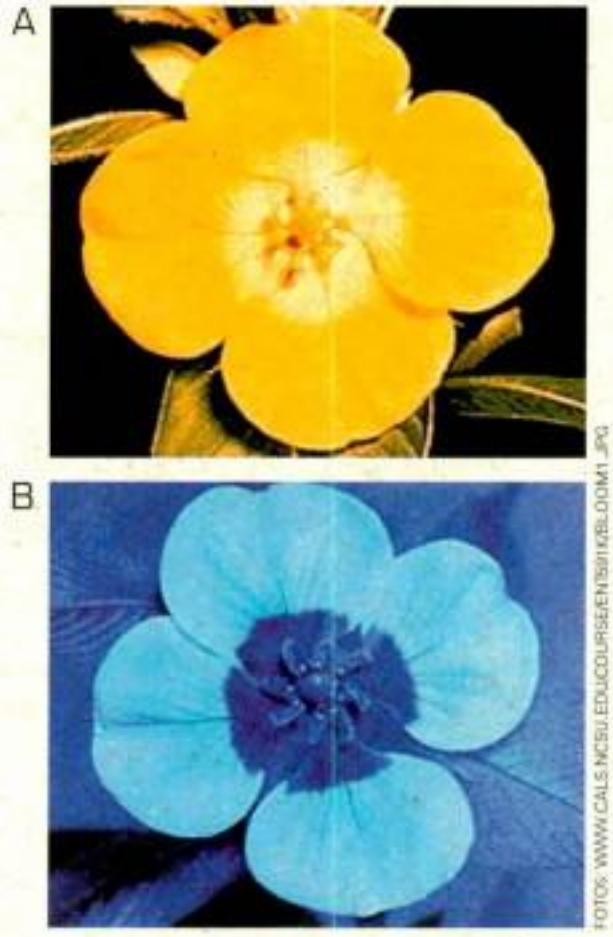
Uma planta polinizada por borboletas, por sua vez, é mais delicada, menor, e geralmente tem forma de tubo estreito, bem adaptado ao aparelho bucal das borboletas, constituído por uma espécie de canudo. São flores que abrem durante o dia e, geralmente, não possuem odor, uma vez que esses insetos são mais freqüentemente orientados pela visão que pelo olfato. Os frutos consumidos por aves em geral possuem polpa suculenta, sementes pequenas e cores atrativas uma vez que elas são orientadas principalmente pela visão. Muitas espécies precisam que os dispersores engulam a semente, pois esta só germina depois de passar pelo trato desses animais. Portanto, a observação cuidadosa da estrutura e do funcionamento de uma flor ou de um fruto permite identificar, respectivamente, o possível polinizador e o dispersor. Esse conjunto de características da flor e do fruto, que nos dá a dica de qual é o polinizador e o dispersor dessa planta, chama-se, respectivamente, "síndrome de polinização" e "síndrome de dispersão".

As principais características atrativas das flores e dos frutos são a cor, o odor e a forma com que são dispostos na planta. Alguns polinizadores, principalmente as abelhas, vêem as cores de uma forma diferente do ser humano, pois enxergam comprimentos de ondas que não percebemos, como os raios ultravioleta (figura 4). O efeito dos odores também é diferente sobre os polinizadores: morcegos e moscas, por exemplo, são atraídos por odores que para nós, humanos, é repugnante.

Dentre as recompensas que os polinizadores encontram nas flores há o pólen e o néctar (uma solução composta principalmente por água e açúcares, produzida por glândulas especializadas da flor), os mais comuns (figura 5, página 64), que podem servir de alimento tanto para o polinizador quanto para sua prole (figura 6, página 65). Muitas abelhas, por exemplo, coletam néctar e pólen para produzir mel, utilizado para

Figura 4

Flor vista pelo olho humano (A) e pela abelha (B)



alimentação dos adultos e das larvas. Existem também abelhas que coletam óleo das flores para utilizá-los na alimentação de suas larvas. Além de alimento, os polinizadores podem obter outros recursos das flores, como cera (que utilizam para construção de ninhos), local para botar ovos (como sucede com pequenas vespas que ovipõem dentro de figos, que são considerados um conjunto de flores) ou até mesmo local para encontro de parceiros sexuais (como ocorre com besouros, que utilizam as inflorescências das aráceas para esse fim). Quanto aos dispersores, o recurso que encontram nos frutos é quase sempre o alimento.

Figura 5

Vistas frontal (A), lateral em corte longitudinal (B) de nectário (setas vermelhas) e (C) pólen (grãos amarelos) nas anteras e caídos nas pétalas (setas brancas)

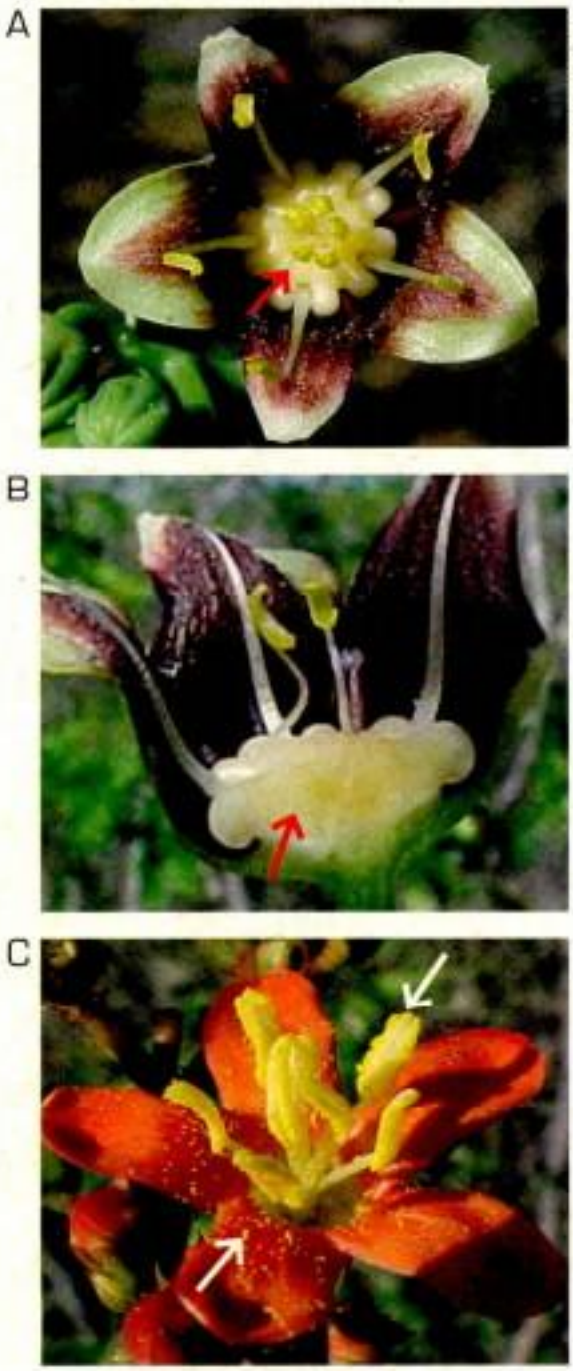


Figura 6

Visitantes florais

Note, em (B), o pólen acumulado nas patas traseiras da abelha (seta). Este pólen será levado para o ninho para suas larvas, e não serve mais para a polinização. Os grãos que ficam presos nos pêlos da abelha é que são transferidos acidentalmente para o estigma.

(A): HTTP://WWW.NRCS.USDA.GOV/NEWS/THISWEEK/IMAGES/HUMINGDB.JPG
(B): HTTP://WWW.MAINE.GOV/AGRICULTURE/PI/IMAGES/BEE.JPG

A forma da flor e os elementos sexuais (antera e estigma) são estrategicamente posicionados a fim de possibilitar que o polinizador entre em contato tanto com o pólen quanto com o estigma (figura 7, página 66). Quando o polinizador chega à flor para obter recurso, ele acidentalmente se suja com o pólen e, ao visitar uma outra flor, esse pólen acaba entrando em contato com o estigma. No caso da dispersão, as sementes estão envoltas ou entremeadas pela polpa que os dispersores procuram como alimento. Assim, esses animais são obrigados a engolir as sementes para se alimentar da polpa. Essas sementes são então transportadas dentro do corpo desses animais e posteriormente depositadas em outros lugares junto com suas fezes. Um aspecto interessante é que uma planta pode utilizar animais semelhantes ou diferentes como polinizadores de suas flores e dispersores de seus frutos. Por exemplo, ser polinizada por vespas e dispersa por morcegos, como as figueiras, ou polinizada por beija-flores e dispersa por outras aves, como algumas plantas da família do café.

Figura 7

Posicionamento dos elementos sexuais (círculos vermelhos) na entrada das flores

Quando o polinizador entra na flor para obter recurso, entra em contato com os elementos sexuais.

(A): HTTP://WWW.CAS.VANDERBILT.EDU/BIOIMAGES/BIOHIRES/PHINATOS2-FLMATURES-STAMEN10707.JPG
(B): HTTP://WWW.CAS.VANDERBILT.EDU/BIOIMAGES/BIOHIRES/CJHCASP8-FLNECTAR-GUIDE10915.JPG

1.1. Papel importante de polinizadores e dispersores: proporcionar flexibilidade evolutiva às espécies

Diferentemente dos animais, as plantas geralmente possuem os dois sexos na mesma flor (espécies hermafroditas, Bawa et al., 1985; Oliveira e Gibbs, 2000; Chazdon et al., 2003, Machado e Lopes, 2004; Matallana, 2005). Existem também plantas que possuem flores femininas separadas de flores masculinas em um mesmo indivíduo (ditas monóicas); e outras que produzem apenas flores de um sexo (dióicas), havendo então indivíduos masculinos (produzindo apenas flores masculinas) e femininos (produzindo apenas flores femininas), como o mamoeiro. A importância dos polinizadores para plantas monóicas e dióicas é muito clara: elas necessitam desses animais para que os gametas masculinos e femininos possam se encontrar. Pelo aspecto da praticidade, as plantas

hermafroditas levam vantagem sobre as monóicas e dióicas, pois não dependem de polinizadores para transportar o pólen de uma flor a outra e podem produzir descendentes com seus próprios gametas masculinos e femininos.

No entanto, não é uma vantagem muito grande, pois a maioria das espécies hermafroditas não produz descendentes quando o pólen se origina de suas próprias anteras. Assim, a chegada do pólen ao estigma não significa necessariamente que a fecundação irá ocorrer. A maior parte das plantas tem a capacidade de escolher com qual planta irão cruzar e geralmente elas preferem um grão de pólen produzido por outro indivíduo. Essa escolha é feita pela parte feminina da flor (principalmente o estigma e o estilete), que possui a habilidade de identificar em qual planta o pólen foi formado, permitindo ou não que ele germine. Esse mecanismo, denominado "sistema de incompatibilidade", constitui uma parte do que chamamos de "sistema reprodutivo" da planta (Richards, 1986).

As plantas são divididas basicamente em dois grupos quanto ao sistema reprodutivo: as autocompatíveis (que permitem que o pólen produzido em uma flor a fecunde por meio da autopolinização) e as auto-incompatíveis (nas quais a parte feminina não permite ser fecundada por pólen produzido por ela própria, nem por pólen produzido por outras flores da mesma planta). Quando as plantas autocompatíveis formam um descendente, este possui material genético muito parecido com o da planta que o formou, pois, tanto o pólen quanto o óvulo se originaram da mesma planta. No caso de um descendente formado de uma espécie auto-incompatível, 50% do material genético dessa nova plantinha provém da planta que forneceu o óvulo e 50%, da planta que forneceu o pólen. Conseqüentemente, os indivíduos das espécies auto-incompatíveis são mais variados geneticamente, ou

seja, mais diferentes entre si quando comparados àqueles de espécies autocompatíveis. Ora, se a maioria das espécies é hermafrodita e auto-incompatível, deve haver alguma vantagem nessa estratégia.

Vamos supor que em uma mata exista uma espécie de árvore auto-incompatível que não suporta muita insolação. Apesar de a intolerância ao sol direto ser comum a todos os indivíduos dessa espécie, sabemos que, por causa da variação genética causada pela polinização cruzada, há alguns indivíduos mais resistentes à insolação e outros menos resistentes. Se cair uma árvore no interior dessa mata, abrindo uma clareira, os indivíduos menos resistentes ao sol morrerão, mas os mais resistentes poderão sobreviver. Vamos imaginar agora que essa mesma espécie é também pouco resistente a determinado herbívoro: quando ele ataca, alimentando-se de suas folhas e brotos, muitos indivíduos definham e morrem. Seguindo o mesmo raciocínio utilizado no exemplo da insolação, pode-se dizer que existem indivíduos mais resistentes na população que sobrevivem a um possível ataque de herbívoros.

Podemos perceber que, ao longo do tempo e de acordo com os fenômenos que comumente ocorrem numa floresta, alguns indivíduos dessa população de plantas morrerão, mas outros sobreviverão, justamente por causa da variabilidade genética resultante da "mistura" de genes originada pela polinização cruzada, que proporciona uma gradação de respostas em relação a um mesmo estímulo.

Se a espécie for autocompatível, a resposta da maioria dos indivíduos a um estímulo é semelhante, pois eles são parecidos geneticamente. No exemplo da abertura da clareira, a maioria dos indivíduos morreria por insolação, e no caso dos herbívoros a maioria sucumbiria à praga. Portanto, a longo prazo, a espécie auto-incompatível tem mais chances

de sobreviver e se perpetuar na área que a autocompatível, pois possui o que chamamos de "maior flexibilidade evolutiva", ou seja, maior capacidade de responder às variações ambientais e continuar sobrevivendo naquela área. A espécie autocompatível, por possuir menor flexibilidade evolutiva, tem mais possibilidade de ser extinta.

Podemos dizer então que a auto-incompatibilidade é mais vantajosa que a autocompatibilidade. No entanto, ser autocompatível não significa que a espécie necessariamente terá baixa variabilidade genética, pois ela pode ser fecundada por um gameta masculino proveniente de pólen de outro indivíduo, transportado por polinizadores. Mais uma vez os animais entram como peças imprescindíveis para a vida das p lantas: os polinizadores são essenciais para realizar o que chamamos de "fluxo gênico" entre indivíduos e populações, ou seja, transportando o pólen de um lado a outro ele leva, indiretamente, os diferentes genes entre plantas, proporcionando maior variabilidade genética nas populações e conferindo, conseqüentemente, maior flexibilidade evolutiva a elas.

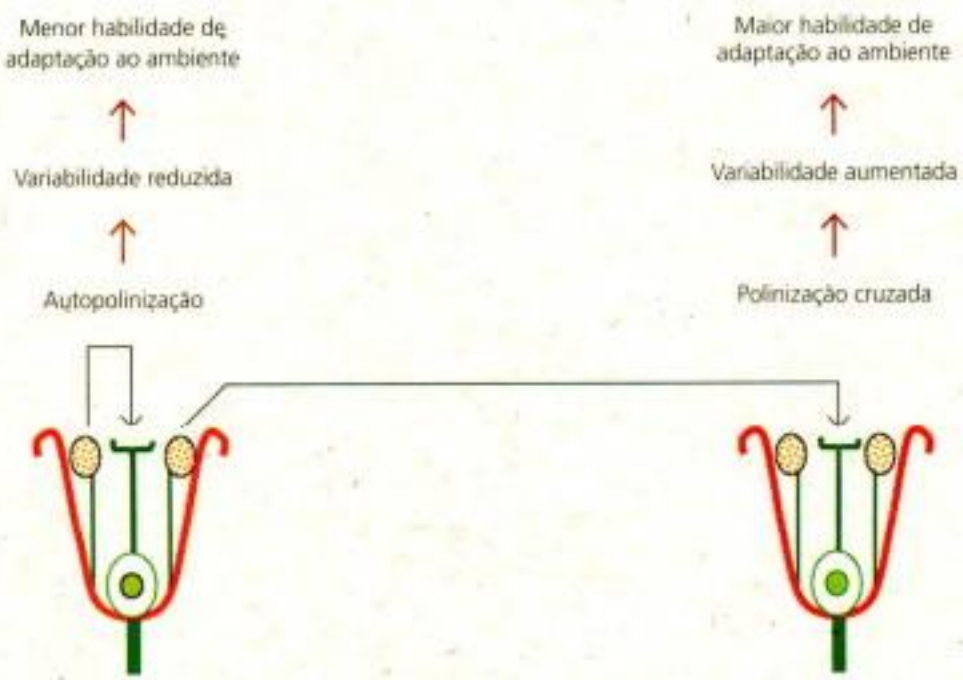
Assim podemos dizer que quanto maior a variação genética maior a habilidade da população em adaptar-se a modificações ambientais e, conseqüentemente, a sobreviver por mais tempo em determinada área (Koskela e Amaral, 2002; Namkoong et al., 2002). Isso está diretamente relacionado com a capacidade das áreas restauradas de serem sustentáveis (figura 8, página 70).

A produção de frutos e sementes é afetada tanto pela quantidade de grãos de pólen depositados sobre o estigma quanto pela sua qualidade, isto é, se são incompatíveis ou se são de indivíduos aparentados (Aizen e Feinsinger, 1994). Esses aspectos são determinados em grande parte pelo comportamento de visita dos polinizadores, como a distância percorrida

entre plantas e o número de flores visitadas de um mesmo indivíduo, que são, por sua vez, influenciados pelo padrão de distribuição espacial da espécie, número de flores abertas por dia e quantidade de recurso oferecida pelas flores.

Figura 8

Autopolinização e polinização cruzada



Representação esquemática da influência da autopolinização e da polinização cruzada na variabilidade genética de populações de plantas e as conseqüências para a habilidade de adaptação ao ambiente

Fonte: Cibele Cardoso de Castro

Visitantes florais com baixa capacidade de vôo, por exemplo, percorrem curtas distâncias e acabam visitando muitas flores de um mesmo indivíduo, podendo aumentar a taxa de autofecundação (Mustajarvi et al., 2001; Cascante et al., 2002; Fuchs et al., 2003) e conseqüentemente fazendo reduzir a variabilidade genética da população. Se as mudas forem plantadas muito distantes umas das outras, os polinizadores

não conseguirão voar entre elas e não conseguirão se alimentar adequadamente, podendo, parte deles, até morrer. Se uma área possui menos polinizadores, pode ter como resultado uma possível alteração dos padrões de cruzamento e do sucesso reprodutivo das plantas que esses polinizadores utilizam como recurso.

Algumas medidas podem ser tomadas para favorecer a ocupação e/ou a manutenção da área restaurada por polinizadores, como, por exemplo, a introdução de sítios artificiais de nidificação para abelhas, isto é, lugares (geralmente pedaços de madeira com buracos) onde as abelhas podem fazer seus ninhos (Handel, 1997). Outra estratégia importante é o plantio de espécies que tenham polinizadores semelhantes e que floresçam ao longo do ano (ou seja, quando a florada de uma espécie de planta termina, começa a de outra e assim sucessivamente), para garantir o oferecimento contínuo de recursos aos polinizadores, aumentando as chances de formação de sementes (Handel, 1997).

Além do papel de retirar a semente do fruto e "plantá-la" em local apropriado, os dispersores também participam do importante papel de proporcionar fluxo gênico entre populações de plantas, pois, trazem, de outras áreas, sementes que possuem material genético diferente. Quando essas sementes germinarem, darão origem a plantas com genótipo distinto daquelas que lá vivem. Estudos em comunidades vegetais têm mostrado que a introdução de poleiros artificiais (ou seja, locais onde as aves podem pousar) pode aumentar o número de novas plantinhas, aumentando o que chamamos da capacidade de "regeneração natural" da área restaurada (McClanahan e Wolfe, 1993; Zanini e Ganade, 2005). Isso ocorre porque as aves necessitam de locais para se alimentar e descansar, quando também defecam, deixando cair sementes no chão, que germinam e originam uma nova planta.

2. Conclusões

Após essa exposição, fica explícita a importância da fauna na determinação do sucesso ou insucesso de projetos de restauração, e, portanto, de que iniciativas que possibilitem a colonização e a manutenção da fauna em áreas degradadas sejam consideradas já na elaboração do projeto de restauração. No entanto, mesmo que esses aspectos sejam considerados, estudos apontam que o sucesso de projetos de restauração depende também da implantação de corredores de vegetação, ou seja, área de florestas, na forma de corredores, que conectem as áreas em restauração a outros remanescentes florestais. Estudos indicam que esses corredores facilitam o deslocamento de polinizadores e dispersores entre áreas florestais e assim aumentam o fluxo gênico entre populações de animais e plantas (Simberloff e Cox, 1987; Liendenmayer e Nix, 1993; Tiebout III e Anderson, 1996; Puth e Wilson, 2001).

Referências bibliográficas

AIZEN, M. A. e FEINSINGER, P. "Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina". *Ecology*, nº 75, 1994, pp. 330-351.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R. e BEACH, J. H. "Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms". *American Journal of Botany*, nº 72, 1985, pp. 331-345.

CASCANTE, A.; QUESADA, M.; LOBO, J. e FUCHS, E. A. "Effects of dry forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*". *Conservation Biology*, nº 16, 2002, pp. 137-147.

CHAZDON, R. L.; CARFAGA, S.; WEBB, C. e VARGAS, O. "Community and phylogenetic structure of reproductive traits of woody species in wet tropical forests". *Ecological Monographs*, nº 73, 2003, pp. 331-348

COSTIN, J.; MORGAN, J. W. e YOUNG, A. "Reproductive success does not decline in fragmented populations of *Leucochrysum albicans* subsp. *albicans* var. *tricolor* (Asteraceae)". *Biological Conservation*, nº 98, 2001, pp. 273-284

DUNCAN, R. S. e CHAPMAN, C. A. "Limitations of animal seed dispersal for enhancing forest succession on degraded lands", in: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R. e GALETTI, M. *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation*. Wallingford, CABI Publishing, 2002, pp. 437-450.

FAEGRI, K. e VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*. 3ª ed. Nova York, Pergamon Press, 1980.

FUCHS, E. J.; LOBO, J. A. e QUESADA, M. "Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns on the tropical dry forest teree, Pachira quinata (Bombacaceae)". *Conservation Biology*, nº 17, 2003, pp. 149-157.

GUARIGUATA, M. R. e OSTERTAG, R. "Sucesión secundaria", in: GUARIGUATA, M. R. e KATTAN, G. H. (comps.). *Ecología e conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Ediciones LUR, 2002, pp 591-623.

HANDEL, S. N. "The role of plant-animal mutualisms in the design and restoration of natural communities", in: URBANSKA, K. M.; WEBB, N. R. e EDWARDS, P. J. (eds.). *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

KOSKELA, J. e AMARAL, Wan. "Conservation of tropical forest genetic resources: IPGRI's efforts and experiences". SE-Asian Moving Workshop on Conservation, Management and Utilization of Forest Genetics Resources. Tailândia, 2002.

LAMONT, B. B.; KLINKAMER, P.G. e WITKOWSKI, E. T. "Population fragmentation may reduce fertility to zero in Banksia goodii: A demonstration of the Alee effect". *Oecologia*, nº 94, 1993, pp. 446-450.

LIENDENMAYER, D. B. e NIX, H. "Ecological principles for the design of wildlife corridors". *Conservation Biology*, nº 7, 1993, pp. 627-631.

MACHADO, I. C. e LOPES, A. V. "Floral traits and pollination systems in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest". *Annals of Botany*, nº 94, 2004, pp. 365-376.

MATALLANA, C.; WENDT, T.; ARAUJO, D. S. D. e SCARANO, F. R. "High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation". *American Journal of Botany*, nº 92, 2005, pp. 1.513-1.519.

McCLANAHAN, T. R. e WOLFE, Q. W. "Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches". *Conservation Biology*, nº 7, 1993, pp. 279-288.

MECH, S. G. e HALLETT, J. G. "Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach". *Conservation Biology*, nº 15, 2001, pp. 467-474.

MUSTAJARVI, K.; SIIKAMÄKI, P.; RYTKÖNEN, S. e LAMMI, A. "Consequences of plant population size and density for plant-pollination interactions and plant performance". *Journal of Ecology*, nº 89, 2001, pp. 80-87.

NAMKOONG, G.; BOYLE, T.; EL-KASSABY, A.; ERIKSSON, G.; GREGORIUS, H. R.; JOLY, H.; KREMER, A.; SAVOLAINEN, O.; WICKNESWARI, R.; YOUNG, A.; ZEH-NLO, M. e PRABHU, R. "Criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: conservation of genetic diversity". Position Paper FAO Roma, Itália, 2002, no prelo.

OLIVEIRA, P. E. e GIBBS, P. E. "Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community of Central Brazil". *Flora*, nº 195, 2000, pp. 311-329.

PROCTOR, M.; YEO, P. e LACK, A. 1996. *The natural history of pollination*. Londres, Harper Collins Publishers, 2003.

PUTH, L. M. e WILSON, K. "Boundaries and corridors a continuum of ecological flow control: lessons from rivers and streams". *Conservation Biology*, nº 15, 2001, pp. 21-30.

QUESADA, M.; STONER, K. E.; LOBO, J. A.; HERRERÍAS-DIEGO, Y.; PALACIOS-GUEVARA, C.; MURGUÍA-ROSAS, A.; SALAZAR, C. A. O. e ROSAS-GUERRERO, V. "Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated Bombacaceous trees". *Biotropica*, nº 36, 2004, pp. 131-138.

RICHARDS, A. J. *Plant breeding systems*. Londres, Allen and Unwin, 1986.

SIMBERLOFF, D. e COX, J. "Consequences and costs of conservation corridors". *Conservation Biology*, nº 1; 1987, pp. 63-71.

STEFFAN-DEWENTER, I. e TSCHARNTKE, T. "Effects of habitat isolation on pollination communities". *Oecologia*, nº 121, 1999, pp. 432-440.

TIEBOUT III, H. M. e ANDERSON, R. A. "A comparison of corridors and intrinsic connectivity of promote dispersal in transient successional landscapes". *Conservation Biology*, nº 11, 1996, pp. 620-627.

VAN DER PIJL, L. *The principles of dispersal in higher plants*. Nova York, Spring-Verlag, 1982.

ZANINI, L. e GANADE, Z. "Restoration of Araucaria forest: The role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility". *Restoration Ecology*, nº 13, 2005, pp. 507-514.

3

3 Café com Floresta
Criando suficiência alimentar e biodiversidade ecológica

Jefferson Ferreira Lima, Haroldo Gomes Borges, Laury Cullen Jr., Antonio Vicente Moscogliato, Nivaldo Ribeiro Campos, Tiago Pavan Beltrame

Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ

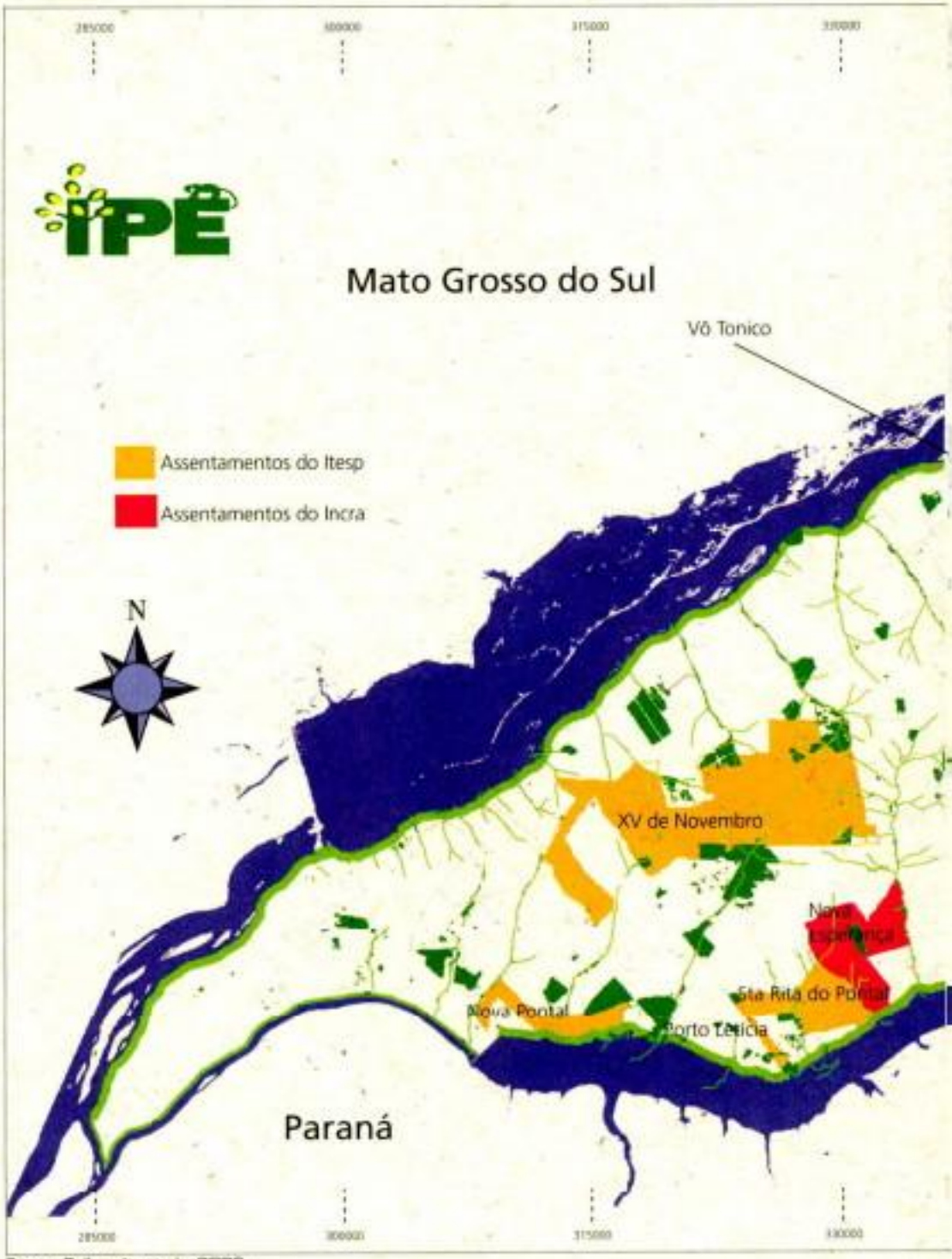
1. Introdução

O Pontal do Paranapanema, considerada a segunda região mais pobre do Estado de São Paulo, tem sua economia baseada principalmente na exploração agropecuária e no cultivo de cana-de-açúcar. No final da década de 1980, com a chegada do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST), a região tornou-se cenário de grande conflito de luta pela terra, resultando, atualmente, em 112 assentamentos rurais de aproximadamente 6.000 pequenos produtores que sobrevivem da agricultura familiar (figura 1, página 78).

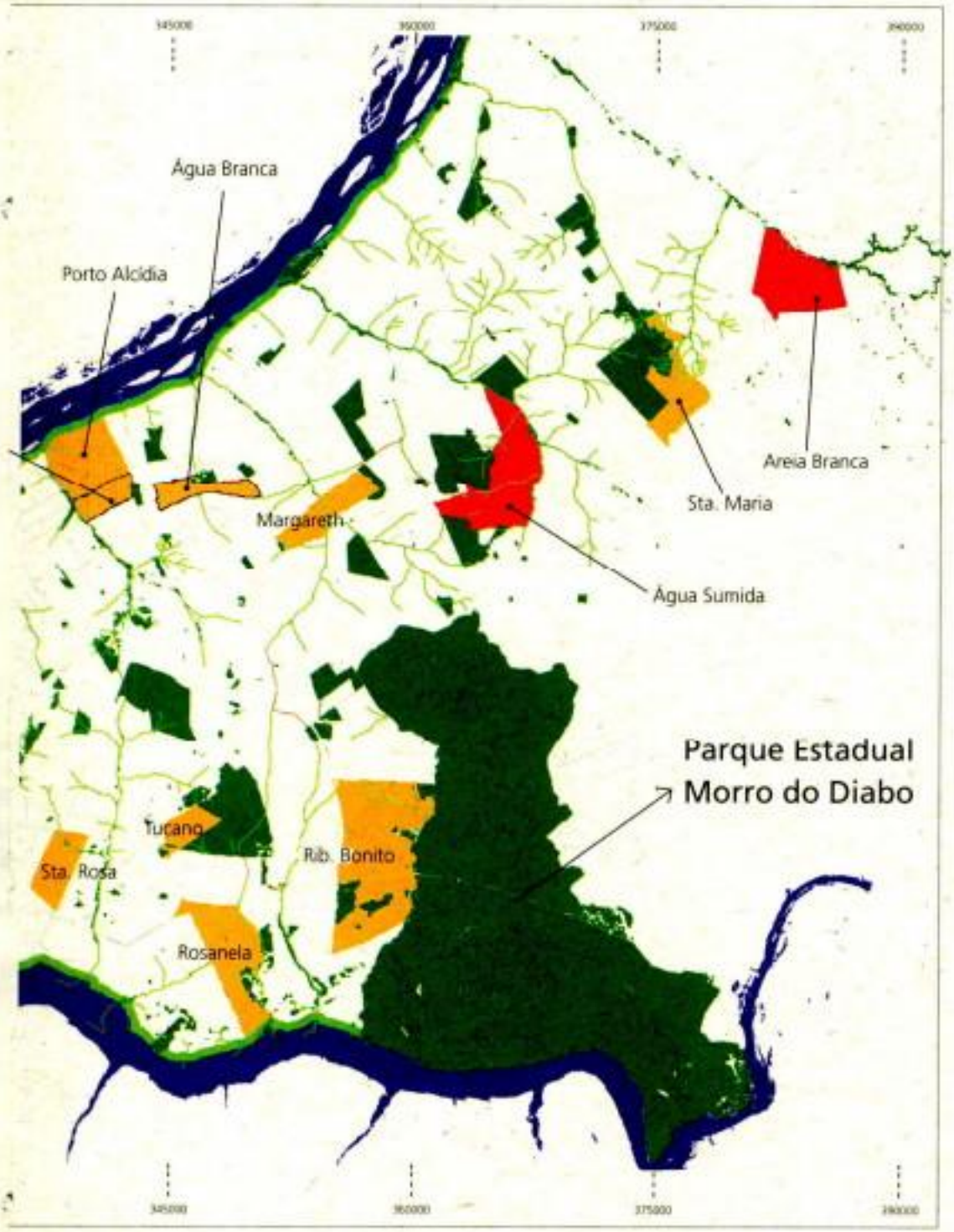
A grande maioria dos assentamentos de reforma agrária tem sua matriz tecnológica de produção embasada no sistema imposto pela convencionalidade da "Revolução Verde",

Figura 1

Mapa da região do Pontal do Paranapanema



Fonte: Cullen Jr. et al., 2003.


345000
360000
375000
390000
Água Branca
Porto Alcídia
Areia Branca
Sta. Maria
Margareth
Água Sumida
Parque Estadual
Morro do Diabo
Tucano
Sta. Rosa
Rib. Bonito
Rosanela
345000
360000
375000
390000

que exige grandes *inputs* de insumos externos, principalmente no tocante a agroquímicos e sementes melhoradas, criando assim uma dependência cada vez maior de um modelo agrícola pouco sustentável para a pequena agricultura familiar (Caporal e Costabeber, 2004).

O modelo proposto pela Revolução Verde, iniciada no pós-guerra, prometia e cumpriu a criação de tecnologias que proporcionavam o aumento da produtividade agrícola, com uso de adubos químicos, seguido pela inserção dos pesticidas de amplo controle e fazendo o uso de sementes melhoradas, muitas delas híbridas, ou seja, com baixa ou nenhuma capacidade de reprodução (Silva e Fay, 2004). Essa evolução na produção agrícola resultou em grande ônus não só ambiental como para a agricultura familiar, pois as novas tecnologias de substituição, amplamente difundidas, implicaram grande perda do conhecimento tradicional dos camponeses, cuja independência produtiva, que mantinham por meio do manejo racional dos bens da natureza, vem sendo dizimada por esse processo (Caporal e Costabeber, 2004).

Esse modelo, muito disseminado no meio agrícola, levou os pequenos produtores a se tornarem cada vez mais dependentes da política de crédito agrícola, cujas orientações da assistência técnica empunhavam o "pacote agrícola" como base de aquisição de adubos químicos, de inseticidas (muitos deles de forte impacto ambiental e na saúde do produtor) e de sementes. Estas, atualmente, evoluindo para sementes transgênicas, criando no produtor a dependência de um novo pacote, o tecnológico.

A perda de conhecimento do camponês influenciou não somente a produção agrícola, mas também a cultura familiar ancestral, principalmente no que se refere à medicina alternativa e à diversidade alimentar, que eram repassadas de geração a geração. A cultura de suficiência alimentar, que era produzida pelo próprio agricultor no lote, existente em um

passado não tão distante, aculturada ainda pelos pais ou avós. Atualmente é substituída pela diversidade do supermercado e dinamizada pela moderna mídia, o que resulta em uma enxurrada de propagandas para o consumo de produtos processados. Apesar da facilidade na informação sobre os produtos processados, o acesso a eles é relativamente restrito, pois a baixa geração de renda da propriedade limita a aquisição a poucos gêneros alimentícios, desencadeando uma alimentação desbalanceada, com base numa dieta de açúcares e carboidratos com pouca variedade de fibras e proteínas.

Por causa do processo de ocupação sem critérios, a exuberante Mata Atlântica que antes predominava na região sofreu drástica redução de sua cobertura florestal, restando apenas 1,85% da cobertura original. A maior parte do que resta é o Parque Estadual Morro do Diabo (37.000 hectares) e alguns fragmentos em propriedades privadas e assentamentos (Dean, 1995). Ainda como conseqüência do modo de ocupação da reserva do Pontal houve grande concentração de terras devolutas em poder de poucos fazendeiros – 8% dos proprietários rurais detêm a posse de 75% dos 260.000 hectares da grande reserva do Pontal (Cati, 1996).

As grandes extensões de pastagem impedem a conectividade entre esses fragmentos florestais remanescentes, levando ao isolamento muitas espécies, entre elas o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) um dos primatas mais ameaçados de extinção do planeta (Valladares-Pádua e Cullen, 1995).

Caso o modelo de exploração convencional adotado pelos produtores da região se perpetue sem preocupações ambientais, poderá pôr em risco o que resta das florestas do Pontal, bem como levar ao esgotamento dos recursos naturais disponíveis por causa do uso predatório e indiscriminado dos atuais sistemas agrícolas.

2. Materiais e métodos

Com vistas em criar um mosaico de paisagem mais conectado e proporcionar maior estabilidade na produção da agricultura familiar, o projeto Café com Floresta procura criar bosques agroflorestais, ou ilhas de biodiversidade, baseados em conceitos agroecológicos, para as famílias assentadas de reforma agrária. Os bosques formados possuem aproximadamente 1 hectare, sendo implantados com diversas espécies arbóreas nativas e algumas exóticas (figura 2) consorciadas à cultura do café (*Coffea arabica L.*) e às culturas anuais nas entrelinhas (Lima et al., 2003).

Figura 2
Ilha de biodiversidade com os componentes café e floresta

FOTOS: JEFFERSON LIMA

Tabela 1

Lista de algumas das espécies utilizadas nos bosques

A = Alimentação/forragem animal	FA = Uso faunístico	ME = Medicinal
AP = Apicultura	FI = Fibra	OL = Óleo
AS = Árvore de sombra/consórcio	FS = Fertilidade do solo	OR = Ornamental
AV = Adubação verde	GO = Goma	PO = Madeira (polpa)
CP = Controle de pragas	HU = Consumo humano	QV = Quebra-vento
CS = Conservação do solo	LE = Lenha	TO = Madeira/tora
CV = Cerca viva	MD = Madeira/construção	

Espécies permanentes frutíferas	Principal função agroflorestal
Acerola (*Malpiguia glabra*)	HU, FA, QV
Amora (*Morus sp*)	HU, FA
Araçá (*Psidium araça*)	HU, FA, MD, LE
Caju (*Anacardium occidentale*)	HU, QV, OL, LE, AS, FA
Carambola (*Averrhoa carambola*)	HU, QV, OR
Figueira (*Ficus enormis*)	HU, FA, AS, MD
Goiaba (*Psidium guajava*)	HU, FA, MD, LE
Ingá-de-brejo (*Inga uruguensis*)	AP, MD, A, LE, AS, TO, QV, FA
Ingá-liso (*Inga lacuna*)	AP, MD, A, LE, AS, TO, QV, FA
Jaca (*Artocarpus heterophylus*)	HU, A, MD, LE, QV, FA
Jambolão (*Eugenia spp*)	HU, FA, OR, QV
Jaracatiá (*Jaracatia spinosa*)	HU, FA, QV, OR
Jatobá (*Hymenaea coubaril*)	MD, HU, FA, OR
Jenipapo (*Genipa americana*)	HU, FA
Mamão (*Carica papaya*)	HU, A, MD
Mutambo (*Guazuma ulmifolia*)	HU, FA, FI, A, MD
Pinha (*Rollinia mucosa*)	HU, FA
Tamarindo (*Tamarindus sp*)	HU, A, CS, FS, FA, LE, TO, QV
Uvaia (*Eugenia piriformis*)	HU, FA, QV

Espécies permanentes	Principal função agroflorestal
Acácia (Acacia mangium)	LE, PO, QV, CS, TO
Albizia (Albizia lebeck)	LE, OR, A, AP, AV, CS, FA, FS
Aleluia (Holocalyx balansae)	MD, FA, OR
Angico-branco (Anadenanthera colubrina)	MD, CS, LE, TO, FS, ME
Angico-do-cerrado (A. macrocarpa)	MD, CS, LE, TO, FS, ME
Cabreúva (Myroxylun peruiferum)	MD
Café-de-bugre (Cordia ecalyculata)	MD, OR, AS, FS, FA.
Canafístula (Cassia ferruginea)	A, MD, LE, QV, CS, AV, OR, ME
Cedro (Cedrella fissilis)	MD, AP, LE
Coração-de-negro (Poecilanthe parviflora)	MD, OR
Farinha-seca (Albizia hasslerii)	LE, AS, A, AV, MD, OR,
Gliricídia (Gliricidia sepium)	A, AP, MD, LE, AV, CP, CS, AS, CV
Guapuruvu (Schizolobium parahyba)	OR, FA, AP
Gurucaia (Peltophorum dubium)	MD, AS, OR, FA
Ipê-amarelo (Tabebuia ochracea)	MD, OR, FA, AP
Ipê-roxo (Tabebuia heptaphylla)	MD, OR, FA, AP
Ipê-tabaco (Zeyheria tuberculosa)	MD, OR
Jacarandá-mimoso (J. cuspidifolia)	OR, FA, MD
Louro-pardo (Cordia trichotoma)	MD, OR, AS, FS
Óleo-de-copaíba (Copaifera langsdorffii)	ME, OR,
Pau-marfim (Balfourodendron riedelianum)	MD, LE, OR
Pau-jacaré (Piptadenia gonoacantha)	MD, LE, ME, AP
Paineira (Chorisia speciosa)	OR, FA, FI
Pau-de-turano (Vochysia tucanorum)	OR, FA, MD
Sobrasil (Colubrina glandulosa)	MD, OR
Sombreiro (Clitoria fairchildiana)	OR, MD
Sucupira (Pterodon emarginatus)	MD, LE, OR
Tamboril (Enterolobium contortisiquum)	MD, OR, AS

Fonte: Cullen Jr. e Lima, 2001.

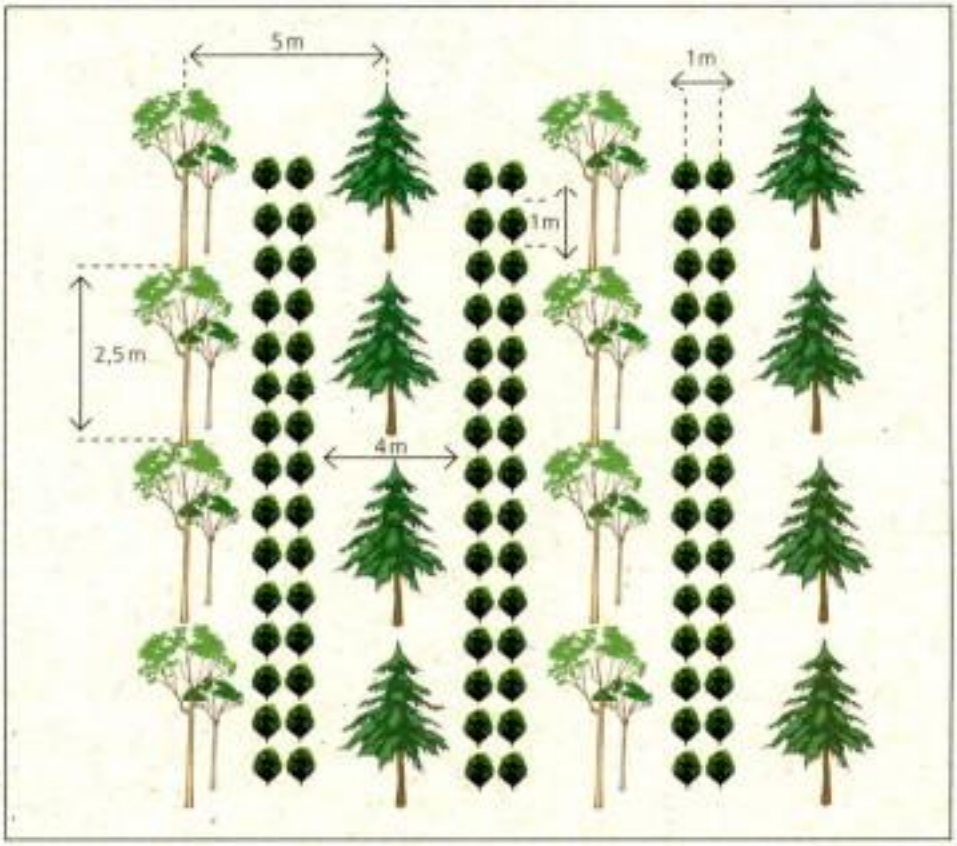
As ilhas de diversidade de café têm o propósito de servir como unidades demonstrativas para aplicação de técnicas e processos agroecológicos, auxiliando na transição para uma agricultura mais sustentável. A agroecologia em sistemas agroflorestais proporciona grande relação de aprendizagem para com o produtor rural, produzindo vivência de experimentações e observações, considerando seus limites e dinamizando seus potenciais. Essa forma de "olhar" gera inúmeras possibilidades no trabalho com a terra, pois não está presa a receitas, que muitas vezes são inadequadas à sua realidade de exploração agropecuária. No projeto Café com Floresta, o produtor visualiza inicialmente o café como cultura de foco principal, tornando-se posteriormente apenas um elemento diante de todo os conceitos gerados na linha da produção diversificada, pois no ano agrícola são inúmeras as produções retiradas de uma pequena parte da propriedade (Lima et al., 2004).

Num processo mais dinâmico de produção ocorre grande diversidade de cultivos nas entrelinhas (figura 3, página 86), possibilitando à família rural a plantação de alimentos para autoconsumo, com maior variedade de gêneros de excelente qualidade. A produção das entrelinhas poderá ainda ser comercializada *in natura*, otimizando assim a renda da propriedade.

Nesse agroecossistema de produção a proposta é a grande diversidade de árvores nativas da região, visando criar assim um *habitat* de impressionante biodiversidade. Além disso os cafezais acrescidos de sombra são importantes *habitats* de pássaros (Aguilar-Ortiz, 1982; Greenberg et al., 1997). Adicionalmente, cafezais com essa configuração podem ser considerados como corredores biológicos para fauna e flora, desde que sejam parte das escassas áreas vegetadas dentro de zonas fragmentadas (Moguel e Toledo, 1999).

Figura 3

Desenho implementado



O desenho sugerido tem um *stand* de 800 árvores e 4.000 pés de café por hectare, com variação de 15 a 25 espécies de árvores nativas e exóticas. Nas entrelinhas do café e das árvores são realizados diversos tipos de cultivos anuais, como milho, mandioca, abóbora, feijão etc.

Macdiken e Vergara (1990) relacionaram os seguintes atributos positivos da agrofloresta quando comparados essencialmente com os monocultivos:

- Melhoria do ciclo de nutrientes.
- Aumento de fertilidade, porosidade de solo e componente de matéria orgânica.
- Aumento de volume explorado do solo.

- Economia de fertilizantes.
- Proteção contra o impacto das chuvas.
- Controle da erosão do solo.
- Quebra-vento.
- Barreira contra pragas.
- Aumento da biodiversidade e da sustentabilidade dos ecossistemas de produção.
- Controle de pragas.
- Aumento da diversidade e da sustentabilidade dos sistemas de produção.

Considerando as contribuições citadas anteriormente, a produção de sistemas agroflorestais (SAFs) como o Café com Floresta possibilita uma dinâmica de reformulação da paisagem, promovendo o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que seja, por um lado, ambientalmente adequada e, por outro, altamente produtiva e economicamente viável. Dessa maneira é possível estabelecer condições para o desenvolvimento de novos paradigmas na agricultura familiar, em parte porque praticamente elimina a distinção entre a geração de conhecimento e sua aplicação, valorizando o conhecimento local empírico dos agricultores, compartilhando esse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum de sustentabilidade (Gliessman, 2002). Considerando os pontos levantados por Macdiken e Vergara (1990), podemos ainda apresentar outros benefícios diretos gerados pelos sistemas agroflorestais de café sombreado como está sendo formulado no projeto Café com Floresta:

- Redução do *stress* ambiental.
- Exploração de culturas anuais nas entrelinhas.

- Produção de frutíferas.
- Produção de madeiras.
- Criação de abelhas *Meniponineas* e *Apis mellifera*.
- Estabelecimento de trampolins ecológicos na paisagem.
- Disponibilidade de alimentos para o consumo familiar por um período maior durante o ano.
- Autonomia com relação à produção de adubos necessários para a parcela produtiva.
- Valorização do saber e conhecimento local.

O projeto Café com Floresta foi iniciado em 2002 com uma tecnologia nova e pouco conhecida, que encontrou muita resistência pelos produtores. Mesmo assim, pudemos observar grandes resultados, considerando o pequeno período de implantação do projeto, principalmente no que se refere aos hábitos das famílias assentadas. Uma das mais expressivas alterações de conduta dos pequenos produtores, no seu cotidiano, está relacionada com a produção de alimentos no próprio lote destinado ao consumo familiar, com grande variedade ao longo de todo o ano agrícola.

No projeto Café com Floresta, por causa das atividades agroecológicas, em que se busca um desenho produtivo, integrado e diversificado, os assentados são levados a produzir grande quantidade de gêneros alimentícios, diminuindo assim circunstancialmente os gastos com alimentos que seriam comprados em supermercados.

Na tabela ao lado, podemos observar alguns dados relativos aos produtos cultivados no ano agrícola de 2003-2004 por dois produtores participantes do projeto.

Tabela 2

Produção e culturas anuais nas entrelinhas das ilhas de diversidade

José Santiago			Pedro Schimtz		
Produto	Quantidade	Valor (R$)	Produto	Quantidade	Valor (R$)
Milho	1.200 kg	300,00 **	Milho	1.200 kg	300,00 **
Feijão	660 kg	462,00 *	Feijão Guandu	30 kg	20,00*
Banana	1.200 kg	260,00 *	Pimentão	20 kg	20,00*
Maxixe	100 kg	30,00 *	Maxixe	300 kg	90,00*
Quiabo	50 kg	50,00 *	Quiabo	120 kg	60,00* 20,00**
Melancia	550 kg	165,00 *	Alface	800 pés	200,00* 200,00**
Abóbora	300 kg	90,00 *	Amendoim	300 kg	300,00**
Tomatinho	3 kg	4,50 *	Pimenta	8 kg	32,00*
Mamão	200 kg	60,00 *	Mandioca	3.700 kg	300,00*
Mandioca***			Vagem	480 kg	720,00*
TOTAL		1.421,50	TOTAL		2.262,00

* Valor estimado se vendida toda a produção.
** Valor realmente conseguido na venda.
*** Não soube informar a quantidade.

Fonte: Lima et al., 2004a.

A interação constante entre homem e natureza resulta num conhecimento que reflete um equilíbrio duradouro e em constante evolução. Esse fato estabelece a geração do saber por meio do processo experimental, que podemos chamar de "ação *x* reação", em que, com o uso das técnicas de

base, observa-se os inúmeros fatores ambientais inter-relacionados, como época de plantio, chuvas, ventos, temperatura e exigência nutricional. Cria-se, a partir daí, grande riqueza de práticas facilmente adaptadas a cada localidade, com suas devidas particularidades (figura 4).

Figura 4

Agricultores em bosques agroflorestais

FOTOS JEFFERSON LIMA

Os assentamentos trabalhados se localizam entre o Parque Estadual Morro do Diabo e importantes fragmentos da região, surgindo assim a possibilidade de trabalhar de acordo com a perspectiva agroflorestal, como na criação de bosques de café sombreado, que servirão como "trampolins ecológicos" (do inglês *stepping stones* no sentido proposto por R. T. T. Forman, 1995), que são pequenas ilhas florestadas. Essas "ilhas" aumentam a heterogeneidade da paisagem, estimulando movimentos saltitantes de dispersão para muitas espécies da fauna e da flora local. Esses movimentos

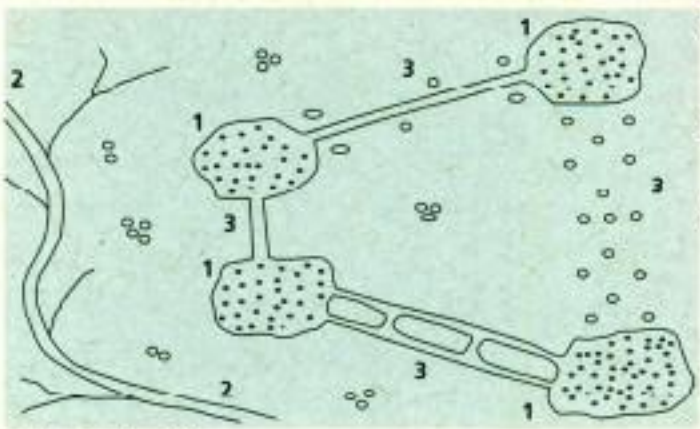
promovem a recolonização de fragmentos recipientes (fragmentos com qualidade mínima para receber a fauna e a flora) pelo mosaico fragmentado, além de aumentar o fluxo gênico e a diversidade genética das espécies.

Esse fluxo contínuo leva a um aumento da adaptabilidade e da densidade de espécies, principalmente daquelas mais suscetíveis aos efeitos da fragmentação, e, como conseqüência, melhoria da diversidade e integridade biológica no ecossistema (figura 5).

Figura 5

Prioridades ecológicas indispensáveis à restauração de paisagens fragmentadas

ARQUIVO IPÊ



(1) Fragmentos florestais remanescentes.
(2) Principais rios e cursos de água como corredores.
(3) Conectividade com corredores ou *stepping stones*, ou ilhas de agrobiodiversidade, entre os fragmentos florestais.

Fonte: Forman, 1995.

3. Agroecologia e sustentabilidade

Uma das principais bases da agroecologia é o conceito de ecossistema, o qual se define como sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e seu ambiente, delimitados por bordas escolhidas arbitrariamente, que no espaço e tempo parece manter um equilíbrio estável e dinâmico (Odum, 1996; Gliessman, 2002). Esse equilíbrio pode ser considerado como sustentável em um sentido definitivo. Um ecossistema bem desenvolvido, maduro e natural é relativamente estável e auto-sustentável, recupera-se das perturbações, adapta-se às mudanças e mantém a produtividade somente com as entradas energéticas da radiação solar. Quando estendemos o conceito do ecossistema da agricultura e consideramos os sistemas agrícolas como agrossistemas, temos a base, para pensar mais adiante, de um enfoque principal sobre as saídas tradicionais e facilmente medidas (rendimentos e ganhos econômicos), dessa forma, podemos examinar o conjunto das interações biológicas, físicas, químicas, ecológicas e culturais complexas que determinam os processos que nos permitem alcançar a sustentabilidade dos rendimentos (Gliessman, 2002).

> *Só de pensar que você não vai precisar ir para fora comprar já é muito bom, você traz para a mesa o fruto do seu trabalho. A gente não fazia isso antes. O que a gente vai buscar lá é o que é produzido na terra, porque se a gente está na terra tem como produzir. Se você sentar na minha mesa pra almoçar comigo, é tudo daqui da minha terra.*
>
> Terezinha dos Santos Oliveira

O abandono defitivo da prática da queima do que antes era considerado "lixo", isto é, a queima das folhas das árvores

que caíam nos quintais foi abandonada por definitivo. A queima constante desse material ocorria porque, para a dona de casa, o quintal limpo e sem folhas era sinal de higiene, de pessoa trabalhadora. Seguindo uma visão agroecológica, atualmente, não se queima nada que possa virar adubo para a agricultura, como as folhas e os restos vegetais diversos que servem para a produção de composteiras, e o minhocário que serve para a produção de húmus (figura 6).

Figura 6

A tecnologia da composteira e a produção de adubo orgânico (húmus) associada ao projeto

FOTOS: JEFFERSON LIMA

> *Aquela bagaceira, aquele mato que ficava aqui, eu pensava que os outros iam achar que eu era preguiçosa, daí os meninos carpiam, outra hora chapeavam. E a hora que eu juntava a bagaceira do milho, eu colocava fogo, pra ver tudo limpinho... e eu não sabia que eu estava tão errada. E hoje em dia eu aprendi a viver, não faço mais isso, não. Jamais vou fazer isso.*
>
> Amélia de Oliveira Sales

Habitualmente os produtores assentados mantêm a roça limpa de ervas daninhas, utilizando para isso sucessivas capinas e a utilização de implemento animal (chapa, ou bico) para fazer o cultivo. Essa prática, porém, desagrega o solo, aumenta a perda de água e, na maioria das vezes, causa significativo *stress* ao cultivo, pois as raízes são cortadas superficialmente. Com as práticas agroecológicas de manejo das ervas daninhas, ocorre a quase total eliminação das capinas ou cultivo animal, somente ocorrendo em casos específicos, adotando de modo geral o manejo de roçada. Essa foi umas das práticas que encontrou maior resistência por parte dos produtores, pois roça com "mato" caracterizava o produtor como preguiçoso ou mesmo descuidado. Com a cobertura vegetal morta sob o solo, em grande parte formada pela folhas das árvores, impede-se a radiação solar, impossibilitando a germinação das ervas daninhas, além de contribuir para vários outros aspectos, como a preservação da água no solo.

4. Resultados

Trabalhar de forma mais eficiente também foi um dos fatores bem representativos das mudanças que estão ocorrendo. O trabalho tradicional do agricultor, principalmente aquele

que faz a exploração de leite, inicia-se antes dos primeiros raios de sol, segue ao longo do dia, e termina com o poente. Por meio de um processo em que o produtor é o protagonista de seu objeto de trabalho, ele passa a entender as inter-relações entre o seu meio de produção e os mecanismos da natureza. Pode-se assim otimizar sua força de trabalho e planejar melhor sua ação, como exemplo da colheita do café, que no modo tradicional é feito em um só momento, necessitando assim de grande esforço da família e até mesmo da contratação de mão-de-obra externa. Como a colheita no projeto Café com Floresta é seletiva, ela pode ocorrer em várias etapas, em que a mão-de-obra, se desejado, pode ser distribuída por todo o período de maturação do café, melhorando o planejamento de trabalho em outras atividades.

Uma das grandes diferenças do Café com Floresta, se comparado a outras iniciativas agroflorestais, está no fato de que os produtores participantes são os personagens principais do projeto, onde a instituição e os profissionais da área de extensão rural são somente coadjuvantes que provocam ações para o estabelecimento de uma agricultura auto-sustentável. De acordo com essa filosofia de trabalho, o conhecimento é gerado nas livres experimentações de campo, onde não existem receitas, e sim conceitos que podem ser aplicados considerando a realidade de cada produtor, gerando assim grande independência de ações práticas.

Na lógica de produção auto-sustentável, o projeto se destaca por aplicar respostas simples aos problemas ocorridos no cultivo agrícola, como tecnologias acessíveis a qualquer produtor rural e replicável e adaptada segundo o "boca a boca", como na produção de húmus de minhoca, criação de composteiras, utilização da urina de gado como fertilizante e também para afugentar possíveis pragas. O manejo de ervas daninhas é também uma prática de fácil adoção, uma vez

que a sombra das árvores diminui o vigor das ervas daninhas, facilitando seu controle.

Além da produção do café, o projeto procura estabelecer uma relação direta entre o produtor rural e a produção agroecológica, em que a subsistência familiar torna-se um princípio fundamental da lógica da sustentabilidade. A aproximação da família rural a uma nova forma de produção agrícola harmoniza a força de trabalho e reforça a auto-estima pessoal, pois ela vê com maior dignidade sua participação na geração de alimento, que não tem como finalidade o mercado comum e convencional, pois esse não valora os mecanismos produtivos, tampouco os cuidados referentes ao meio ambiente e aos agentes que se integram a ele.

> *Quando o IPÊ chegou aqui com esse projeto de Café com Floresta, eu me balancei um pouco pra fazer. Eu nunca vi café dado embaixo de árvore. Eu nunca tinha visto. Só café com plantio direto, mas como sempre eu gostei e pela idade que tenho, nunca paro de aprender, e aprender não ocupa lugar. E eu falei: vamos lá, fazer o projetinho de 1 hectare, sim. Se der certo, deu; se não der... E aprendi muita coisa, eu não pensava que café dava embaixo de árvore... E você está vendo aí, tudo o que eu tiro daqui é livre, não tenho despesa nenhuma. Aqui não vai nada de agrotóxico, é tudo adubado com adubo orgânico da minha mangueira, da minha casa, das folhas das árvores. A manutenção que eu faço é manual, com a ajuda dos meus meninos. E tudo isso que eu tiro daqui é livre, o milho, o feijão, tiro a abóbora, o maxixe, o quiabo, tem banana, tem goiaba, tem caju. Não é só árvore nativa que tem aqui, tem frutífera também, tem a serigüela... Então, aprendi muita coisa com isso aqui.*
>
> José Santiago

Antigamente, se as pessoas falassem isso pra mim, eu não ia acreditar, como hoje tem muita gente que não acredita, ainda tem gente que não acredita. Meu pai já morreu, e quando tinha uma árvore no meio da roça, ele falava pra cortar a árvore, que embaixo dela não ia dar nada, e cortava a árvore que embaixo não dava lavoura. E, hoje, a melhor lavoura, o melhor pasto está embaixo das árvores.

ARNALDO GUIMARÃES

5. Melhoria física e química do solo

Por causa das práticas agroecológicas que ocorrem nas áreas de café com floresta, o solo arenoso e de fertilidade natural baixa tem demonstrado grande melhoria no aspecto físico e químico. Esse fato se deve principalmente à baixa movimentação do solo durante todo o período agrícola e à presença de grande diversidade de espécies arbóreas, aos cultivos arbustivos e ainda ao manejo das ervas invasoras, que proporciona um ambiente favorável ao desenvolvimento de grande variedade de agentes biológicos que vivem no solo e participam em harmonia da reestruturação do meio, de maneira que possa disponibilizar maior volume de nutrientes, bem como melhorar a estrutura do perfil do solo e subsolo, contribuindo ainda diretamente para a descompactação e armazenagem de água.

As observações de melhoria química têm sido acompanhadas por meio de análises de solo de algumas das propriedades participantes do projeto (tabela 3 e gráfico 1, página 98).

Tabela 3

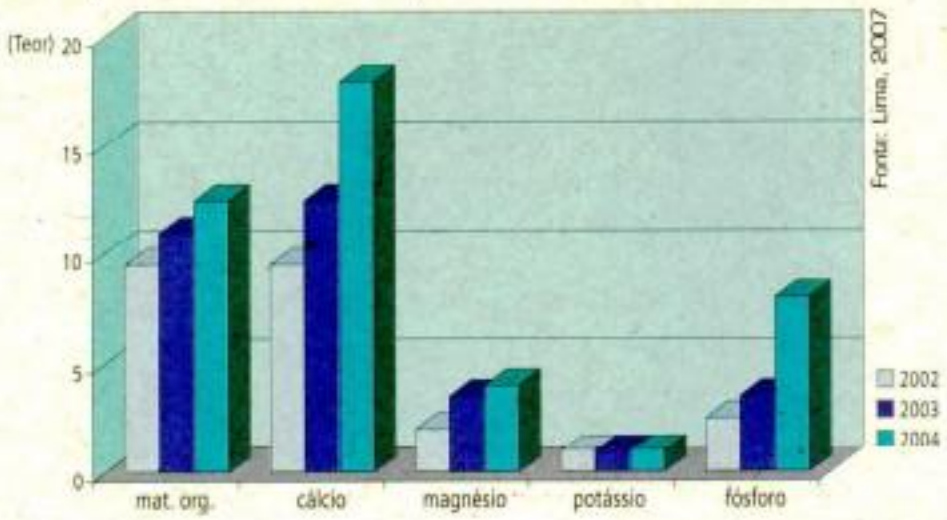
Resultado da análise química da terra

Elementos	Teor jun./2002	Teor jun./2003	Teor set./2004
pH em CaCl2	4,70	5,10	5,30
PH em SMP	6.80	7,00	–
Acidez potencial (H+Al) (mmol c/dm³)	19,00	15,00	18,90
Matéria orgânica (M.O.) (g/dm³)	10,00	11,00	13,02
Cálcio (Ca^{+2}) (mmol c/dm³)	10,00	13,00	19,00
Magnésio (Mg^{+2}) (mmol c/dm³)	2,00	4,00	4,10
Potássio (K^{+}) (mmol c/dm³)	0.50	0.50	0,50
Fósforo (mg/dm³)	3,00	4,00	9,20
Soma de base (SB) (mmol c/dm³)	13,00	18,00	23,60
(M %)	–	–	–
CTC (mmol c/dm³)	31,00	33,00	42.25
V %	40,00	54,00	55,53

Produtor: José Santiago
Local: Assentamento Ribeirão Bonito

Gráfico 1

Comparativo de análise química de solo



6. Qualidade do café

A colheita do café é realizada de maneira seletiva, sendo colhido somente o fruto maduro, e sem entrar em contato com o solo, pois ela é feita em cima de uma lona e em seguida levada para o processo de secagem em terreiro suspenso (figura 7). Isso proporciona melhor qualidade da bebida final.

Figura 7

Colheita seletiva na lona e secagem em terreiro suspenso

FOTOS: JEFFERSON LIMA

A análise de bebida das primeiras safras de café de alguns produtores tem apresentado bebida mole e bebida dura, ambas tipo exportação, ou seja, de excelente qualidade, mesmo considerando a baixa altitude de produção do café (abaixo de 500 metros).

7. Avaliação do projeto Café com Floresta

Para avaliar alguns impactos produzidos nos agricultores, foram realizadas entrevistas com 24 produtores em 4 assentamentos, utilizando um questionário semi-estruturado, com foco na produção agropecuária dos lotes, e comparando ainda a renda não-monetária, ou seja, os itens que são produzidos nos lotes para o consumo ou utilização na exploração e não são vendidos, como madeira para cerca, lenha e alimentos. Também foi observado o gasto com supermercado (gráficos 2, 3 e 4).

Participaram da entrevista produtores que fazem parte do projeto Café com Floresta e outros que não participam dele, porém são influenciados. Esses produtores encontram-se nos assentamentos Ribeirão Bonito, Água Sumida e Tucano. Os produtores não-participantes e não-influenciados fazem parte do Assentamento São Pedro, no município de Rancharia, interior de São Paulo, e nunca tiveram contato com trabalhos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ.

Assentamento	Produtores
Tucano	Amélia, Jorge, Zezão, Luiz Barros, Antônio Costeleta, Paulo
Água Sumida	Durval, Onofre, Pedro, Fernando, Aristides, Aniceto
Ribeirão Bonito	Luiz Bento, José Santiago, Valdomiro das Mercês, Admilson, José, Luizinho, Nilson, Vivaldo
São Pedro	Chico, Paulinho, João, Jorge
4 assentamentos	24 produtores

Gráfico 2

Renda mensal média

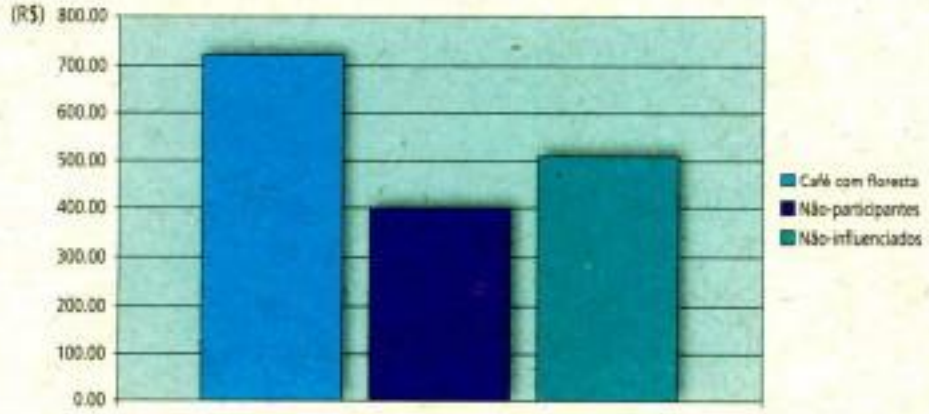


Gráfico 3

Gasto mensal médio em supermerçado

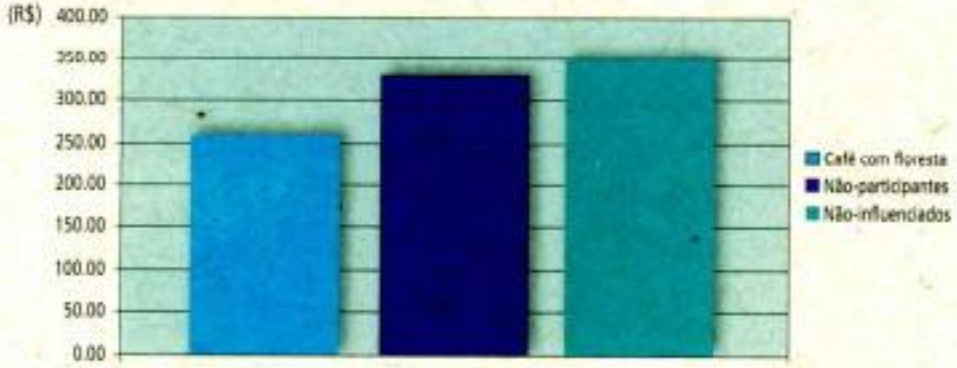
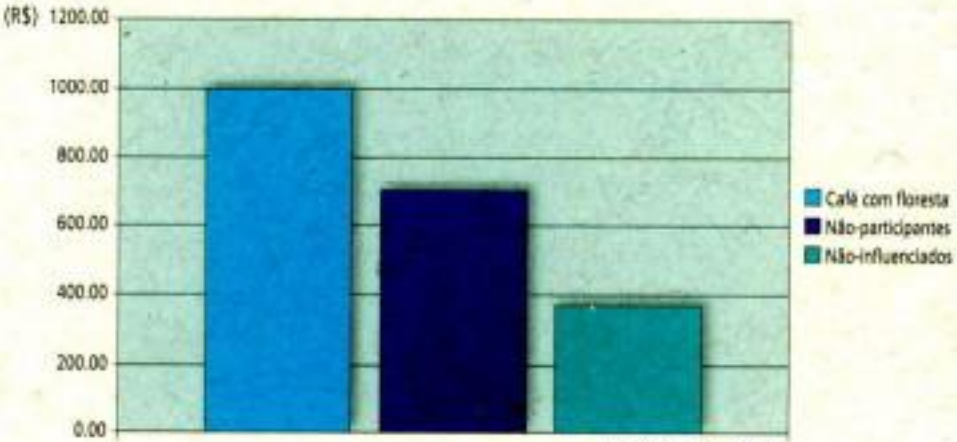


Gráfico 4

Renda não-monetária



Fonte: Lima, 2007

8. Potenciais do projeto

- Baixo custo de produção.
- Fácil adoção, aprimoramento e difusão tecnológica.
- Produção satisfatória.
- Melhor qualidade dos frutos.
- Produção de produto diferenciado (orgânico *x* social *x* ambiental).
- Mercado diferenciado em expansão.
- Possibilidade de beneficiamento.
- Minimização dos problemas causados pela geada.
- Menor risco à saúde do produtor, consumidor e do planeta.
- Melhoria da suficiência alimentar (qualidade, quantidade e variedade).

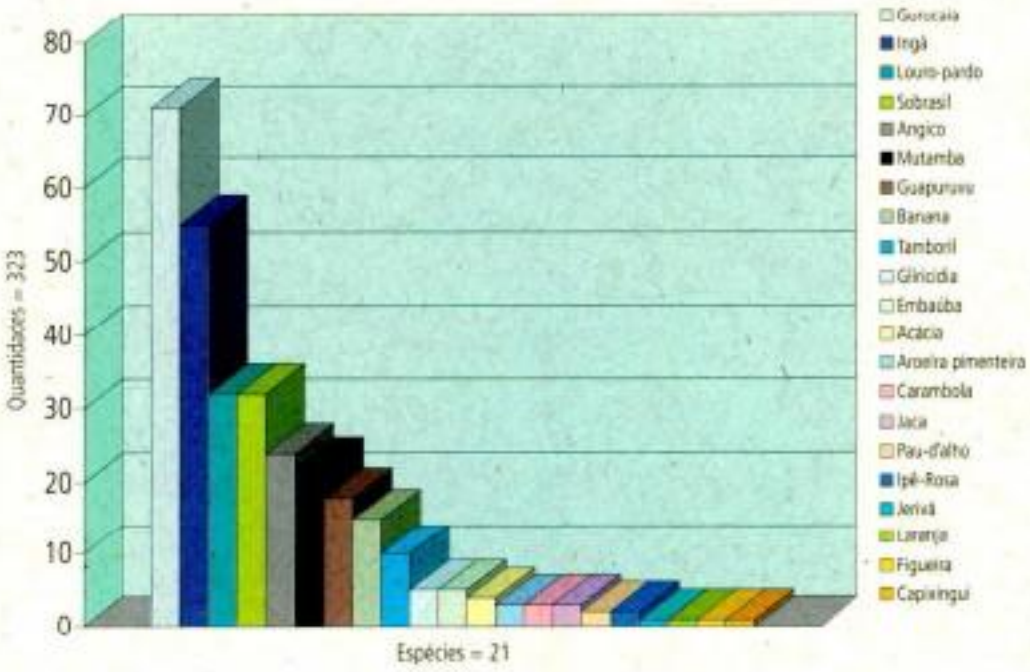
As árvores constantes na área do projeto são monitoradas semestralmente, e são avaliados crescimento, suporte de poda, sombreamento e outros aspectos. No gráfico 5 tem-se um exemplo das espécies arbóreas que são monitoradas pelo produtor Pedro Schimtz.

9. Replicação do saber

O conhecimento do produtor rural está formado por um corpo que reflete o conjunto de símbolos, conceitos e percepções de um sistema cognitivo com racionalidades diferentes (Toledo, 1993) e por uma práxis constituida pelo conjunto de operações práticas que tem lugar na apropriação

Gráfico 5

Espécies arbóreas na propriedade
de Pedro Schimtz – Ribeirão Bonito – 2005



material da natureza. No projeto Café com Floresta procura-se estabelecer uma relação de aprendizagem em que o produtor rural percebe a natureza como um mosaico de vivência polivalente e multidimensional, empregando um conhecimento ecológico de caráter local, desenvolvido com base na troca de experiência com vizinhos e profissionais da extensão rural, e respeitando os conhecimentos gerados dentro e fora das unidades de produção de café sombreado. Num processo mais dinâmico de produção, integrando diversas culturas, possibilita à família rural o fornecimento para o autoconsumo de maior variedade de gêneros alimentícios, de excelente qualidade durante grande período do ano, considerando ainda para tanto o baixo custo de produção de alimentos, bem como pequeno risco de frustração

produtiva. A produção de entrelinha poderá ainda ser comercializada *in natura*, otimizando assim a utilização da área produtiva.

Uma das grandes preocupações na elaboração do projeto estava na questão de como se daria a transmissão do conhecimento gerado por meio das unidades demonstrativas, pois, em muitos dos casos conhecidos os projetos que procuram desenvolver pesquisas participativas, e muitas vezes de forma imperceptível, têm sua base focada na instituição ou às vezes nos profissionais que atuam nesses projetos, de maneira que todo o processo se estabelece enquanto estes estão presentes. A partir do momento em que ocorre a ausência de um desses atores, a replicação fica comprometida. Muito do insucesso da replicação se dá também pela falta de recursos financeiros, que diminui os subsídios empregados, como o mecanismo para a reprodução dos modelos de experimentações.

No caso do Café com Floresta, em que se trabalha com "conceitos", e não com "receitas" tecnológicas, a replicabilidade do sistema está focada em cada realidade local encontrada, pois o domínio da tecnologia aplicada pela agroecologia leva o produtor a trabalhar os potenciais existentes no seu lote, seguindo as recomendações repassadas boca a boca pelos produtores mais experientes. Depois de consolidadas as práticas e dominados os processos, os produtores interessados em reproduzir as ilhas de café não necessitam da presença efetiva do extensionista do IPÊ, tampouco do recurso financeiro para criar seu bosque, como já tem ocorrido. Bastará buscar o conhecimento com o produtor-piloto, que, como é tradicional, poderá lhe ensinar a aplicar as técnicas de sucesso, já experimentadas e adaptadas à realidade do local. Esse processo de transferência já está ocorrendo, a exemplo do repasse das minhocas e da forma de produção de húmus, e também das técnicas de produzir

mudas de café com sementes obtidas dos produtores-piloto. As mudas de árvores no desenho mais apropriado para seu lote poderá ser produzida por técnica de semeio ou estaquia, seguindo o mesmo princípio anteriormente citado. Também no caso do uso dos biofertilizantes e outros preparados como a urina de vaca (fonte de nitrogênio e expurgo de insetos) são técnicas facilmente apropriadas pelos produtores em geral.

10. Considerações gerais

O aprisionamento dos produtores por meio do repasse de receitas limita a criatividade e inibe a experimentação e dessa maneira possibilita o desenvolvimento pouco sustentável, totalmente dependente de processos externos à propriedade.

Sempre é mais fácil tirar que colocar uma árvore, por isso a disposição das árvores é feita de maneira aleatória, e em quantidade pouco limitada. Como na natureza, se a árvore não conviver bem com o sistema implantado é retirada, porém, até sua saída do sistema ela já produziu vários benefícios e serviços, como madeira, folhas para cobertura do solo, ciclagem de nutrientes, quebra-vento, flores e frutos.

A presença de flores em um sistema agroecológico é de grande importância, pois, além de melhorar o aspecto visual, atrai grande quantidade de polinizadores ou insetos que se alimentam de pólen, comportando-se em muitos casos como inimigos naturais no controle de possíveis pragas.

A agricultura convencional, baseada em insumos químicos e tecnologias pouco acessíveis, está levando os pequenos produtores a ficar cada vez mais dependentes das gôndolas de supermercado. Com uma exploração pouco diversificada da propriedade, vem produzindo baixa diversidade alimentar, principalmente no que se refere à quantidade e à qualidade.

Referências bibliográficas

AGUILAR-ORTÍZ, F. "Estudio ecológico de las aves del cafetal", in: JIMÉNEZ-AVILA, E. e GÓMEZ-POMPA, A. (eds.). *Estudios ecológicos en el sistema cafetalero*. México, CECSA, 1982, pp. 103-128.

CAPORAL, F. R. e COSTABEBER, J. A. *Agroecologia e extensão rural: Contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. Brasília, Emater/PA, 2004, pp. 58-65.

CATI. Casa da Agricultura de Teodoro Sampaio. "Relatório Técnico", nº 26, 1996.

CULLEN Jr., L. "Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação". *Ciência Hoje*, v. 28, nº 164, 2000, pp. 68-71.

CULLEN Jr., L.; LIMA, J. F. "Agrofloresta, econegociaçao e a conservaçao da biodiversidade no Pontal do Paranapanema, São Paulo". Anais do I Simpósio de Áreas Protegidas. Pelotas, Educat, 2001, pp. 42-54.

CULLEN JR., L.; BELTRAME, T. P.; LIMA, J. F.; VALADARES-PADUA, C. e PAPUA, S. M. "Trampolins ecológicos e zonas de benefício múltiplo: ferramentas agroflorestais para a conservação de paisagens rurais fragmentadas na Floresta Atlântica Brasileira". *Natureza & Conservação*, v. 1, nº 1, 2003, pp. 37-46.

DEAN, W. *With broadax and firebrand: The destruction of the brazilian Atlantic Forest*. University of Chicago Press, 1995.

DEAN, W. *A ferro e a fogo: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo, Companhia das Letras, 1996.

FORMAN, R. T. T. *Land mosaics: The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press, 1995.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Catie, 2002.

GREENBERG, R.; BICHIER, P. e STERLING, J. "Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of Eastern Chiapas, México". *Biotropica*, 29(4), 1997, pp. 501-514.

LIMA, J. F.; GOMES, H. B.; CULLEN Jr., L.; BELTRAME, T. P. e RODELLO, C. M. "Café com Floresta: interligando a paisagem fragmentada no Pontal do Paranapanema (SP)". I Congresso Brasileiro de Agroecologia; IV Seminário Internacional sobre Agroecologia; V Seminário Estadual sobre Agroecologia. Porto Alegre, 2003.

LIMA, J. F.; GOMES, H. B.; CULLEN Jr., L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V. e CAMPOS, N. R. "Café com Floresta: criando suficiência alimentar e biodiversidade ecológica". II Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário Internacional sobre Agroecologia; VI Seminário Estadual sobre Agroecologia. Porto Alegre, 2004.

—. "Café com Floresta: criando trampolins agroecológicos de café sombreado". V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Curitiba, 2004a, pp. 326-328.

LIMA, J. F. "Creación de bosques agroecológicos de café sombreado como herramienta para la producción de un nuevo paisaje rural y cambio de hábitos en los campesinos". Universidad Internacional de Andalucia. Baeza, Espanha, 2007, no prelo. Tese de mestrado em agroecologia e desenvolvimento rural sustentável.

MACDICKEN, K. G. e VERGARA, N.T. *Agroforestry: Classification and management*. Nova York, John Wiley & Sons, 1990.

MOGUEL, P. e TOLEDO, V. M. "Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México". *Conservation Biology*, 13(4), 1999, pp. 11-21.

ODUM, E. P. *Ecology: Bridging science and society*. Sunderland, Sinauer Associates, 1996.

SILVA, C. M. S. e FAY, E. F. *Agrotóxicos e ambiente*. Brasília, Embrapa Informações Tecnológicas, 2004, pp. 58-67.

TOLEDO, V. M. "La Racionalidad Ecológica de la Producción Campesina", in: SEVILLA, G. e MOLINA, G. (eds.). *Ecología, campesinado e historia*. Madri, Ediciones La Piqueta, 1993.

VALADARES-PADUA, C. e CULLEN Jr., L. "Distribution, abundance and minimum viable metapopulation of the Black Lion Tamarin (*Leontopithecus Chrysopygus*)". *The Dodo*, v. 30, 1995, pp. 80-88.

4

4 Metodologias de restauração florestal

SERGIUS GANDOLFI E RICARDO RIBEIRO RODRIGUES

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

1. Introdução

A restauração florestal tem-se concentrado especialmente no ambiente ciliar, pela importância ambiental das florestas ciliares nas bacias hidrográficas (Wenger e Fowler, 2000), principalmente, pelo seu papel de filtro na retenção de sedimentos e elementos químicos, de proteção e manutenção das nascentes, de detentora de elevada biodiversidade, devido à elevada heterogeneidade do ambiente ciliar (Bell et al., 1997; Rodrigues e Nave, 2004), de corredor ecológico interligando os fragmentos naturais na paisagem etc. (Wenger, 1999). Mas também em virtude da forte atuação dos órgãos públicos ou privados licenciadores, fiscalizadores e mesmo certificadores, que têm buscado resolver o passivo ambiental hoje existente nas unidades de produção.

Na legislação ambiental brasileira (Machado, 2002; www.ibama.gov.br), uma propriedade está constituída das seguintes situações:

a) Faixa ciliar, denominada legalmente Área de Preservação Permanente (APP), que se refere às margens de cursos d'água e entorno de nascentes, tem largura variável, dependendo da largura do rio, na maioria de 30 metros de cada margem em rios de até 10 metros de largura e 50 metros de raio ao redor de nascentes.

b) Reserva Legal (RL), corresponde a uma porcentagem da propriedade rural, que varia de 20% a 80% da área da propriedade, dependendo do Estado, excluída a APP. Pode ser explorada economicamente, mas com menor impacto ambiental, tendo a exigência de estar ocupada com espécies nativas e não ser permitido o corte raso.

c) Áreas agrícolas destinadas à produção, que devem ser aproveitadas com a melhor tecnologia possível nas situações de boa aptidão agrícola, reservando as situações de baixa aptidão para complementação da RL.

As duas primeiras situações são inteiramente reguladas pela legislação ambiental e a terceira, apesar de ser regulada pela legislação agrícola, está também relacionada à legislação ambiental, por ser a principal fonte de perturbação das duas primeiras.

Em virtude da falta de padronização dos procedimentos de regularização da RL nas propriedades rurais, da inexperiência com restauração e manejo de áreas passíveis de aproveitamento econômico, como a RL, e da resistência dos proprietários para com essa entidade da legislação ambiental, que restringe a atividade de produção em parte da propriedade rural, as ações de restauração em Reserva Legal nas propriedades

tem-se restringido principalmente à proteção dos fragmentos florestais remanescentes fora da faixa ciliar (APPs), que podem ser contabilizados como Reserva Legal, mas sem efetivamente a restauração de áreas para isso, já que, nesse momento, a prioridade tem sido a restauração do ambiente ciliar.

Perdem, assim, os produtores tempo em se adequarem à legislação vigente deixando de aproveitar a oportunidade de constituir as áreas florestais, com espécies nativas, que sejam produtivas nos trechos que ainda precisam ser implantados Reserva Legal.

As cobranças legais, de certificação e da própria opinião pública para conservação e restauração da floresta ciliar, passaram a ser cada vez mais freqüentes e exigentes na qualidade das ações propostas. No entanto, muitas vezes o sucesso da restauração das florestas ciliares no ambiente degradado é limitado (Souza e Batista, 2004), principalmente quando os projetos de restauração foram planejados ou executados sem o devido respaldo no conhecimento de "ecologia de comunidades" (Wenger, 1999; Rodrigues e Leitão Filho, 2004; Young et al., 2005).

O conhecimento acumulado nas últimas décadas sobre ecologia florestal, especialmente sobre ecologia de comunidades, tem influenciado fortemente a definição das ações de restauração ecológica, que também têm sido consideradas como muito apropriadas para testar, na prática, as teorias ecológicas (Young et al., 2005). A incorporação recente desse conhecimento na restauração ecológica tem conduzido a uma significativa mudança na orientação dessa restauração, hoje, focada na indução do processo de construção de uma floresta que, no entanto, só se perpetuará efetivamente se forem reconstruídas, em tempo, as complexas interações entre espécies vegetais e animais que permitem a manutenção das populações locais e a evolução da comunidade implantada.

O desafio atual se concentra na tradução desse conhecimento científico em ações práticas de conservação, manejo e, principalmente, restauração dessas formações naturais que efetivamente resultem na perpetuação dessas áreas restauradas, num tempo e custo aceitáveis, viabilizando a adoção de práticas de restauração nas unidades de produção.

O objeto da restauração é a reconstrução de ecossistemas naturais, e o sucesso dessa empreitada depende do sucesso da restauração da flora regional e do restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução e manutenção de uma comunidade funcional. No entanto, deve-se ter em mente que quando se desenvolve projetos de restauração nos trópicos a efetividade desse processo depende do uso de elevada biodiversidade, envolvendo não só as árvores, mas também as demais formas de vida vegetal (trepadeiras, ervas etc.) e os diferentes grupos da fauna e suas interações (Engel e Parrota, 2003; Rodrigues e Gandolfi, 2004; Young et al., 2001; 2005; Aronson e van Andel, 2005). Essa diversidade pode ser implantada diretamente nas ações de restauração e garantida ao longo do tempo pela própria restauração dos processos, que asseguram o funcionamento da comunidade restaurada.

Apesar do grande e recente avanço nas metodologias de restauração de ecossistemas florestais, muitos outros devem ser obtidos com a maior incorporação de conhecimentos vindos da biologia de populações (Montalvo et al., 1997) e da ecologia de paisagem (Bell et al., 1997; Metgzer, 2003; van Andel e Aronson, 2005), resultante do contínuo monitoramento de áreas já restauradas (Mayer, 2006).

Até recentemente, muitos projetos de restauração se baseavam na escolha, com base em dados florísticos e fitossociológicos de uma única comunidade dentre o conjunto de comunidades florestais remanescentes existentes em uma

paisagem regional, que serviria como referência e deveria ser copiada e reconstruída. Implícita estava a idéia de que essa comunidade restaurada evoluiria e levaria ao ressurgimento de uma floresta madura idêntica, em estrutura e composição, àquela preestabelecida ou concebida pelo restaurador como modelo ideal, ou clímax.

Dentro dessa visão, o sucesso dessa restauração poderia ser medido pelo crescimento, pela sobrevivência das árvores plantadas e pelo grau de semelhança obtido, em termos florísticos e fitossociológicos, entre a comunidade implantada e a comunidade modelo.

Em geral, os modelos atualmente disponíveis sobre a restauração de florestas tropicais (Engel e Parrota, 2003; Barbosa, 2002, 2004; Kageyama e Gandara, 2003; Rodrigues e Gandolfi, 2004; Vieira e Scariot, 2006) incorporam, em maior ou menor proporção, as particularidades de cada unidade da paisagem à definição das ações de restauração e essas ações são planejadas com foco principalmente na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução de uma comunidade funcional, com elevada diversidade, sem a preocupação de restabelecer uma comunidade final única preestabelecida em termos florísticos e fitossociológicos. Dentro dessa visão mais moderna, compreende-se que num mesmo conjunto de condições do ambiente, pode ocorrer o restabelecimento de diferentes comunidades finais funcionais, cada qual com particularidades florísticas e fitossociológicas definidas pelo histórico pretérito e futuro de perturbações naturais e humanas.

Nessa visão mais atual, o sucesso de um projeto baseia-se principalmente na restauração do funcionamento da comunidade final, sem que necessariamente se estabeleça previamente um conjunto de espécies que devem obrigatoriamente compor a comunidade final local.

A metodologia de restauração florestal que aqui será apresentada vem sendo praticada pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal – LERF (www.lerf.esalq.usp.br) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e se pauta por três preocupações principais:

1. Estabelecimento de ações de restauração, sempre atentando para o aproveitamento do potencial de auto-recuperação ainda existente nessas áreas em processo de restauração, definido pelo histórico de degradação da referida área e pelas características da vizinhança.
   Nesse sentido, áreas reconhecidas com algum potencial de auto-recuperação não são submetidas diretamente ao plantio de mudas de espécies nativas como ação de restauração, mas às ações que induzam a expressão desse potencial, como indução e condução da regeneração natural, que, após avaliação no tempo, podem receber ações complementares de restauração, como adensamento ou preenchimento dos trechos que por algum motivo não foram totalmente regenerados, e como enriquecimento, com introdução de diversidade florística e genética da área em processo de restauração, usando para isso diferentes técnicas de restauração, como semeadura direta (introdução de sementes em vez de muda), introdução de poleiros naturais e artificiais etc.

2. Iniciativas de restauração que resultem na reconstrução de uma comunidade florestal funcional, com elevada diversidade, garantindo assim a perpetuação dessas iniciativas e, portanto, a restauração da diversidade regional. Para isso, são usadas outras estratégias de restauração e não apenas o plantio de mudas, como o transplante de plântulas alóctones (oriundo de outras áreas), o transplante de

serapilheira e banco de sementes alóctones, o uso de espécies atrativas da fauna (poleiros naturais) e poleiros artificiais, a semeadura direta (banco de sementes artificiais) e outras. Essas ações acabam por proporcionar o resgate da diversidade florística, incorporando até mesmo outras formas de vida e não só as espécies arbóreas, além de possibilitar também o resgate da diversidade genética.

3. Ações de restauração, de uma dada unidade da paisagem, planejadas de forma que constituam um programa de adequação ambiental da respectiva unidade (microbacia hidrográfica, município, empresa ou propriedade rural etc.), a fim de incorporar o componente ambiental à estrutura de decisão dessa unidade como estratégia de política pública, garantindo a perpetuação das áreas restauradas e a cessação de qualquer possibilidade de degradação das formações naturais remanescentes e das restauradas.

Com o propósito de atuar em restauração florestal de forma integrada na paisagem, considerando o planejamento da restauração no contexto das microbacias hidrográficas, como unidade natural da paisagem, o LERF institui o Programa de Adequação Ambiental de Propriedades Agrícolas, apresentado no capítulo 5 deste livro.

O conhecimento teórico e prático desenvolvido nos últimos anos, permite indicar que, de maneira simplificada e prática, o processo de restauração florestal de uma área implica em:

- Conseguir estabelecer e manter uma fisionomia florestal que garanta a permanente presença de sombra na superfície do solo e garanta, também, o fechamento das clareiras (morte de árvores do dossel) por árvores de espécies nativas.

- Manter e aumentar, no tempo, o número de espécies arbustivo-arbóreas que sejam capazes de tolerar ou, se possível, resistir aos diferentes impactos ambientais que podem surgir ao longo dos anos ou décadas futuros, como períodos muito secos ou úmidos, geadas severas, ventanias fortes, que tendem a ocorrer numa dada região.
- Favorecer a invasão, o estabelecimento e a manutenção de outras formas de vida vegetal típicas de florestas (trepadeiras, epífitas, samambaias etc.).
- Dispor de muitas espécies vegetais que forneçam, ao longo de todo o ano, alimentos variados, como folhas, frutos, sementes, néctar e pólen, de maneira a permitir que uma fauna típica de ambientes florestais nativos consiga colonizar e se manter na área em restauração.
- Impedir ou dificultar que impactos antrópicos diretos, como incêndios, erosão causada por enxurradas, deposição de sedimentos e poluição química, ou indiretos, como aqueles causados por animais criados pelo homem, por exemplo, o gado, possam degradar a área em restauração.
- Eliminar espécies exóticas agressivas, como as árvores Santa-Bárbara, Leucena, Ipê-de-jardim etc., que podem dominar a área em restauração ou dificultar o desenvolvimento do processo de restauração florestal.

2. Ações de restauração

Um dos passos básicos na restauração de uma paisagem é o reconhecimento de que podem existir diferentes situações de degradação, onde tanto a intensidade como o tipo de impacto podem ter variado. Por outro lado, também pode

variar entre diferentes locais o tipo de vegetação a ser restaurado e a capacidade de auto-recuperação existente em cada local atualmente degradado.

Essa variação espacial deve ser reconhecida e distinguida, pois esse zoneamento ambiental da microbacia ou propriedade agrícola que está sendo trabalhado permitirá definir qual a melhor ação de restauração que se adéqua a cada uma das situações identificadas.

Apesar de as iniciativas de reflorestamento serem muito antigas na história da humanidade (Cézar e Oliveira, 1992), somente na década de 1980, com o desenvolvimento da ecologia vegetal e a consolidação da disciplina "ecologia da restauração", os trabalhos de restauração passaram a incorporar os conceitos e paradigmas da teoria ecológica para a definição e sustentação conceitual das metodologias de restauração (Engel e Parrotta, 2003; Rodrigues e Gandolfi, 2004; van Andel e Aronson, 2005).

Até muito recentemente, o termo "restauração" era utilizado no seu sentido restrito, significando o retorno ao estado original do ecossistema com todas as suas características (Engel e Parrotta: 2003). com destaque para as características estruturais das espécies finais da sucessão, identificadas na comunidade clímax estabelecida como modelo pelo restaurador (Rodrigues e Gandolfi, 2004). Essa concepção se fundamentava numa percepção de que sob um dado clima o processo sucessional levava necessariamente uma comunidade a se desenvolver segundo uma trajetória, ordenada e previsível, que terminava em uma comunidade final única (clímax) floristicamente definida.

Essa abordagem sobre a sucessão cedeu, hoje, espaço a uma visão do processo sucessional muito mais aberta, que reconhece a possibilidade de existirem, numa mesma região climática, muitas trajetórias distintas que levem à formação

de uma comunidade madura relativamente estável, que podem diferir em composição e estrutura (Pickett et al., 1992; Pickett e Cadenasso, 2005).

Dentro da visão tradicional, a metodologia de restauração era definida com base nas características de uma única comunidade clímax, escolhida pelo restaurador na paisagem regional, considerando que haveria um único ponto de equilíbrio possível dos ecossistemas naturais para cada condição do ambiente. Escolhida essa comunidade única, caracterizada por meio de um levantamento florístico e fitossociológico, os resultados obtidos orientavam a escolha das espécies do dossel a serem implantadas, a definição do número de indivíduos de cada espécie e a distribuição espacial desses indivíduos no campo. Essa opção conceitual levava a um único método de restauração, o "plantio de mudas", pois era o único que permitia reproduzir no campo os parâmetros estruturais da comunidade modelo.

Com a mudança recente do referencial teórico da ecologia, conhecido como "Paradigma do não equilíbrio" (Pickett et al., 1992), também a restauração ecológica teve de formular um novo olhar sob a sua forma de ação (Parker e Pickett, 1999; Suding et al., 2004; Young et al., 2005, van Andel e Aronson, 2005).

Dentro da nova visão sobre a dinâmica dos ecossistemas e a sucessão ecológica, aceita-se que em função da contínua ação de fatores ecológicos aleatórios, como os distúrbios naturais ou antrópicos (fogo, cheias), as mudanças sucessionais da vegetação podem ocorrer seguindo múltiplas trajetórias (Pickett e Thompson, 1978; Fiedler et al., 1997; Parker e Pickett,1999; Zedler e Callaway, 1999), não existindo uma convergência para se chegar a um ponto clímax único. As comunidades naturais teriam assim muitos "clímaces" e muitos "caminhos" para chegar a comunidades maduras que, por sua vez, não têm uma composição estática, podendo estar em constante fluxo

(Pickett et al., 1992). Como se pode perceber perdeu sentido, nos modelos de restauração atuais, a busca de se escolher uma comunidade de referência única como a versão real de um clímax idealizado, que deveria ser reproduzido.

Gradualmente, os métodos de restauração empregados por diferentes autores atuais tenderam a deixar de se preocupar com a reprodução de uma única comunidade madura, estabelecida como modelo, e passaram a dar maior ênfase à restauração dos processos que levam à construção de uma comunidade funcional, na qual a característica florística e estrutural da comunidade restaurada surge da interação entre as ações implementadas e os processos de migração e seleção de espécies que vão se desenvolver na área em restauração. Com esse novo referencial teórico, uma maior atenção pôde ser dada a ações de restauração, como a chegada de propágulos vindos da vizinhança e a presença inicial de regenerantes naturais na área degradada, que podem tanto desencadear a restauração local como colaborar no resgate da diversidade regional e garantir a sustentabilidade da comunidade restaurada.

Considera-se aqui que, no processo de restauração de uma área degradada, o potencial de auto-recuperação é fortemente dependente das características de degradação da área a ser restaurada, do uso e ocupação atual e histórica dessa área e das características da sua vizinhança. Assim, como ocorre no desenvolvimento de qualquer processo de sucessão, também na condução de projetos de restauração três condições básicas devem existir:

a) Disponibilidade de um local cujo substrato permita o desenvolvimento de plantas.

b) Disponibilidade de diferentes espécies.

c) Disponibilidade de espécies que apresentem diferentes comportamentos ecológicos (Parker e Pickett, 1999).

Na tabela 1 são apresentadas as ações que vêm sendo empregadas com sucesso nos projetos de restauração florestal de áreas degradadas pelo LERF.

Tabela 1

Ações de restauração usadas pelo LERF em projetos de restauração florestal no Brasil

A	Proteção da área	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação (fogo, gado, extrativismo seletivo, descarga de águas superficiais etc.). **Pré-requisito de qualquer ação de restauração.**
B	Adequação do local a ser restaurado (recuperação do solo)	2. Recuperação das características físicas do solo. 3. Recuperação das características químicas. 4. Restabelecimento da dinâmica da água no solo (drenagem do solo, reconstrução da calha do rio).
C	Restauração de áreas com potencial de auto-recuperação (manejo da regeneração natural)	5. Controle de competidores (gramíneas exóticas, lianas, bambus superabundantes e outras). 6. Indução do banco de sementes autóctone. 7. Condução da regeneração natural (coroamento e adubação dos indivíduos regenerantes). 8. Adensamento (preenchimento dos vazios não regenerados naturalmente com indivíduos de espécies iniciais da sucessão) com mudas ou sementes (semeadura direta de preenchimento). 9. Enriquecimento (introdução de espécies finais da sucessão) com mudas ou sementes (semeadura direta de enriquecimento).
D	Recuperação de áreas sem potencial de auto-recuperação (introdução de espécies)	10. Introdução de espécies arbustivo-arbóreas nativas regionais combinadas em vários grupos em área total, por meio de sementes (semeadura direta) ou do plantio de mudas.
E	Resgate da diversidade vegetal (enriquecimento de espécies e de forma de vida)	11. Transferência de serapilheira e banco de sementes alóctones. 12. Transplante de plântulas e/ou de indivíduos jovens alóctones. 13. Introdução de poleiros naturais e artificiais.
F	Aproveitamento econômico	14. Introdução de espécies de interesse econômico.

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Gandolfi, 2004.

Vale ressaltar a importância da particularização das ações de restauração para cada uma das situações identificadas no zoneamento da paisagem e destacar que a adoção de uma dessas ações depende da efetividade ou não da ação anterior na restauração da área, avaliada no tempo empiricamente ou por indicadores de avaliação e monitoramento. A caracterização prévia do estado de degradação das áreas a ser restauradas deve orientar a adoção das ações de restauração, permitindo eliminar algumas ações que não se efetivariam, aumentando assim a eficiência do processo. Dessa forma, o processo de restauração pode ser iniciado na ação 1 e pular diretamente para a ação 10 ou mesmo para a 11 ou 12, dependendo das características de degradação da área, do uso histórico e atual dessa área a ser restaurada e da vizinhança. Essa definição das ações prioritárias de restauração de uma dada área, de forma que garanta a melhor eficiência e o sucesso do processo de restauração, depende fundamentalmente da experiência do restaurador na região.

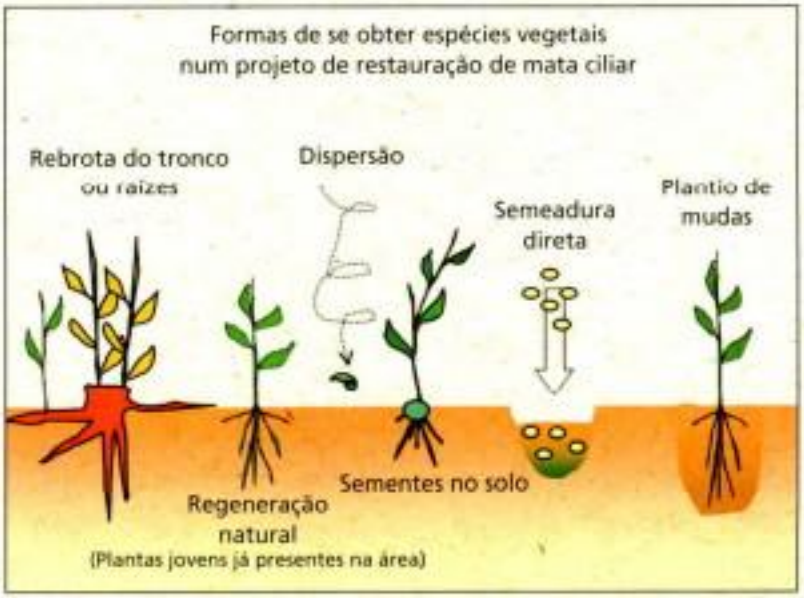
2.1. Descrição das ações de restauração

Dentre os fatores críticos para o desencadeamento do processo de restauração de uma área degradada está a disponibilidade de espécies no local a ser restaurado. Até bem pouco tempo, a disponibilidade de espécies no local era proporcionada apenas com o plantio de mudas de diferentes espécies no local. Atualmente, procura-se aproveitar o possível potencial de auto-recuperação da área, definido pela presença de espécies nativas na própria área, por exemplo, banco de sementes, indivíduos regenerantes etc., ou pela chegada de sementes de espécies nativas da vizinhança, por exemplo, a dispersão, processos esses que podem desencadear vigorosa regeneração natural na área,

reduzindo, ou mesmo dispensando, a necessidade de plantios de espécies nativas na restauração da área (figura 1).

Figura 1

Diferentes fontes de propágulos de espécies nativas para a restauração de áreas degradadas



Fonte: Sergius Gandolfi.

Ação 1 – Isolamento e retirada dos fatores de degradação

Essa ação, como a primeira a ser adotada numa proposta de restauração, deve apenas desencadear ações de restauração numa dada unidade da paisagem quando as ações de degradação tiverem sido identificadas e suprimidas, visando não gerar novas degradações.

Para os fragmentos florestais remanescentes, os principais fatores de degradação nos trópicos são o fogo, o extrativismo seletivo, o uso desses fragmentos como pastagem, a limpeza do sob-bosque ou do bosqueamento do interior de fragmentos e a descarga de águas superficiais e de pesticidas nos fragmentos remanescentes. O isolamento desses fragmentos dos fatores de degradação pode ser feito com o

estabelecimento de cinturões de proteção, como aceiros, faixas de amortecimento de impactos com uso agrícola diferenciado, como sistemas agroflorestais ou mesmo florestais, com cercamento da área, como atividades educacionais com os moradores da região e outros.

Para as áreas que serão restauradas e cuja degradação era devida a alguma atividade de produção, como produção agrícola, de pastagens, de mineração etc., o isolamento e retirada do fator de degradação significam parar de produzir nessa área, isolá-la dos fatores de degradação advindos da vizinhança e prepará-la para receber as ações de restauração.

Não serão aqui tratadas as ações de recuperação dos solos (ações 2, 3 e 4, citadas na tabela 1, item B, página 120), já bastante conhecidas nas práticas agronômicas e silviculturais.

2.2. Restauração de áreas com potencial de auto-recuperação (manejo da regeneração natural)

Ação 5 – Controle de competidores

Nos fragmentos florestais remanescentes, geralmente isolados pela atividade agrícola, uma situação muito comum após perturbações, como fogo e extrativismo seletivo, é a invasão das bordas e também do interior, por espécies exóticas agressivas, comumente gramíneas usadas nas pastagens da vizinhança, formando populações superabundantes. Muitas vezes esse desequilíbrio deve-se a algumas poucas espécies nativas da própria comunidade, como lianas e/ou bambus, que também formam populações superabundantes. Pela grande biomassa, essas populações superabundantes acabam por inibir a expressão da regeneração natural e favorecer a recorrência de perturbações, como incêndios, queda de árvores etc. (Cochrane et al., 2002).

Nesses fragmentos florestais tropicais, as populações superabundantes geralmente se restringem a poucas espécies da comunidade. Assim, o controle deve estar dirigido apenas para as espécies que se desequilibraram, sempre com a máxima cautela e em pequena escala, restringindo-se apenas ao trecho onde esse desequilíbrio é mais acentuado. Isso porque a falta de conhecimento científico básico sobre a biologia dessas espécies e seu papel na dinâmica florestal desautoriza qualquer medida mais drástica ou genérica nesse sentido, já que pode comprometer ainda mais a sustentabilidade desses fragmentos florestais isolados na paisagem. Essa atividade deve ser realizada apenas com orientação técnica e sempre restrita a uma pequena faixa da borda, onde geralmente se concentra o desequilíbrio, e dirigida para essas espécies desequilibradas.

Quando se pensa na restauração de florestas tropicais, não se pode restringir os processos apenas para as formas de vida arbustiva e arbórea, pois todos os componentes da floresta estão intimamente ligados e apresentam variado grau de interdependência. Assim, a prescrição pura e simples da eliminação das lianas em fragmentos florestais degradados pode, de um lado, representar a eliminação de uma parcela representativa da diversidade vegetal, a principal característica que se quer preservar, e, de outro, comprometer a fauna de polinizadores. Com isso, a própria biologia reprodutiva das formas de vida arbustiva e arbórea também fica prejudicada.

A ação de controle de competidores é fundamental para que a área possa ser restaurada, e deve ser aplicada sempre que necessário, por exemplo, em áreas agrícolas abandonadas e em pastagens. Esse controle dos invasores e da própria cultura que foi abandonada deve favorecer os indivíduos regenerantes que porventura existiam ou surgiram após o

abandono da área ou, então, deve reduzir a competição com os indivíduos arbustivo-arbóreos que forem introduzidos durante o plantio de mudas ou a semeadura direta, como ações de restauração do local.

Em áreas com ocorrência de regeneração natural, o controle de competidores é uma ação fundamental. Adotando práticas de controle que resultem na eliminação, mesmo que temporária, da espécie superabundante, se favorece o desenvolvimento e a ocupação da área pelos indivíduos regenerantes de espécies nativas.

O controle dos competidores pode ser manual ou químico, sendo este feito com grande rigor técnico para evitar qualquer risco de contaminação ambiental (Cornish e Burgin, 2005).

Ação 6 – Indução do banco de sementes autóctone

O banco de sementes autóctone é o estoque de sementes que existe no solo do próprio local a ser restaurado. Determinados processos de degradação podem eliminar a floresta sem, todavia, destruir o potencial de germinação das espécies que estão estocadas na forma de sementes na camada superficial do solo. Algumas espécies podem permanecer nessa condição por meses, anos e mesmo décadas (Vieira e Scariot, 2006). Por meio de manejo adequado desse solo, pode-se induzir a germinação das sementes estocadas no solo (Vázques-Yanes e Orozco-Segovia, 1993).

No processo de sucessão florestal, as espécies que compõem o banco de sementes são principalmente aquelas das fases iniciais da sucessão, as quais ficam no solo até que alguma perturbação, conseqüência de alterações das características do ambiente (luz, temperatura e umidade), favoreça sua germinação e conseqüentemente a reocupação da área.

Para induzir o banco de sementes das espécies nativas, as que nos interessam para a restauração da área, o ideal é

promover o revolvimento da camada superficial do solo (0 a 5 centímetros) e a exposição das sementes, à luz. Esse processo deve ser acompanhado de monitoramento a fim de se verificar a eficiência do método empregado. O ideal é ter a área preenchida com mais de 1.500 espécies arbóreas pioneiras e secundárias iniciais por hectare, com espaçamento médio de 3 x 3 metros ou menos. Geralmente essa expressão do banco de sementes ocorre com baixa diversidade e grande heterogeneidade espacial, sendo necessária a adoção de ações complementares de adensamento dos vazios não preenchidos naturalmente pela regeneração (ação 8) e pelo enriquecimento (ação 9).

A prática da indução do banco de sementes das espécies nativas, em geral, reduz significativamente o custo da restauração, já que cada indivíduo germinado do banco representa um indivíduo a menos a ser plantado. Cabe ressaltar que em certas situações, em que existem espécies competidoras muito agressivas, como as braquiárias (*Brachiaria* spp), a ação de indução do banco de sementes geralmente é descartada. Isso, mesmo quando se dispõe, no banco de sementes, de espécies nativas, pois a indução determinaria também a germinação dessa competidora que, tendo crescimento mais vigoroso, eliminaria a regeneração natural, sendo preferível à prática de implantação total (ação 10), dada a dificuldade de controle da competidora seletivamente.

Na prática, a indução do banco de sementes local é recomendada apenas nas situações de restauração cujas características de degradação, de uso histórico e ocupação atual ou da vizinhança, indiquem a possibilidade da presença de banco de sementes de espécies nativas no local. Essa indicação é confirmada no campo pelo restaurador, observando a presença de alguns indivíduos regenerantes nos locais em que, por algum motivo, eles não foram controlados, como nas

áreas marginais à área a ser restaurada, nas de maior declividade e naquelas com ausência de gramíneas exóticas agressivas. Quando há incerteza da presença desse banco de sementes de espécies nativas, recomendamos a adoção, como prática de plantio, do revolvimento do solo da área a ser restaurada 2 ou 3 meses antes do plantio, no início do período de chuvas. Isso pode ser feito com uma gradagem superficial da área, e na metade do período de chuvas a germinação das espécies nativas do banco é avaliada em campo e, então, a efetiva necessidade de plantio é reavaliada.

Ação 7 – Condução da regeneração natural

Essa ação é recomendada para as áreas antropizadas que serão objeto de restauração, e expressaram o potencial de regeneração natural com ocorrência de indivíduos regenerantes após um tempo de isolamento e retirada dos fatores de degradação, ressaltando que geralmente o período de 6 a 12 meses é suficiente para a expressão ou não da regeneração natural.

Essa expressão da regeneração natural é possibilitada pelas características de degradação da área, pelo uso e ocupação histórica e atual e pelas características da vizinhança, sendo muito comum a expressão da regeneração natural após isolamento e retirada do fator de degradação em áreas de pastagem, de agricultura de subsistência, de florestas degradadas por fogo ou de exploração madeireira e mesmo em áreas agrícolas mais tecnificadas, vizinhas de fragmentos florestais remanescentes, que podem fornecer os propágulos para essa regeneração natural, dependendo da qualidade desse fragmento e da sua posição no relevo em relação à área a ser restaurada.

Nas áreas onde é confirmada a presença de regenerantes naturais de espécies nativas em número adequado para a formação que se pretende restaurar – por exemplo, 1.500

regenerantes por hectare, e de várias alturas (arbustivo-arbóreas nas regiões de florestas tropicais) – a condução da regeneração natural é a principal ação de restauração.

Se após a adoção da ação 1, de "isolamento e retirada do fator de degradação" – por exemplo, a retirada do gado e a cessação da roçada em pastagens, ou o fim da exploração madeireira ou agrícola dessas áreas –, a expressão da regeneração natural, confirmada pela presença dos regenerantes, não estiver proporcionando a efetiva ocupação da área, pela competição com espécies superabundantes, como lianas, gramíneas ou bambus exóticos, condição fácil de ser percebida dada a presença de regenerantes dominados por essas competidoras, deve-se, então, implantar a ação de "condução da regeneração natural" (ação 7). Essa ação consistirá, num primeiro momento, no coroamento (limpeza), de 30 a 50 centímetros de diâmetro, de todos os indivíduos regenerantes da área, de todos os tamanhos. Em seguida faz-se uma segunda ação de condução da regeneração natural, a "adubação dos indivíduos regenerantes", que visa incrementar o desenvolvimento desses regenerantes e a cicatrização dessa área num tempo menor, reduzindo assim o período necessário para as ações de controle das espécies competidoras. Essa adubação é decidida de acordo com os resultados da análise química do solo.

A condução da regeneração natural é um importante método de restauração em virtude do seu custo reduzido e por garantir uma ocupação do local a ser restaurado, com espécies de ocorrência regional e também com patrimônio genético regional.

Na prática, a condução da regeneração natural é obtida por meio do controle periódico de competidores (ação 5), como gramíneas exóticas invasoras (colonião, braquiária, entre outros), bambus e lianas, do coroamento dos indivíduos regenerantes e possível adubação desses regenerantes.

Dessa forma, fica claro que a regeneração deve ser tratada como se fosse um plantio de indivíduos jovens, mas com custo inferior, já que não foi necessário produzir a muda dessa espécie nativa e realizar o plantio.

A condução da regeneração natural deve ser adotada como prática de restauração tanto no pré-plantio, nas áreas de restauraçao com presença de regenerantes, como no pós-plantio, em qualquer área restaurada, garantindo que as práticas de manutenção possibilitem a presença dos indivíduos introduzidos artificialmente e também dos naturalmente regenerados na área, pois esses regenerantes também vão contribuir para a restauração da diversidade e dos processos naturais dessa área em restauração.

Figura 7

Exemplo de ação de "condução da regeneração natural" em área de restauracão isolada dos fatores de degradacão

FOTOS: SERGIUS GANDOLFI

Ações 8 e 9 – Adensamento e enriquecimento

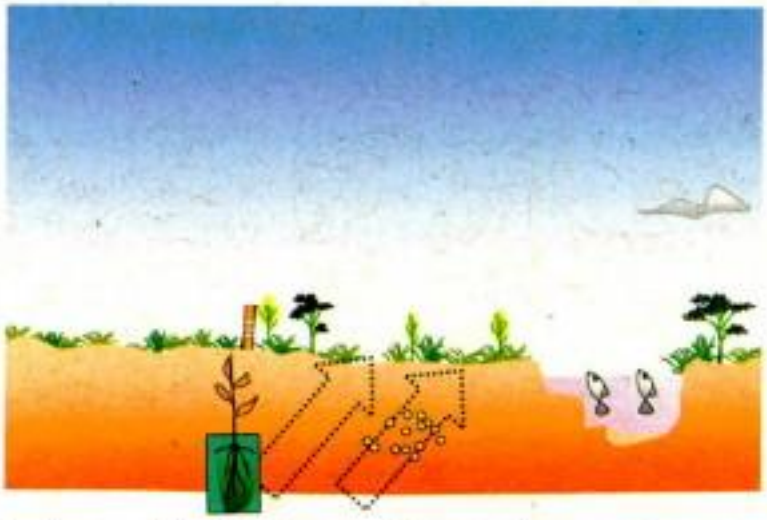
Considerando-se que comumente a regeneração natural se expressa com elevada heterogeneidade espacial, com trechos com grande número de regenerantes e outros com poucos regenerantes e baixa diversidade, foram definidas duas ações complementares de restauração, a de adensamento e a de enriquecimento das áreas onde houve a expressão da regeneração natural após a adoção das ações 1, 5, 6 e 7.

A ação de adensamento representa o preenchimento dos vazios não ocupados naturalmente pela regeneração natural (figuras 3.1 e 3.2), ou seja, essa ação representa o aumento da densidade da regeneração natural visando o preenchimento mais homogêneo da área como um todo.

Figura 3

Desenho esquemático da expressão espacialmente irregular da regeneração natural, após isolamento e retirada do fator de degradação

1. Área de pastagem na beira de um rio. Após a retirada do fator de degradação (gado) e o isolamento da área, surgem no meio do pasto espécies de árvores nativas mais agressivas (regeneração natural), que, no entanto, não recobrem toda a área, deixando manchas só com capim.



2. Área na beira do rio com plantio de adensamento, que consiste em colocar novos indivíduos das mesmas espécies arbóreas já presentes na área, usando sementes ou mudas, para ocupar os vazios onde a regeneração não apareceu e recobrir logo toda a área.

3. Plantio de enriquecimento, que consiste em colocar na área, usando mudas ou sementes, árvores das espécies que não estavam presentes na regeneração natural, em geral, espécies que crescem na sombra (secundárias iniciais ou clímax).

Na ação de adensamento são introduzidos, nos vazios da regeneração natural, mais indivíduos das espécies que já se expressaram na regeneração natural, ou mesmo outras espécies

mais iniciais da sucessão que colaborem para a ocupação total e rápida da área de restauração. A introdução de indivíduos ou o preenchimento da área geralmente é feito com o plantio de mudas dessas espécies iniciais, mas pode ser realizado também com o plantio de sementes, que denominamos "semeadura direta de preenchimento".

Em fragmentos florestais degradados, que deverão receber ações de restauração, o adensamento pode representar o plantio em áreas de borda e nas grandes clareiras desses fragmentos, visando controlar a expansão de espécies competidoras superabundantes (lianas e gramíneas exóticas) por meio do sombreamento.

Em áreas que já expressaram a regeneração natural, ou em fragmentos florestais degradados, em que se observa baixa diversidade de espécies arbustivo-arbóreas pode-se também aplicar uma outra ação de restauração, a de enriquecimento (figura 3.3).

Como já explanado anteriormente, é fundamental, nas regiões tropicais, aumentar a diversidade de áreas em restauração, pois essa alta diversidade pode ser crítica para a sustentabilidade e a perpetuação das áreas restauradas (Souza e Batista, 2004). Assim, o enriquecimento representa a introdução de espécies, dos estágios iniciais e finais de sucessão que não foram amostradas entre os indivíduos regenerantes presentes na área que está sendo recuperada. Nos trechos mais iluminados introduzem-se as espécies mais iniciais e nos trechos mais sombreados as espécies mais finais da sucessão.

O enriquecimento pode ser florístico, com a introdução de novas espécies ainda não ocorrentes na área em restauração, ou pode ser apenas um enriquecimento genético das populações já presentes, com a introdução de indivíduos, de diferentes procedências regionais, das espécies já existentes na área em restauração, visando resgatar a diversidade genética.

O enriquecimento ainda pode ser feito com o plantio de mudas das espécies de interesse ou com o plantio de sementes diretamente na área em restauração ("semeadura direta de enriquecimento"). O uso de sementes é muito promissor, já que as sementes preferencialmente de espécies finais da sucessão são colocadas em ambiente já sombreado e, como não apresentam dormência, geralmente apresentam germinação elevada.

Assim, a adoção da ação de enriquecimento é condicional, decidida com base nos resultados do monitoramento periódico da área em restauração, idealizado para esse fim (Block et al., 2001). Dessa forma, o enriquecimento é realizado quando esse monitoramento aponta que naturalmente não estão sendo introduzidas novas espécies, tendo como base a diversidade de fragmentos florestais pouco degradados da região. Na ausência de enriquecimento natural pode ocorrer o comprometimento da restauração dos processos ecológicos e conseqüentemente a perpetuação da floresta que se quer restaurar. Nessas situações é necessária a ação de enriquecimento tanto dos fragmentos florestais degradados como das áreas restauradas com baixa diversidade (figura 3).

Vale ressaltar que tanto o adensamento como o enriquecimento devem privilegiar espécies atrativas da fauna (ação 13), visando o aumento de recursos para polinizadores e dispersores.

Ação 10 – Introdução de espécies arbustivo-arbóreas

A ação de plantio total deve ser adotada nos programas de restauração de uma dada unidade da paisagem, mas reservada para as situações identificadas no zoneamento da área a ser restaurada, sem ou com baixo potencial de

auto-recuperação, em virtude do elevado estado de degradação da área e de fragmentação da paisagem regional ou em situações em que a expressão desse potencial foi muito baixa, não justificando o seu aproveitamento. Para a ação de plantio total da área a ser restaurada, são vários os modelos existentes na literatura (Engel e Parrota, 2003; Kageyama et al., 2003), tanto a partir de mudas quanto de sementes, no entanto, o modelo aqui apresentado foi desenvolvido pelo LERF, e representa a combinação e distribuição no campo de espécies pertencentes a dois grupos funcionais distintos, espécies de preenchimento e espécies de diversidade, que são implantadas na área degradada na forma de "linhas de preenchimento" que são alternadas com linhas de diversidade.

A ocupação total da área com o uso de sementes, definida como "semeadura direta de preenchimento e de enriquecimento", segue os mesmos preceitos teóricos e metodológicos do plantio de mudas, já que a ação é de plantio total da área. Porém, na semeadura direta há, no estágio natural das pesquisas, dificuldades em se controlar a germinação das sementes colocadas no campo e a competição das espécies nativas semeadas com as espécies competidoras, geralmente gramíneas, cujas sementes acabam por ser também induzidas no ato da semeadura das espécies nativas, nos ambientes agrícolas degradados ou de pastagens agressivas.

A metodologia de plantio total com o emprego de sementes ainda está sendo aprimorada e por isso não será detalhada, mas segue o conceito de primeiro ocupar a área com espécies de rápido crescimento e boa cobertura semeadas diretamente no campo, denominada "semeadura direta de preenchimento", com posterior enriquecimento também com base na semeadura de espécies finais da sucessão,

denominada "semeadura direta de enriquecimento", reservando o plantio de mudas para a restauração de populações de interesse muito especial de conservação, como espécies raras ou espécies-chaves, e para a restauração genética. Vale adiantar que acreditamos ser a semeadura direta para restauração de áreas uma técnica muito promissora para a redução dos custos, sem comprometer o sucesso da restauração.

Ação 11 – Transferência de serapilheira e banco de sementes alóctones

Essa ação tem sido muito testada atualmente, principalmente em áreas de restauração cuja ação de degradação foi a mineração, e tem-se mostrado muito promissora para a ocupação de áreas onde o substrato foi muito alterado, mesmo considerando seu custo elevado.

Ação 12 – Transplante de plântulas e/ou de indivíduos jovens alóctones

Essa ação tem sido muito usada em projetos de restauração, sendo considerada uma estratégia muito eficiente de resgate da diversidade vegetal regional.

Ação 13 – Introdução de poleiros naturais e artificiais

A ação de introdução de poleiros em áreas de restauração, apesar de inovadora, é ainda muito discutida na literatura atual, pois ela depende de muitos aspectos para ser efetiva.

A implantação de fontes de alimentação que atraiam animais dispersores, principalmente aves e morcegos, de remanescentes florestais próximos para a própria área de recuperação é uma importante forma de acelerar o processo de recuperação, pois trazem sementes e propágulos de outras espécies, o que incrementa a diversidade gênica e específica

e já foi demonstrado em vários trabalhos (Guevara et al., 1992; Wunderle Jr., 1997; Galindo-Gonzáles et al., 2000; Otero-Arnaiz et al., 1999).

Isso pode ser obtido com uma escolha adequada de espécies iniciais da sucessão no preenchimento da área (ações de adensamento ou plantio total), contemplando aquelas que sejam atrativas de pássaros, morcegos e outros animais, fornecendo-lhes uma dieta variada de frutos e local de pousio. Essa medida pode gerar um incremento do banco de sementes, com novas espécies na área de projeção das copas, uma vez que esses animais defecam ou regurgitam sementes de outras espécies que trouxeram da floresta e, muitas vezes, estão aptas a germinar.

Nossa proposta é que todas as ações anteriores de introdução de espécies na área em processo de restauração sejam planejadas pensando não apenas nos grupos sucessionais, mas também nos vários aspectos que uma espécie pode simultaneamente favorecer ao ser introduzida numa área em restauração, com a introdução de espécies atrativas da fauna que deverão atuar como poleiros naturais, a introdução de espécies decíduas que, além de permitir maior entrada de luz no ambiente restaurado em algum período do ano, fornecem material vegetal para a recuperação da biota do solo e ainda podem atuar como poleiros eficientes na comunidade, quando esses indivíduos se sobressaírem no dossel, com a introdução de espécies-chaves de florescimento e frutificação, disponibilizarão recursos num período do ano em que a maioria das espécies da comunidade não disponibiliza.

Ação 14 – Introdução de espécies de interesse econômico

Cada país e mesmo regiões têm suas particularidades sobre a possibilidade ou proibição legal do uso e aproveitamento de espécies de interesse econômico em projetos de restauração

de áreas degradadas, definidas em muitos casos como Sistemas Agroflorestais (SAFs).

Para as áreas de restauração no ambiente ciliar, dada a importância ambiental dessa unidade da paisagem e dada a restrição legal de muitos países para essa unidade, considera-se que o possível aproveitamento econômico desse ambiente ciliar seja restrito apenas aos pequenos agricultores familiares, tal como definido em lei, sendo permitido somente manejo de baixo impacto, em comunidade de alta diversidade, usando-se espécies vegetais de interesse medicinal, melífero e frutíferas nativas.

Para áreas não ciliares, o possível aproveitamento econômico pode ser definido na escolha das espécies usadas na restauração, sempre atentando que esse aproveitamento econômico pode trazer benefícios ou grandes prejuízos no sucesso dessa restauração, dependendo de efetivo monitoramento.

3. Aplicação das ações de restauração

Com base no zoneamento da área de restauração, identifica-se as diferentes situações de restauração de acordo com o potencial de auto-recuperação da própria área a ser restaurada e com as características da paisagem local ou da vizinhança, ou considera-se a possibilidade da chegada de sementes por dispersão dos possíveis fragmentos remanescentes da região.

Dessa forma, combinando esses dois critérios em diferentes graus de intensidade, pode-se definir diferentes formas de restauração (tabela 2, página 138) para cada uma das situações identificadas no zoneamento de uma dada unidade da paisagem (microbacia ou propriedade agrícola), permitindo assim a particularização das ações de restauração.

Tabela 2

Conjuntos de ações que devem ser combinadas e implementadas de acordo com o potencial de auto-recuperação existente na área degradada, observado em campo, e com a possibilidade de chegada de sementes vindas da vizinhança por meio do processo natural de dispersao

Restauração de áreas degradadas	Potencial de dispersão de espécies florestais vindas do entorno até a área degradada			
Potencial de auto-recuperação da área degradada	Ausente	Pequeno	Médio	Grande
Ausente	A+I	A+E/I	A+B/C+H	A+B/C
Pequeno	A+E/F/G/H/I	A+E/ F/G/H/I	A+B/C/F/G/H	A+B/C/F/H
Médio	A+F+G+H	A+F+G+H	A+C/F/G/H	A+C/D/F
Grande	A+/F+H	A+D/F/G/H	A+F/H	A

A = Isolamento da área e retirada do fator de degradação (sempre utilizada)
B = Preparo da área para recepção de propágulos vindos por dispersão
C = Introdução de pioneiras atrativas a dispersores
D = Indução da germinação do banco de sementes autóctone
E = Transferência da serapilheira ou de banco de sementes alóctone
F = Condução da regeneração natural
G = Adensamento de espécies por meio de semeadura, ou de transplante de plântulas, ou de plantio de mudas
H = Enriquecimento de espécies por meio de semeadura, ou de transplante de plântulas, ou de plantio de mudas
I = Introdução de consórcios de espécies por meio de semeadura, ou de transplante de plântulas, ou de plantio de mudas

São apresentadas na tabela 2 conjuntos de ações de restauração que devem ser implementados em ordem seqüencial a fim de aumentar as possibilidades de sucesso. Na adoção de tais medidas deve-se considerar, além dos aspectos ecológicos, as dificuldades operacionais e de custo envolvidas em cada caso particular. Na implementação de tais conjuntos de ações, deve-se observar o efetivo resultado de cada ação anterior, antes de adotar, ou não, a ação seguinte, pois nem sempre um potencial esperado se expressa, ou às vezes se expressa, de maneira muito melhor que a inicialmente prevista.

Referências bibliográficas

ALLISON, G. "The influence of species diversity and stress intensity on community resistance and resilience". *Ecological Monographs*, nº 74, 2004, pp. 117-134.

ARONSON, J. e VAN ANDEL, J. "Challenges for ecological theory", in: VAN ANDEL, J. e ARONSON, J. *Restoration ecology: The new frontier*. Oxford, Blackwell Publishing, 2005, pp. 223-233.

ARONSON, J.; FLORET, C.; LE FLOC'H, E.; OVALLE, C. e PONTANIER, R. "Restauration et rehabilitation des ecosystems degrades en zones arides et semi-arides – Lê vocabulaire et lês concepts", in: PONTANIER, R.; M'HIRI, A.; AKIMI, N.; ARONSON, J. e LE FLOC'H, E. *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait?*. Paris, John Libbey Eurotext, 1995, pp. 11-29.

BARBOSA, L. M. "Contribuições para o planejamento estratégico do programa de repovoamento vegetal do Estado de São Paulo". *Workshop* Matas Ciliares, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002.

—. "Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares", in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 235-247.

BELL, S. S.; FONSECA, M. S. e MOTTEN, L. B. "Linking restoration and landscape ecology". *Restoration Ecology*, 5(4), 1997, pp. 318-323.

BLOCK, W. M.; FRANKLIN, A. B.; WARD Jr., J. P.; GANEY, J. L. e WHITE, G. C. "Design and implentation of monitoring studies to evaluate the sucess of ecological restoration on wildlife". *Restoration Ecology*, 9(3), 2001, pp. 293-303.

CÉZAR, P. B. e OLIVEIRA, R. R. *A Floresta da Tijuca e a cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1992.

COCHRANE, M.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M.; SOUZA, C.; LEFEBVRE, P. e NEPSTAD, D. "Investigating positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests", in: WOOD, C. H. e PORRO, R. *Deforestation and land use in the Amazon*. Miami, University Press of Florida, 2002, pp. 285-298.

CORNISH, P.S. e BURGIN, S. "Residual effects of glyphosate herbicide in ecological restoration". *Restoration Ecology*, 13(4), 2005, pp. 695-702.

ENGEL, V. L. e PARROTTA, J. A. "Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais", in: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. et al. (coords.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu, Fepaf, 2003, pp. 1-26.

FIEDLER, P. L.; WHITE, P. S. e LEIDY, R. A. "The paradigm shift in ecology and its implications for conservation", in: PICKETT, S. T. A.; OSTFELD, R. S.; SHACHAK, M. et al. *The ecological basis of conservation: Heterogenity, ecosystems and biodiversity*. Nova York, International Thomson Publ., 1997, pp. 121-143.

GALINDO GONZÁLES, J.; GUEVARA, S. e SOSA, V. J. "Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest". *Conservation Biology* 14(6), 2000, pp. 1.693-1.703.

GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P. e LABORDE, J. "Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures". *Journal of Vegetation Science*, nº 3, 1992, pp. 655-664.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. e OLIVEIRA, R. E. "Biodiversidade e restauração da floresta tropical", in: KAGEYAMA, P. Y. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu, Fepaf, 2003.

KAGEYAMA, P. Y. e GANDARA, F. B. "Recuperação de áreas ciliares", in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 235-247.

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K. e BAITELLO, J. B. *Inventário florestal do Estado de São Paulo*. Instituto Florestal/CITDPA/Secretaria de Meio Ambiente/Fapesp, 2005. Disponível em <www.biota.org.br/atlas>.

MACHADO, P. A. L. 10ª ed. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo, Edusp, 2002.

MAYER, P. "Biodiversity – The appreciation of different thought styles and values helps to clarify the term". *Restoration Ecology*, 14(1), 2006, pp. 105-111.

METZGER, J. P. "Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?", in: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. e GANDARA, F. B. (coords.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu, Fepaf, 2003, pp. 49-76.

MONTALVO, A. M.; WILLIAMS, S. L.; RICE, K. J.; BUCHMANN, S. L.; CORY, C.; HANDEL, S. N.; NABHAN, G. P.; PRIMACK, R. e ROBICHAUX, R. H. "Restoration biology: a population biology perspective". *Restoration Ecology*, 5(4), 1997, pp. 277-290.

OTERO-ARNAIZ, A.; CASTILHO, S.; MEAVE, J. e IBARRA-MANRIQUEZ, G. "Isolated pasture trees and the vegetation under their canopies in the Chiapas Coastal Plain, Mexico". *Biotropica*, 31(2), 1999, pp. 243-254.

PARKER, V. T. e PICKETT, S. T. A. "Restoration as an ecosystem process: Implications of the modern ecological paradigm", in: URBANSKA, K. M.; WEBB, N. R. e EDWARDS, P. J. (eds.). *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 17-32.

PICKETT, S. T. A. e THOMPSON, J. N. "Patch dynamics and the design of nature reserves". *Biological Conservation*, v. 13, 1978, pp. 27-37.

PICKETT, S. T. A; PARKER, V. T. e FIEDLER, L. "The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level", in: FIEDLER, L. e JAIN, S. K. (eds.). *Conservation biology: The theory and practice of nature conservation, and management*. Nova York, Chapman and Hall, 1992, pp. 65-68.

PICKETT, S. T. A. e CADENASSO, M. L. "Vegetation dynamics", in: VAN DER MAAREL, E. (ed.). *Vegetation ecology*. Oxford, Blackwell Publishing, 2005, pp. 172-198.

RODRIGUES, R. R. e GANDOLFI, S. "Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares", in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. 3ª ed. *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 235-247.

RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). 3ª ed. *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004.

RODRIGUES, R. R. e NAVE, A. G. "Heterogeneidade florística das matas ciliares", in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO-FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004.

SOUZA, F. M. e BATISTA, J. L. F. "Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure". *Forest Ecology and Management*, nº 191, 2004, pp. 185-200.

SUDING, K. N.; GROSS, K. L. e HOUSEMAN, G. R. "Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology". *Trends in Ecology and Evolution*, 19(1), 2004, pp. 46-53.

VAN ANDEL, J. e ARONSON, J. *Restoration ecology – The new frontier*. Oxford, Blackwell Publishing, 2005.

VÁZQUEZ-YANES, C. e OROZCO-SEGOVIA, A. "Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest". *Annual Review of Ecology and Systematics*, nº 24, 1993, pp. 69-87.

VIEIRA, D. L. M. e SCARIOT, A. "Principles of natural regeneration of tropical dry forest for restoration". *Restoration Ecology*, 14(1), 2006, pp. 11-20.

WENGER, S. "A review of the scientific literature on riparian buffer width, extent and vegetation". *Office of Public Service & Outreach*. Institute of Ecology, University of Georgia, 1999.

WENGER, S. J. e FOWLER, L. "Protecting stream and river corridors: creating effective local riparian buffer ordinances". *Public Policy Research Series*. Institute of Government, University of Georgia, 2000. Disponível em <www.cviog.uga.edu/pprs/pappers.htm>.

WUNDERLE JR., J. M. "The role of animal seed dispersal in acceleration native forest regeneration on degraded tropical lands". *Forest Ecology and Management*, nº 99, 1997, pp. 223-235.

YOUNG, T. P.; CHASE, J. M. e HUDDLESTON, R. T. "Sucession and assembly as conceptual bases in community ecology and ecological restoration". *Ecological Restoration*, nº 19, 2001, pp. 5-19.

YOUNG, T. P.; PETERSEN, D. A. e CLARY, J. J. "The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms". *Ecology Letters*, nº 8, 2005, pp. 662-673.

ZEDLER, J. B. e CALAWAY, J. C. "Tracking wetland restoration: do mitigation sites follow desired trajectories?". *Restoration Ecology*, 7(1), 1999, p. 69.

5

5 Adequação ambiental de propriedades agrícolas

Ricardo Ribeiro Rodrigues, Sergius Gandolfi, André Gustavo Nave, Cláudia Mira Attanasio

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

Resumo

Em virtude de questões legais e mesmo ambientais, a restauração de áreas degradadas tem-se concentrado principalmente no ambiente ciliar. Apesar de as matas ciliares estarem protegidas pela legislação há quase meio século, não foram poupadas da desenfreada degradação das formações naturais. Com o cumprimento da exigência legal pelos órgãos fiscalizadores nas últimas décadas, cobranças judiciais, obrigando a conservação e restauração das formações ciliares, passaram a ser cada vez mais freqüentes e exigentes na qualidade das ações propostas.

No entanto, muitas dessas exigências baseavam-se numa visão restrita de como se pode desenvolver a recuperação de uma área degradada, produzindo assim resultados insatisfatórios.

A percepção de que era necessário ampliar e aprofundar o conhecimento científico disponível sobre a recuperação dessas áreas acabou por estimular o incremento de pesquisas nas matas ciliares, nas mais diferentes áreas do conhecimento. Hoje, já se dispõe de muito conhecimento científico sobre vários aspectos das matas ciliares, por exemplo, sobre as características do meio físico onde elas se encontram, como geomorfologia, solos e hidrologia, sobre as comunidades aí existentes, com a sua florística e os padrões presentes nas matas ciliares, e também sobre os aspectos da dinâmica dessa vegetação, envolvendo ciclagem de nutrientes, fenologia, estratégias adaptativas, avifauna característica dessa formação, ictiofauna, fauna de mamíferos e insetos e até mesmo a questão de nomenclatura relativa à denominação dessas formações florestais. Neste artigo apresentamos sucintamente a metodologia atualmente empregada pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) para a recuperação de áreas degradadas.

1. Introdução

Até muito recentemente, os projetos de restauração se fundamentavam nos paradigmas clássicos da ecologia, também chamados de "paradigmas do equilíbrio" (Pickett et al., 1992; Pickett e Ostfeld, 1992; Pickett e Cadenasso, 2005), em que a metodologia de restauração era definida com base nas características de uma única comunidade escolhida, pelo executor, como modelo de uma comunidade florestal (clímax) existente na paisagem regional, que, portanto, deveria servir de padrão a ser reproduzido pelo projeto local de restauração. De maneira que pudesse atender a essa exigência, a restauração se restringia ao "plantio de mudas", pois essa

ação era a única que permitia prever as espécies arbustivo-arbóreas e o número exato de indivíduos de cada uma delas que deveriam ser implantados na área degradada.

Novas informações, análises e discussões levaram progressivamente ao surgimento de um novo paradigma na ecologia, o paradigma contemporâneo, ou paradigma do não equilíbrio (Pickett et al., 1992; Parker e Pickett, 1999), e novos referenciais teóricos passaram a embasar a ecologia de restauração (Zedler e Callaway, 1999; Suding et al., 2004; Young et al., 2005; van Andel e Aronson, 2005).

Nesse novo contexto, perdeu sentido a busca de uma comunidade clímax única como modelo de referência para a execução de projetos de restauração em dado local ou região. Uma vez dentro do novo referencial, é aceitável que as mudanças sucessionais da vegetação possam ocorrer seguindo múltiplas trajetórias (Zedler e Callaway, 1999) e não há, obrigatoriamente, uma convergência de trajetórias da sucessão que leve a um "único ponto clímax ideal". A incorporação desse novo referencial e a acumulação de experiências práticas determinaram a reformulação da metodologia de restauração até então empregada, que deixou de se preocupar com a reprodução de uma única comunidade madura para enfocar a restauração dos processos que levam à construção de uma comunidade funcional.

Outras possibilidades foram, então, consideradas e desenvolvidas como ações de restauração, principalmente aquelas relacionadas com a resiliência ecológica dessas áreas, como a possibilidade da chegada de propágulos da vizinhança e a presença de regenerantes naturais na área degradada. Maior enfoque também foi dado ao papel do resgate da diversidade regional, para garantir a sustentabilidade da comunidade restaurada.

O significativo conhecimento já acumulado sobre as florestas tropicais e, principalmente, sobre os processos envolvidos

na sua dinâmica, tanto de áreas remanescentes preservadas quanto em diferentes graus e tipos de degradação, tem conduzido a uma significativa mudança na orientação dos programas de manejo e restauração florestal, que deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais para assumir a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações da comunidade (Rodrigues e Gandolfi, 2004).

Alguns aspectos teóricos e metodológicos da restauração de matas ciliares estão sendo exaustivamente discutidos e testados. Nessa discussão, um dos pontos de quase total consenso é que o sucesso dessas propostas está pautado pelo sucesso do restabelecimento da biodiversidade das matas ciliares, envolvendo não só as demais formas de vida vegetal como os diferentes grupos da fauna e suas relações ecológicas.

A metodologia de recuperação de áreas degradadas usada pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal baseia-se em quatro preocupações principais. A primeira é estabelecer as ações de recuperação, sempre atentando para o potencial ainda existente de **auto-recuperação** dessas áreas, definido pela capacidade de suporte do substrato, pelas características do entorno e pelo histórico de degradação. A segunda preocupação é que essas iniciativas sejam feitas sempre com elevada **diversidade**, tendo como base o Programa Biota/Fapesp, garantindo, além da restauração da diversidade vegetal, que é uma das funções da recuperação de áreas, a sua condição de autoperpetuação. A terceira é que haja o **reconhecimento** de que numa paisagem onde existem diversas áreas degradadas, variam entre elas o potencial e as possibilidades de restauração, devendo-se fazer um zoneamento dessa paisagem de maneira que diferencie esses potenciais e possibilidades, prescrevendo para cada uma delas a solução mais adequada. A quarta é que todas as

ações sejam definidas de forma que permita a **auto-suficiência** dos executores dessas iniciativas de recuperação de matas ciliares, possibilitando o estabelecimento de um programa permanente de recuperação de áreas. Essas preocupações têm como conseqüência a redução de custos e principalmente a garantia do sucesso das ações de recuperação e a autoperpetuação dessas áreas.

Vale destacar que, apesar do sucesso de várias iniciativas de recuperação de mata ciliar, principalmente da sua fisionomia florestal, muitos avanços devem ainda ocorrer com o acúmulo de dados biológicos das espécies ocupantes dessas situações ciliares e de dados sobre os indicadores de monitoramento dessas áreas com diferentes idades e metodologias de restauração, possibilitando assim a definição de ações de recuperação, que resultam também na restauração de processos ecológicos mantenedores dessas formações ciliares como principal alternativa para garantir a autoperpetuação dessas áreas restauradas (Siqueira, 2002; Sorreano, 2002; Souza, 2002).

O LERF tem testado amplamente uma metodologia de restauração, com a participação de alunos de graduação e pós-graduação, não de forma isolada, mas com iniciativas de parceria com produtores rurais, empresas, prefeituras, organizações não-governamentais etc. Nesse programa, denominado Programa de Adequação Ambiental de Propriedades Agrícolas, classificamos os objetivos em gerais e específicos.

a) Objetivos gerais

- Diagnosticar as irregularidades e as regularidades ambientais de propriedades agrícolas.
- Propor a metodologia mais adequada no que diz respeito à eficiência e ao custo, bem como à regularização dessas propriedades.

- Caracterizar floristicamente as formações naturais remanescentes na paisagem.
- Marcar matrizes para coleta de sementes e produção das mudas que deverão ser usadas na adequação dessas propriedades à legislação ambiental vigente, num prazo tecnicamente definido para garantir o sucesso das ações.
- Produzir instrumentos de educação ambiental, capacitando alunos de graduação e pós-graduação dos diversos cursos das áreas agrárias e biológicas nas diversas etapas desse trabalho.

b) Objetivos específicos

- Zoneamento ambiental das propriedades e municípios, com mapeamento e planejamento das ações de preservação e recuperação das áreas degradadas.
- Recuperação de áreas degradadas, principalmente as de preservação permanente e Reserva Legal instituídas no código florestal brasileiro.
- Levantamento florístico dos remanescentes florestais existentes nas propriedades.
- Implantação de viveiro florestal de espécies nativas, com produção destinada às atividades de recuperação de áreas degradadas e fomento.
- Marcação de matrizes de espécies nativas regionais nos fragmentos remanescentes da propriedade e da região, com diversidade florística e genética.
- Elaboração de trilhas de espécies para serem utilizadas em atividades de educação ambiental.

- Difusão do conhecimento de tecnologias de recuperação de áreas degradadas e capacitação técnica de profissionais, funcionários de empresas e municípios e estudantes universitários.

2. Materiais e métodos

2.1. Mapeamento das áreas e zoneamento ambiental

O zoneamento ambiental das áreas naturais e antrópicas das propriedades tem o objetivo de respaldar os projetos de restauração, para avaliar o potencial de auto-recuperação ou resiliência dessas áreas. É elaborado por meio da análise de fotografias aéreas recentes e coloridas, checagem de campo e auxílio de programas computacionais específicos (SIG – Arc View, Arc Gis etc.), fazendo com que os alunos aprendam a fotointerpretar e gerar mapas temáticos.

As propriedades envolvidas são percorridas pela equipe técnica do projeto, que delimita e avalia todos os fragmentos florestais remanescentes, as áreas de preservação permanente e as de interesse ambiental (corredores ecológicos, áreas de baixa aptidão agrícola etc.).

Todas as situações encontradas são identificadas em mapas individuais das propriedades (figura 1, página 152) e diagnosticadas em fichas descritivas, com dados gerais da propriedade, do tamanho das áreas a serem recuperadas, da quantidade e qualidade dos remanescentes naturais e do grau de isolamento das situações de recuperação, distantes 50 metros de outros fragmentos florestais.

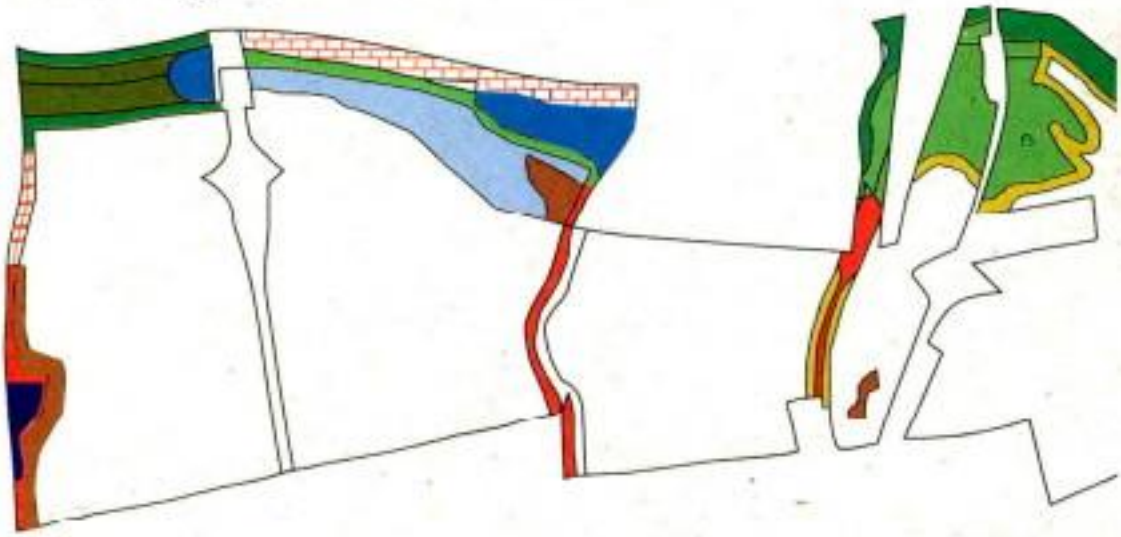
2.2. Levantamento florístico

Os levantamentos florísticos dos remanescentes florestais consistem na coleta e identificação das espécies arbustivo-arbóreas de todos os fragmentos florestais, de seu ambiente

Figura 1

Mapa final das classes de uso e cobertura do solo e delimitação das áreas a serem recuperadas ou manejadas

Fazenda Vargem Alegre, Usina Vale do Rosário, Morro Agudo, São Paulo



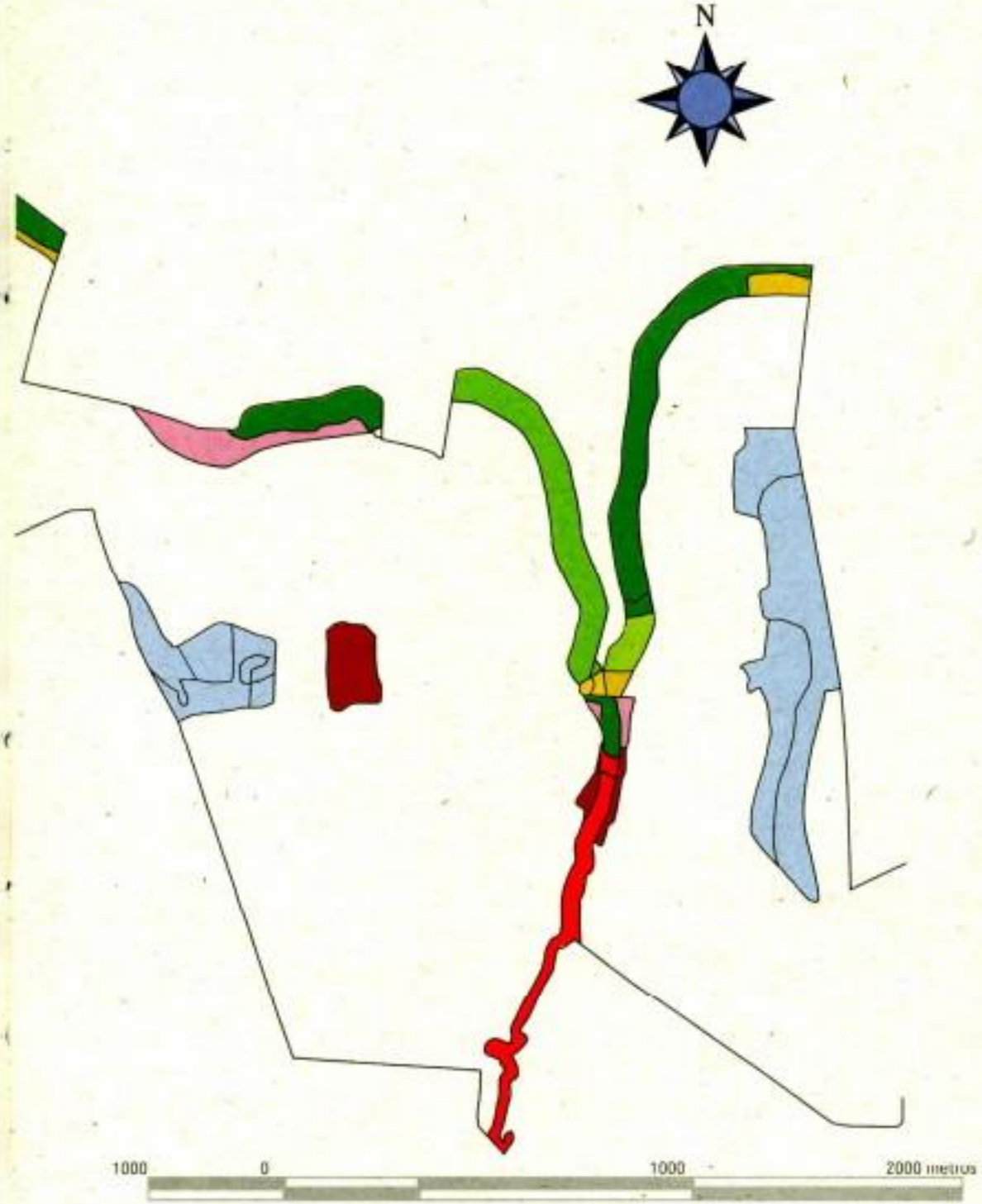
Vejetação em APP real
- Cerradão muito degradado
- Campo úmido antrópico
- Campo úmido natural
- Campo úmido natural
- Floresta ribeirinha muito degradada
- Reflo. de esp. nat. baixa div. com falhas
- Reflo. de esp. nat. baixa div. sem falhas

Outros em APP
- Área abandonada
- Área urbanizada
- Cana
- Pasto

Outros fora de APP
- Área abandonada
- Área urbanizada
- Cana
- Pasto

Vejetação fora de APP
- Cerradão muito degradado
- Floresta estacional decidual degradada
- Floresta estacional decidual muito degradada
- Floresta ribeirinha muito degradede
- Reflo. de esp. nat. baixa div. com falhas
- Reflo. de esp. nat. baixa div. sem falhas
- Hidrografia
- Hidrografia
- Divisa
- APP total

Fonte: LERF/ESALQ/USP.


N
1000
0
1000
2000 metros

de ocorrência, como tipo vegetacional, clareira, borda, interior da mata etc. São realizados com vistas na restauração das áreas degradadas das propriedades. Nesse levantamento é também descrito o estado de degradação dos fragmentos remanescentes, objetivando o manejo e conservação dos mesmos (figura 2).

Figura 2
Exemplo de coleta de material botânico na caracterização de fragmenos florestais

Para a caracterização do tipo vegetacional e do grau de degradação dos diversos fragmentos florestais são utilizadas as descrições das espécies vegetais que ocorrem nesses fragmentos florestais (florísticas) e as descrições do aspecto visual (fisionômicas) obtidas durante as checagens de campo. A definição do estado de degradação é obtida considerando o número de estratos florestais, a presença de lianas em desequilíbrio na borda dos fragmentos e a presença de gramíneas exóticas, além de indícios como a ocorrência de incêndios.

Pelo aspecto educacional, nessa etapa observam-se técnicas de coleta, identificação e herborização de material botânico, além de classificação de diferentes fisionomias florestais e grau de degradação delas.

2.3. Marcação e mapeamento de árvores matrizes

A marcação e o mapeamento de matrizes, com o objetivo de restaurar as áreas degradadas, permite a coleta de sementes para a criação de viveiro de mudas com diversidade florística e genética na propriedade, objeto do programa de adequação. Para facilitar a localização e a identificação das árvores matrizes e otimizar o trabalho de coleta de sementes, a equipe do projeto de adequação ambiental realiza a marcação de árvores matrizes de diversas espécies florestais, nos diferentes tipos florestais, em vários fragmentos de cada um deles. As árvores escolhidas são marcadas com placas numeradas de alumínio, pregadas nos troncos.

De cada indivíduo marcado são anotadas suas características principais, como nome científico e vulgar da espécie, época de colheita, altura, informações sobre o local, incluindo as coordenadas geográficas de cada indivíduo etc. Dessa forma, obtém-se uma listagem de todos os indivíduos marcados e as informações pertinentes a cada um deles (tabela 1, página 156). Com a listagem em mãos, o viveirista – funcionário treinado pela equipe do programa de adequação ambiental – poderá saber quando coletar cada espécie da lista e localizá-las facilmente pelos mapas ou com a utilização de GPS manual.

A marcação dessas árvores matrizes possibilitará a produção de mudas com menor custo e maior diversidade genética, além de ser caracterizadas como espécies de ocorrência regional. Nessa etapa, os funcionários podem ser capacitados, usando critérios técnicos, para marcação de matrizes e coleta de sementes.

Tabela 1

Exemplo de tabela com dados de matrizes arbóreas georreferenciadas para coleta de sementes e produção de mudas

Nome popular	Espécie/famílias	Grupo de plantio*	Número de indivíduos	Número da matriz	Coordenada X (22k)	Coordenada Y (UTM)	Fazenda ou localização
Açoita-cavalo	*Luehea candicans* (Tiliaceae)	P	1	728	666593	7766486	Santa Maria II
				151	671508	7774931	Fazenda Paraíso
				153	671579	7774893	Fazenda Paraíso
				210	693516	7741287	São Benedito
Açoita-cavalo	*Luehea divaricata* (Tiliaceae)	P	12	224	693642	7741358	São Benedito
				278	693380	7739595	São Benedito
				344	693510	7738321	São Benedito
				549	694652	7740042	São Benedito

* Grupo de plantio: P – preenchimento; D – diversidade (indicado para outras espécies não apresentadas nesse exemplo).

Fonte: LERF/ESALQ/USP (www.lerf.esalq.usp.br).

3. Implantação de viveiro florestal de espécies nativas

Em virtude da necessidade de grande quantidade de mudas florestais para a implantação dos programas de adequação ambiental é elaborado um projeto de criação de viveiro para a produção de mudas de espécies nativas pela empresa. Esse viveiro é dimensionado de acordo com as irregularidades identificadas no zoneamento e terá tempo de vida definido. Portanto, estruturas não definitivas e de custo baixo, preferencialmente usando materiais recicláveis disponíveis.

As mudas produzidas nos viveiros apresentam boa qualidade e variabilidade genética e são destinadas às atividades de recuperação de áreas degradadas a um menor custo para a empresa (figura 3).

Figura 3
Vista parcial de um viveiro de uma usina do Estado de São Paulo

SERGIUS GANDOLFI (ESALQ/USP)

Essas mudas poderão ainda ser usadas no desenvolvimento de atividades de educação ambiental com os próprios funcionários ou com escolas, instituições filantrópicas e outras da região.

Os viveiros estarão capacitados também para fornecer mudas aos visitantes (como parte das atividades de educação ambiental), tanto para a recuperação de áreas como para a introdução de pomares e, ainda, para fins de paisagismo. Essas ações de fomento possibilitarão, não só a viabilização de uma adequação ambiental da própria região, como o desenvolvimento da função de disseminadora de preceitos e atitudes ambientais.

Outro aspecto importante a ser destacado é o treinamento técnico para o cuidado com os viveiros e com a coleta de sementes das árvores matrizes georreferenciadas. Além da coleta dessas sementes, os funcionários foram orientados para o beneficiamento e armazenamento delas (separação do fruto, retirada de polpa, arilo ou mucilagem, lavagem, secagem ao sol etc.). Com o beneficiamento das sementes espera-se garantir maior taxa de germinação, bem como maior rapidez no processo de semeadura. Para auxiliar os viveiristas, a equipe do projeto elaborou uma bibliografia dos processos de quebra de dormência e armazenamento de diversas espécies, que foi incorporada à listagem das matrizes.

4. Implantação de trilhas educativas

As trilhas educativas são organizadas com o objetivo de apoiar atividades de educação ambiental, fornecendo subsídios para a formação de consciência ecológica entre os visitantes e divulgação de seu programa de adequação ambiental. A produção de materiais para as atividades de educação ambiental é orientada por profissionais especializados.

O público-alvo é formado por funcionários e seus familiares, visitantes, estudantes e outros grupos dos municípios da região.

Com base no trabalho de zoneamento e caracterização das áreas naturais são escolhidos fragmentos florestais em bom estado de conservação, com importância histórica, ecológica e cênica. Nesses locais são estabelecidas trilhas que levam ao reconhecimento de diferentes tipos de vegetação e de algumas de suas espécies vegetais mais representativas. Para traçar a trilha, não são retiradas árvores ou arvoretas; utiliza-se esporadicamente o facão para o desbaste de eventuais lianas e galhos de arbustos espinhosos para permitir a passagem de um grupo de pessoas.

Nessas trilhas, os visitantes têm a oportunidade de caminhar com um guia, ao longo de plantas numeradas, com correspondência em um livreto, que é o manual da trilha. As informações desses livretos são obtidas por meio de pesquisas bibliográficas sobre os tipos de vegetação e espécies constituintes.

5. Resultados e discussão

O zoneamento ambiental gera os principais dados das propriedades – tamanho das áreas a serem recuperadas, quantidade e qualidade dos remanescentes naturais, grau de isolamento das situações de recuperação, distantes 50 metros de outros fragmentos florestais. Delimitadas as áreas de preservação permanente e identificadas as áreas potenciais para criação da Reserva Legal obrigatória (remanescentes florestais fora de área de preservação permanente e áreas agrícolas de baixa produtividade), o zoneamento permite a escolha dos métodos de recuperação segundo os parâmetros das tabelas 2 e 3 (páginas 160 a 163), que apresentam um resumo das situações encontradas em propriedades do Estado de São Paulo.

Tabela 2

Exemplo de descrição de situações ambientais e respectivas ações de restauração recomendadas pelo LERF

Situações em APPs	Ações prioritárias (incondicionais)
Área abandonada, com ou sem baixa regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ou não na paisagem regional	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação. 2. Plantio total em sistema de cultivo mínimo.
Pasto com ou sem baixa regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ou não na paisagem regional	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação. 2. Plantio total em sistema de cultivo mínimo.
Pasto com muitas árvores adultas isoladas (>200 árv./ha) sem regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ou não na paisagem regional	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação. 2. Adensamento. 3. Enriquecimento florístico e genético com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento – metodologia em desenvolvimento) de espécies das "várias formas de vida" da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estágios finais de sucessão.
Cultura perene isolada na paisagem regional	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação. 2. Adensamento. 3. Enriquecimento florístico e genético com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento – metodologia em desenvolvimento) de espécies das "várias formas de vida" da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estágios finais de sucessão.
Cultura anual isolada na paisagem regional	1. Isolamento e retirada dos fatores de degradação. 2. Plantio total em sistema de cultivo mínimo, quando for possível, ou tradicional.

Fonte: LERF/ESALQ/USP (www.lerf.esalq.usp.br).

Ações complementares (condicionadas a monitoramento prévio)	Ações facultativas
3. Introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia etc.).	
3. Introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia etc.).	
	4. Introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia etc.).
	4. Introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia etc.).
	3. Introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia etc.).

Tabela 3

Exemplo de tabela de diagnóstico

Situação		Áreas (ha) e porcentagens parciais
Área total		33.236,28 ha
Área de Preservação Permanente (APP)		Com florestas – 822,11 ha (2,47%)
		Com campo úmido – 2.214,37 ha (6,67%)
		Com reflorestamento com nativas – 6,4 ha (0,02%)
		Com pastagens isoladas – 385,80 ha (1,16%)
		Com pastagens pouco isoladas – 66,73 ha (0,20%)
		Com pastagens não isoladas – 122,52 ha (0,37%)
		Com cana isolada – 717,13 ha (2,15%)
		Com cana pouco isolada – 87,97 ha (0,26%)
		Com cana não isolada – 168,48 ha (0,51%)
		Com demais ocupações isoladas – 38,31 ha (0,12%)
		Com demais ocupações pouco isoladas – 1,56 ha (0,01%)
		Com demais ocupações não isoladas – 11,16 ha (0,03%)
		Com reflorestamento com exóticas – 65,97 ha (0,20%)
Reserva Legal**		Com floresta – 544,78 ha (1,64%)
		Com plantio de espécies nativas – 9,56 ha (0,03%)
		Área de ampliação da Reserva Legal*** 6.092,92 – ha (18,33) %
Áreas restantes		Áreas com aptidão agrícola, não sujeitas à incorporação da Reserva Legal
		Com plantio de espécies arbóreas exóticas

A tabela de diagnóstico de uma propriedade agrícola, com a quantificação das irregularidades ambientais, é baseada na legislação florestal. Esse diagnóstico de irregularidades é elaborado considerando as diferentes situações encontradas no zoneamento, de acordo com o histórico de uso e ocupação de cada trecho irregular da propriedade e das características de seu entorno, permitindo particularizar as ações de restauração.

Fonte: LERF/ESALQ/USP (www.lerf.esalq.usp.br).

		% *
		100
3.042,88 ha (9,16%)	APP Total 4.708,51 ha	14,17
1.665,63 ha com áreas a serem restauradas (5,01%)		
554,34 ha Reserva Legal atual (1,67%)	Área de Reserva Legal total 6.647,26 ha	20,00
	21.745,06 ha	65,43
	134,45 ha	0,40

* Porcentagens referentes à área total de estudo = 33.236,28 ha.

** Para Reserva Legal, os valores da tabela se referem àqueles obtidos com base na Medida Provisória nº 1956/1957, em vigor, que está em processo de análise e discussão no Poder Legislativo e por isso valores sujeitos a alterações.

*** Áreas sem aptidão agrícola; áreas com acentuada declividade; áreas de divisa de propriedade; áreas de interesse ecológico, como corredores para fauna interligando fragmentos florestais etc.

Tabela 4

Descrição das principais situações observadas em usinas produtoras de açúcar e álcool do interior paulista

120 Fazendas	Municípios	Área total	Áreas fora de APP			APP total
			Formações naturais	Reflorestamento com espécies nativas	Reflorestamento com espécies exóticas	
		ha	ha	ha	ha	ha
Propriedade 1	Guairá	1.603,09	1,08		1,61	332,42
Propriedade 2	Barretos	909,59	3,46			52,99
Propriedade 3	Guairá	913,4	4,25		1,33	41,40
Propriedade 4	Barretos	405,90	68,10		3,92	37,36
Propriedade 5	Guairá	312,34	0	2,46		12,23
Propriedade 6	Morro Agudo	3.401,51	53,46			380,83
Propriedade 7	Morro Agudo	2054,9	21,90		10,03	147,33
Propriedade 8	Guairá	408,26	1,27		3,52	68,01
Propriedade 9	Barretos	1.919,82	12,91			111,25
Propriedade 10	Barretos	46,15	0,03			3,08
Propriedade 11 etc.	Barretos	528,39	2,99		0,53	214,51

Fonte: LERF/ESALQ/USP (www.lerf.esalq.usp.br)

A tabela 4 apresenta os dados obtidos pelo zoneamento ambiental de algumas propriedades produtoras de açúcar e álcool do interior paulista.

Área de Preservação Permanente – APP						
Com vegetação				A restaurar		
Formações naturais	Reflorestamento com espécies nativas	Campo úmido	Cana	Pastagem	Reflorestamento com espécies exóticas	Demais ocupações
ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
50,69	0,38	167,08	34,43	77,67		2,17
9,69		22,49	19,85	0		0,96
7,94		13,36	20,10	0		
6,84		10,39	6,73	6,80	0,99	5,61
2,03	0,06	4,76	5,38	0		0
42,94		104,70	58,69	164,75		9,75
33,29		47,17	18,95	47,92		0
8,92		44,69	12,81	0	0,43	1,16
25,35		43,78	37,39	2,32		2,41
0,99			0,62	0		1,47
22,57		156,16	31,39	3,23	0,38	0,78

Feitas as avaliações e checagens das características atuais das propriedades a serem adequadas, pode-se agora sumarizar todas as situações de vegetação natural e áreas antropizadas encontradas e as ações a serem prescritas para a recuperaçao de cada uma delas.

Tabela 5

Exemplo de identificação das situações de degradação

SITUAÇÕES DE DEGRADAÇÃO
Floresta ribeirinha degradada
Floresta ribeirinha muito degradada
Cerradão degradado
Cerradão muito degradado
Floresta paludosa degradada
Floresta paludosa muito degradada
Campo úmido
Floresta estacional decidual degradada
Floresta estacional decidual muito degradada
Borda de floresta
Área de Preservação Permanente (APP) com reflorestamento com espécies exóticas
APP com cana isolada de fragmentos florestais
APP com cana pouco isolada de fragmentos florestais
APP com cana não isolada de fragmentos florestais
APP com pasto isolado de fragmentos florestais
APP com pasto pouco isolado de fragmentos florestais
APP com pasto não isolado de fragmentos florestais
APP com demais ocupações isoladas de fragmentos florestais
APP com demais ocupações pouco isoladas de fragmentos florestais
APP com demais ocupações não isoladas de fragmentos florestais

Características da situação e da metodologia de restauração recomendada pelo LERF para uma usina do Estado de São Paulo.

Essas ações de restauração são apresentadas, na tabela 5, em ordem seqüencial de ações e de conjunto de ações, dependendo da possibilidade de sucesso dessas ações na restauração da área, considerando para isso também a dificuldade de adoção dessas ações e o custo.

	Características da situação		Metodologia de restauração	
	Na área a ser recuperada	Nas áreas vizinhas	Atividades a serem executadas	
	Banco de sementes de espécies florestais (pioneiras)	Remanescentes florestais próximos (dispersão)	Ações Prioritárias	Ações Complementares
	X	X	1	9
	X	X	1 – 5	9 – 13
	X	X	1	9
	X	X	1 – 5	9 – 13
	X	X	1	–
	X	X	1 – 5	9 – 13
	X	X	1	–
	X	X	1	9 – 13
	X	X	1	8 – 13
	X	X	1 – 5	8
	X	X	1	5 – 9 – 13
			1 – 5 – 10	5 – 13
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 8 – 9
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 9
			1 – 5 – 10	5 – 13
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 8 – 9
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 9
			1 – 5 – 10	5 – 13
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 8 – 9
	X	X	1 – 5 – 6 – 7	5 – 9

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Gandolfi, 1996.

Para melhor compreensão dessas ações, veja também a tabela 1, na página 120, deste livro.

Até março de 2006 o Programa de Adequação Ambiental do LERF já havia elaborado e protocolado nos órgãos fiscalizadores relatórios referentes a aproximadamente 1.200.000 hectares de áreas produtivas de diferentes atividades, em vários Estados brasileiros, tendo sido já restaurados 3.000 hectares de florestas ciliares nessas propriedades e gerado um compromisso anual de restauração de 950 hectares por ano de mata ciliar nos próximos 10 anos.

Quanto à marcação de matrizes em propriedades que participaram do Programa de Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do LERF, foram marcadas aproximadamente 6.000 matrizes nessas unidades de produção trabalhadas.

Por meio do Programa de Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do LERF foram produzidas 1.620.000 mudas por ano pelas empresas participantes do programa e estabelecidas 32 trilhas ecológicas nessas áreas .

6. Conclusões

A intensa e difusa degradação dos ecossistemas naturais por todo o Brasil, ocorrida durante séculos e ainda em curso frenético, desencadeou a necessidade premente de se encontrar alternativas científicas e técnicas capazes de orientar as atividades de recuperação de parte dessas áreas. No curso dos últimos 20 anos os esforços da comunidade científica brasileira em conhecer a vegetação nativa ainda remanescente, sua composição, estrutura e dinâmica, e em combinar referenciais teóricos e atividades práticas para a solução de problemas objetivos, permitiram o surgimento de um vigoroso campo de indagações, estudos e práticas voltadas à recuperação desses ecossistemas degradados. Aos poucos, atividades e estudos

isolados deram espaço a um crescente conjunto de pesquisas e projetos, cujos resultados práticos encontram-se difundidos pelo território brasileiro. Embora não se possa de forma alguma considerar concluído o esforço científico para se desenvolver a restauração ecológica no Brasil, muito já se caminhou, e nos últimos anos a transição da fase de projetos isolados para a formulação e implementação de programas de longo prazo, ou permanentes, indica que um novo patamar já foi alcançado. O programa de adequação ambiental desenvolvido pelo LERF representa um exemplo da interação entre o conhecimento gerado na universidade e a sua difusão e uso efetivo pela sociedade. Desenvolvidos o planejamento das áreas envolvidas num dado programa específico de adequação e as atividades de treinamento e capacitação de seus executores, os resultados obtidos são apresentados aos órgãos de fiscalização ambiental e ao ministério público, sendo convertidos em compromissos legais de execução, de acordo com os procedimentos técnicos previstos e com o cronograma acordado, garantindo a efetivação da sua execução.

Até o momento, 1.350.000 hectares de áreas agrícolas foram avaliados e tiveram sua adequação planejada, tendo sido já restaurados 4.710 hectares de matas ciliares, e 42.000 hectares de florestas remanescentes foram protegidos, estando agora em fase de interligação com matas ciliares por meio de corredores ecológicos. Existem ainda, de acordo com compromissos firmados entre seus executores e o ministério público, 1.200 hectares de restauração a serem implantados anualmente nos próximos 10 anos. Essas perspectivas, se não podem ainda dar conta do tanto que já se degradou e ainda se degrada, apontam ao menos para a expectativa de que hoje já dispomos de instrumentos mais efetivos para a restauração desse imenso passivo ambiental.

Referências bibliográficas

PARKER, V. T. e PICKETT, S. T. A. "Restoration as an ecosystem process: implications of the modern ecological paradigm", in: URBANSKA, K. M.; WEBB, N. R. e EDWARDS, P. J. (eds.). *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 17-32.

PICKETT, S. T. A. e CADENASSO, M. L. "Vegetation dynamics", in: VAN DER MAAREL, E. (ed.). *Vegetation ecology*. Oxford, Blackwell Publishing, 2005, pp. 172-198.

PICKETT, S. T. A. e OSTEFELD, R. S. "The shifting paradigm in ecology", in: KNIGHT, R. L. e BATES, S. F. (eds.). *A new century for natural resources management*. Washington, Island Press, 1992, pp. 261-295.

PICKETT, S. T. A; PARKER, V. T. e FIEDLER, L. "The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level", in: FIEDLER, L. e JAIN, S. K. (eds.). *Conservation biology: The theory and practice of nature conservation, and management*. Nova York, Chapman and Hall, 1992, pp. 65-68.

RODRIGUES, R. R. e GANDOLFI, S. "Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica". *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 2, nº 1, 1996, pp. 4-15.

—. "Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares", in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. 3ª ed. *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 235-247.

SIQUEIRA, L. P. "Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil". Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002. Dissertação de mestrado.

SORREANO, M. C. M. "Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades". Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002. Dissertação de mestrado.

SOUZA, S. C. P. M. "Análise de alguns aspectos de dinâmica florestal em uma área degradada no interior do Parque Estadual do Jurupará, Ibiúna, SP". Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002. Dissertação de mestrado.

SUDING, K. N.; GROSS, K. L. e HOUSEMAN, G. R. "Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology". *Trends in Ecology and Evolution*, nº 19, 2004, pp. 46-53.

VAN ANDEL, J. e ARONSON, J. *Restoration ecology: The new frontier*. Oxford, Blackwell Publishing, 2005.

YOUNG, T. P.; PETERSEN, D. A. e CLARY, J. J. "The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms". *Ecology Letters*, nº 8, 2005, pp. 662-673.

ZEDLER, J. B. e CALAWAY, J. C. "Tracking wetland restoration: do mitigation sites follow desired trajectories?". *Restoration Ecology*, nº 7, 1999, pp. 69-73.

Cargill

Complexo Cargill Agrícola

Uberlândia, Minas Gerais

A Cargill é fornecedora internacional de produtos e serviços dos setores de alimentação, agricultura e gestão de riscos. Com mais de 150.000 funcionários em 66 países, a Cargill tem o compromisso de utilizar seu conhecimento e sua experiência para ser a parceira escolhida de seus clientes.

FOTOS DIETE CURTIOLO ARQUIVO CARGILL

Estabelecida no Brasil há 42 anos, a Cargill tem o perfil de uma companhia diversificada. Suas raízes estão ligadas ao setor do agronegócio, fornecendo soluções para as mais importantes indústrias de alimentos do país. Com sede na cidade de São Paulo, a empresa está presente em cerca de 170 municípios de 18 Estados brasileiros com unidades industriais e escritórios conduzidos por cerca de 23.000 funcionários.

Em Uberlândia, Minas Gerais, desde 2000, o conjunto industrial reúne fábricas do Complexo Soja, Amidos e Adoçantes, e Acidulantes, a maior unidade da empresa fora dos Estados Unidos com 610 funcionários diretos e cerca de 170 indiretos, destaca-se por ser uma das maiores em arrecadação de impostos municipais. Para se ter uma idéia do ritmo dessas unidades, diariamente 500 caminhões entram com grãos de soja, milho e açúcar e saem com vários produtos que levam a marca Cargill.

Soja

Em 12 de março de 1986 a Cargill inaugurou sua primeira unidade em Uberlândia, uma moderna fábrica de processamento de soja. Foram investidos cerca de 20 milhões de dólares, para a produção de óleo de soja refinado das marcas Liza e Veleiro, óleo a granel para indústrias de alimentos e química, farelo de soja e pellets de soja. Além disso, ela distribui óleos especiais: milho, canola e girassol, das marcas Liza e Claris, maionese e azeite extra e extravirgem. Em 1999 inaugurou sua unidade de produção em embalagens *pet*.

A unidade produz óleo bruto e óleo refinado destinados ao mercado interno. Farelo de soja e *pellets* abastecem o mercado interno e externo.

A fábrica passou por constantes ampliações e boa parte da produção é exportada, utilizando a ferrovia que liga Uberlândia ao Terminal de Guarujá e Paranaguá para o escoamento da produção de farelo de soja e da própria matéria-prima.

A soja processada nessa unidade vem de Minas Gerais, do sul de Goiás e do Mato Grosso.

Processamento de soja gera uma série de ingredientes		
Produto	Utilização	Nome comercial
Óleo	Óleo de soja refinado	Liza e Veleiro (óleo refinado a granel)
Farelo	Ingrediente para rações animais	Farelo a granel farelado Farelo a granel peletizado Farelo ensacado

Amidos e adoçantes

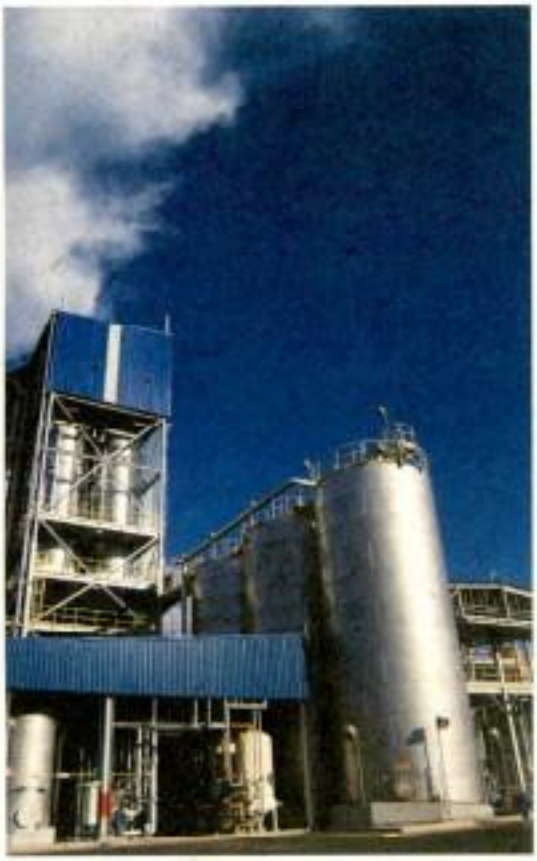
Em 6 de agosto de 1990 a empresa inaugurou uma segunda unidade, a de processamento de milho por via úmida. Com um investimento inicial de 70 milhões de dólares, essa unidade de processamento de milho abastece o mercado nacional com amidos alimentícios e industriais; xaropes de glucose de milho para o setor alimentício, e não modificado para a indústria de papel, mineração, têxtil e alimentícia; maltodextrinas; fibra e glúten para ração animal e germe para a extração de óleo de milho. O amido (cerca de 70% da composição do milho) é o principal produto e responde pelo maior volume do negócio.

Processamento do milho gera uma série de ingredientes utilizados para os mais diversos fins		
Produto	**Utilização**	**Nome comercial**
Amidos alimentícios	Fabricação de biscoitos, molhos embutidos, sorvetes, balas etc.	Amilogill, Gomagill e Modegill
Amidos industriais	Aplicações industriais (mineração, têxtil, papel e embalagem)	Stargill
Amido natural	Indústria farmacêutica	Amilofarma
Fibra	Ingrediente de ração animal	Promill
Germe	Extração de óleo de milho e para alimentação animal	Germe
Glúten	Alimentação animal (aves)	Glutenose
Xarope de glucose	Fabricação de geléias, balas, doces, chicletes, cervejas, bebidas, laticínios, panificação, cobertura para sorvetes, biscoitos etc.	Brewgill, Glucogill, Drygill, Glucodry, Maltegill, Isoglucogill, Dextrogill e Maltodextrinas

Ácido cítrico

Em 29 de setembro de 1998 iniciou-se a construção da terceira unidade, inaugurada em 18 de maio de 2000, com investimentos de 190 milhões de reais.

O ácido cítrico, muito usado pela indústria alimentícia, é uma substância natural e versátil cuja produção tem como matéria-prima o açúcar ou o milho. Cerca de metade da produção fabricada no mundo é usada como acidulante e estimulante de aroma em refrigerantes, sucos de frutas, geléias, frutas em conserva, balas, indústria de laticínios etc. O ácido cítrico garante maior palatabilidade e ajuste de acidez em produtos muito doces. Age como conservante na produção de alimentos e ingredientes alimentícios feitos com óleo de soja e gorduras hidrogenadas. Serve como acidificante e conservante em pães, biscoitos e derivados. Como preservante, inibe o crescimento de fungos e mofos, e como antioxidante retarda a degradação das gorduras das carnes. Além das aplicações na indústria alimentícia, é usado na fabricação de cosméticos e medicamentos, na indústria de detergentes biodegradáveis e até na produção de plásticos.



A unidade de Uberlândia tem tecnologia de ponta para obtenção de produtos uniformes, estáveis, duplamente cristalizados, única no Brasil com esse diferencial.

Em outubro de 2001 iniciou a produção de citrato de sódio, resultado de uma reação química do ácido cítrico. O objetivo desse investimento foi ampliar os negócios da unidade, criando oportunidad es de parcerias com novos clientes, reforçando as existentes e abastecendo os mercados da América Latina.

Processamento do ácido cítrico e suas aplicações		
Produto	**Utilização**	**Embalagens**
Ácido cítrico fino e/ou granular	Fabricação de bebidas light, isotônicos, refrigerantes, recheio de biscoitos, balas, gomas de mascar, maioneses, molhos, doces, geléias, sorvetes, cereais matinais, recheios de frutas, pós para refrescos, sopas, bebidas lácteas, iogurtes, aromas e fragâncias, margarina, produtos farmacêuticos, salgadinhos	Big Bag – 500 kg Big Bag – 1.000 kg Saco – 25 kg
Citrato de sódio e/ou granular	Fabricação de bebidas light, isotônicos, refrigerantes, maioneses, molhos, gelatinas, sorvetes, pós para refrescos, bebidas lácteas, iogurtes, queijos, requeijões, leite UHT, polpa de frutas, produtos *diet/light*	Big Bag – 500 kg Big Bag – 1.000 kg Saco – 25 kg
Ácido cítrico líquido	Indústria têxtil e curtume	A granel

Cargill
Responsabilidade Social

Em Uberlândia, Minas Gerais, a Fundação Cargill beneficia por meio dos seus programas Fura-Bolo e *"de grão em grão"*, educadores, merendeiras e alunos do ensino fundamental de 1ª a 4ª séries, em 15 escolas da rede municipal.

São 480 educadores de escolas públicas municipais, aproximadamente 10.000 alunos, 160 merendeiras, 10.000 famílias e 25 voluntários.

Além dos programas educacionais, a Cargill faz doação de amido industrial e óleo de soja a entidades do município e é parceira solidária em alguns programas desenvolvidos por instituições, como:

- Instituto Virtus, que proporciona a 130 crianças, jovens e adultos portadores de deficiência física o acesso à prática, ao aprendizado e ao aperfeiçoamento esportivo nas modalidades nado livre, nado especial, basquete em cadeiras de rodas e halterofilismo adaptado.
- Fraternidade Assistencial Lucas Evangelista, com a manutenção da casa onde vivem internos portadores do vírus HIV.

Cargill em outros municípios mineiros

A Cargill possui ainda vários escritórios de compra de soja e milho nas seguintes cidades: Almeida Campos, Boa Sorte, Conceição das Alagoas, Frutal, Ibiá, Patos de Minas, Patrocínio, Perdizes e Planura.

1. Unidade de Compostagem

Na Cargill, unidade Uberlândia, existe o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, que identifica, quantifica, armazena, trata e destina os resíduos de forma ambientalmente correta, desde a sua geração nos pontos de origem.

Guiada pela visão de responsabilidade ambiental e social, a Cargill constatou a necessidade de dar uma destinação apropriada aos resíduos gerados pelas unidades fabris da empresa.

Assim, em 2005, em Uberlândia, a Cargill instituiu a Unidade de Compostagem, projeto de 1 milhão de reais que permite o processamento e o tratamento de todos os resíduos industriais orgânicos da unidade e de algumas filiais. Está instalada em local escolhido estratégicamente, numa área de 24,48 hectares, com Reserva Legal devidamente averbada, a 5 quilômetros das unidades fabris, afastado de habitações humanas, sem nascentes ou cursos d'água próximos.

Processo de aeração nas pilhas para o controle de temperatura e umidade e incorporação do oxigênio.

A compostagem é definida como um processo biotecnológico, desenvolvido em meio aeróbico controlado, realizado por uma colônia mista de microorganismos. Ocorre em duas fases distintas, a primeira, conhecida como fase de cura, quando acontecem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda, conhecida como fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação dos materiais orgânicos compostados, predominando nessa fase as reações mesofílicas.

Os resíduos são encaminhados a um pátio da unidade, onde é misturado adequadamente com outros resíduos, em suas concentrações ideais. Ficam em repouso por cerca de 90 dias para que ocorra a degradação biológica e são movimentados/aerados periodicamente por um equipamento próprio. São constantemente monitorados e analisados até a finalização do processo e conclusão do composto.

Os tipos de resíduos sólidos orgânicos utilizados são: micélio fúngico, cinza da caldeira a biomassa, lodo da Estação

Formação das leiras para produção de substrato.

Área de estoque do produto acabado, substrato.

de Tratamento de Efluentes – ETE, resíduos de soja e milho, casca de lenha, terras filtrantes (tonsil e précoat), *sloop*, entre outros. A Unidade de Compostagem processa 100% dos resíduos gerados, transformando-os em adubo.

Na unidade foram previstos sistemas de prevençao de contaminação para as águas pluvias e para as águas subterrâneas, como a remoção da camada vegetal superficial, a regularização do terreno e compactação do mesmo, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a montagem de curvas de nível ao longo de toda a área e a construção de valas para a porção superior destas luvas, permitindo a retenção de toda a água pluvial, para posterior utilização no processo de irrigação das leiras de compostagem mantendo-se assim a umidade ideal do processo.

Para a eliminação do risco de arraste de materiais sólidos, implantou coberturas plásticas (lonas) sobre todas as leiras montadas, permitindo um controle rigoroso do processo que evitará o carreamento de sólidos com águas pluviais.

Essas medidas servem para garantir que não haverá contaminações possíveis ao sistema aqüífero subterrâneo do local.

Com essa unidade de compostagem própria, a Cargill, além de ter certeza de estar tratando de forma correta seus resíduos, poderá explorar novos projetos, utilizando o material final na produção de mudas de espécies nativas, geradas em estufa prevista para ser instalada no local; na doação às escolas municipais, aos presídios e a outras instituições; na aplicação em áreas degradas para recuperação do solo, por meio de parcerias com universidades, órgãos ambientais e organizações não-governamentais; na aplicação nas áreas de silvicultura da própria empresa; na venda direta e/ou indireta a produtores rurais, para enriquecimento do solo em plantações comerciais de culturas diversas, sendo visadas culturas como: café, hortaliças e possivelmente a produção de mudas.

2. Estação de Tratamento de Efluentes – ETE

A Cargill de Uberlândia é um excelente exemplo de controle ambiental, pois não trata apenas de todos os efluentes líquidos e sólidos como também excede todas as expectativas ambientais. Uma boa mostra disso é a Estação de Tratamento de Efluentes, maior da América Latina, entre todas as unidades da empresa neste continente, que consegue assegurar a qualidade das águas que serão descartadas, atingindo níveis muito melhores que os determinados pela legislação brasileira. Foram investidos mais de 9 milhões de reais e, anualmente, são gastos 3 milhões de reais em insumos e energia elétrica, para manter a operação da ETE e garantir a boa qualidade de efluentes ali tratados.

Em fevereiro de 2000 foi inaugurada uma nova tecnologia, que permite a reutilização da água desse processo em unidades industriais. Tem capacidade para o tratamento de um volume de efluentes equivalente a uma cidade de 60.000 habitantes. Ainda em 2000, inaugurou-se os reatores anaeróbicos de alto rendimento com projeto PAK, vindos da Holanda, mais uma inovação tecnológica.

Na ETE são atendidos todos os requisitos exigidos pelos órgãos ambientais, federal, estadual e municipal.

Lagoa de decantação, filtros biológicos e clarificador.

Sobre os autores

Ademir Reis

Biólogo, professor titular do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

e-mail: areis@ccb.ufsc.br

André Gustavo Nave

Engenheiro agrônomo, mestre e doutor em recursos florestais pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Consultor ambiental, e gerente do Programa de Adequação Ambiental do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da ESALQ/USP.

e-mail: agnave@esalq.usp.br

Antonio Vicente Moscogliato

Engenheiro florestal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é técnico do Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ.

e-mail: vicente@ipe.org.br

Cibele Cardoso de Castro

Bióloga, graduada em ciências biológicas pela Unicamp, com mestrado e doutorado em biologia vegetal pela Unicamp, e pós-doutorado pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

e-mail: cibelecastro@hotmail.com

Cláudia Mira Attanasio

Engenheira agrônoma, doutora em recursos florestais pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros" da Universidade de São Paulo. Atualmente é assistente agropecuária da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da SAA/SP.

e-mail: cmattana@esalq.usp.br

Deisy Regina Tres

Bióloga, doutoranda em recursos genéticos vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina.

e-mail: deisytres@cca.ufsc.br

Haroldo Gomes Borges

Técnico em agropecuária pela Escola Técnica Agrícola Estadual de Dracena; formado em ciências biológicas pela Universidade do Oeste Paulista – Unoeste. Atualmente é técnico do Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ.

e-mail: haroldo@ipe.org.br

Jefferson Ferreira Lima

Geógrafo, com bacharelado pela Universidade de Filosofia, Ciências e Cartas de Presidente Venceslau, São Paulo; está concluindo mestrado em agroecologia e desenvolvimento rural sustentável na Universidade Internacional de Andalucia, em Baeza, Espanha. Atualmente é coordenador do Projeto Café com Floresta e faz parte do time de pesquisadores do Instituto de Pesquisa Ecológica – IPÊ.

e-mail: jeff.lima@ipe.org.br

Laury Cullen Jr.

Engenheiro florestal e pesquisador científico no Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ. Mestre em biologia da conservação pela Universidade da Flórida, e doutor pela Universidade de Kent, na Inglaterra; é pesquisador associado ao Wildlife Trust, ao Smithsonian Institution, EUA, e fellow da Fundação Ashoka. Publicou, mais de 30 artigos, em periódicos nacionais e internacionais. Entre os prêmios recebidos destaca-se o Whitley Gold Award, em 2002, e o Rolex Conservation Award, em 2004.

e-mail: lcullen@stetnet.com.br

Nivaldo Ribeiro Campos

Técnico em meio ambiente, formado em ciências biológicas pela Universidade do Oeste Paulista – Unoeste. Atualmente é técnico do Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ.

Ricardo Ribeiro Rodrigues

Biólogo, com mestrado e doutorado em biologia vegetal pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Atualmente é professor titular do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, e coordenador do Programa Biota da Fapesp.

e-mail: rrr@esalq.usp.br

Sergius Gandolfi

Biólogo, com mestrado e doutorado em biologia vegetal pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Professor do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

e-mail: sgandolf@esalq.usp.br

Tiago Pavan Beltrame

Engenheiro florestal pela Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp. Pós-graduado em agronomia com ênfase em ecologia da restauração pela UEL de Londrina, Paraná. Técnico do Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ e coordenador do projeto "Resgatando a Mata Atlântica do Pontal do Paranapanema, São Paulo: Reforma Agrária com Reforma Agroecológica".

e-mail: tpavan@stetnet.com.br

Impressão e Acabamento