

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)



FOTOS SERGIUS GANDOLFI



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 in experiência 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; Metzger, 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 "clímaxes" 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.

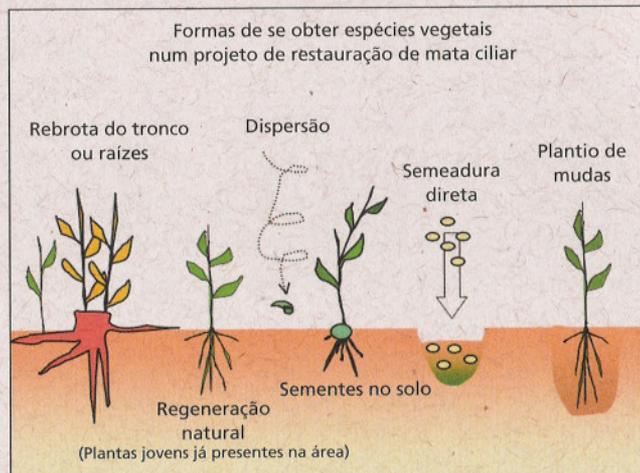
Vale ressaltar a importância da particularização das ações de restauração para cada uma das situações identificadas no zoneamento da paisagem e destacar que a adoção de uma dessas ações depende da efetividade ou não da ação anterior na restauração da área, avaliada no tempo empiricamente ou por indicadores 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 agrônomicas 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 (Vázquez-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 restauração 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 2
Exemplo de ação de “condução da regeneração natural” em área de restauração isolada dos fatores de degradação



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.

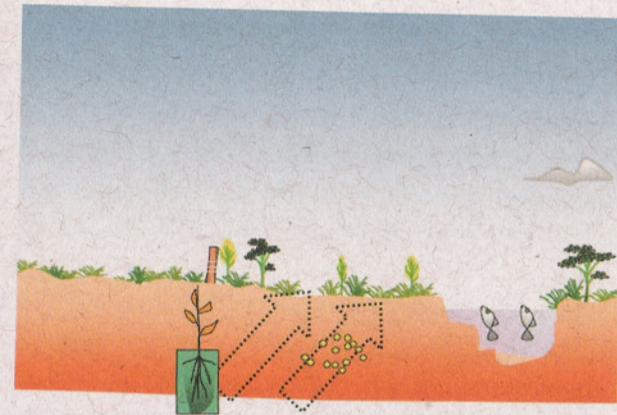
A ação de adensamento representa o preenchimento dos vazios não ocupados naturalmente pela regeneração natural (figuras 3.1 e 3.2), ou seja, essa ação representa o aumento da densidade da regeneração natural visando o preenchimento mais homogêneo da área como um todo.

Figura 3

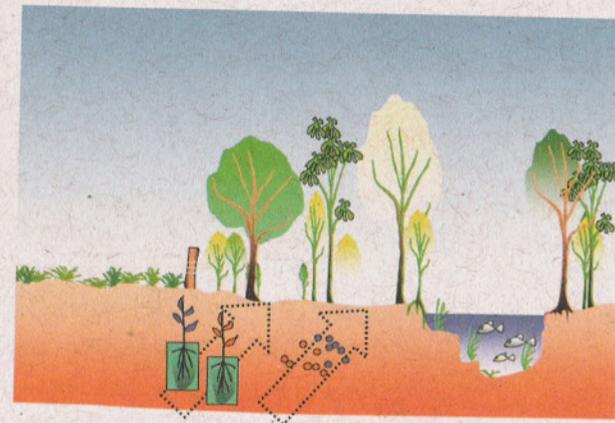
Desenho esquemático da expressão espacialmente irregular da regeneração natural, após isolamento e retirada do fator de degradação



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; Kagayama 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-González 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 pouso. 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 dispersão

Restauração de áreas degradadas	Potencial de dispersão de espécies florestais vindas do entorno até a área degradada			
	Ausente	Pequeno	Médio	Grande
Potencial de auto-recuperação da área degradada				
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

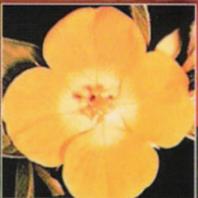
- A = Isolamento da área e retirada do fator de degradação (sempre utilizada)
- B = Preparo da área para recepção de propágulos vindos por dispersão
- C = Introdução de pioneiras atrativas a dispersores
- D = Indução da germinação do banco de sementes autóctone
- E = Transferência da serapilheira ou de banco de sementes alóctone
- F = Condução da regeneração natural
- G = Adensamento de espécies por meio de sementeira, ou de transplante de plântulas, ou de plantio de mudas
- H = Enriquecimento de espécies por meio de sementeira, ou de transplante de plântulas, ou de plantio de mudas
- I = Introdução de consórcios de espécies por meio de sementeira, 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 FLOCH, E.; OVALLE, C. e PONTANIER, R. "Restauration et rehabilitation des ecosystems degradés en zones arides et semi-arides – Le vocabulaire et les concepts", in: PONTANIER, R.; M'HIRI, A.; AKIMI, N.; ARONSON, J. e LE FLOCH, 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 implementation of monitoring studies to evaluate the success 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: Heterogeneity, 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.



Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas

Cargill

Fundação Cargill

OPAI
ORGANIZAÇÃO PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL