

REABILITAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS FLORESTAIS: UMA INTRODUÇÃO

Antonio Aparecido Carpanezi¹
Odete Terezinha Bertol Carpanezi²

1. CONCEITOS

A *ecologia da restauração* (“restoration ecology”) é o ramo científico que trata da recuperação ambiental. Sua importância prática, no Brasil atual, decorre da necessidade de realizar a *recuperação de ecossistemas degradados* – RED, principalmente matas ciliares. Um *ecossistema perturbado* é aquele que mantém *resiliência* após distúrbios, isto é, consegue recuperar-se satisfatoriamente por meios naturais, ao contrário do *ecossistema degradado*, não resiliente. A degradação do ecossistema não depende da degradação do solo; uma floresta ciliar substituída numa grande extensão por agricultura ou pecuária é exemplo de ecossistema degradado em decorrência de eliminação da flora e da fauna. Este artigo trata apenas de RED em solos não degradados (ver Anexo1).

Um ecossistema é formado pelos componentes bióticos ou *biota* (flora, fauna, microorganismos) e pelos componentes “abióticos” (clima, solo). A interação plena entre os componentes é uma exigência para que o ecossistema permaneça, e não um capricho ou adendo. Isto pode ser compreendido, por exemplo, pelo fato de que, na fase jovem de um plantio de RED ou de uma sucessão em floresta natural, a grande maioria das espécies que chegam são trazidas por animais. Depois, na floresta madura, a polinização e a dispersão de sementes são feitas principalmente por animais. A vegetação e a fauna, portanto, são interdependentes.

Qualquer ecossistema florestal é, teoricamente, separável em função e estrutura. A *função* diz respeito aos grandes processos —ciclo da água, ciclo de nutrientes, fluxo de energia—, que por sua vez são decomponíveis em processos menores e interligados. A função é expressa por taxas e índices, como incremento anual de biomassa e estoque de biomassa acumulada. A *estrutura* do ecossistema refere-se aos seus seres vivos: quem são (espécies participantes), como estão organizados (distribuição espacial e etária de cada espécie, por exemplo), como se relacionam (na teia alimentar, na polinização e na dispersão de sementes, na hierarquia interna de um grupo de macacos, entre outros aspectos). Para facilidade, a estrutura de um ecossistema pode ser indicada pela biodiversidade. Serviços ambientais estritamente dependentes de função, como o controle da erosão (uma faceta do ciclo de água) e a captura de carbono podem ser obtidos por vegetações pouco diversificadas, como monoculturas florestais. Serviços ambientais dependentes de estrutura —que são relações bióticas como polinização de pomares e controle biológico de pragas— exigem biodiversidade.

A recuperação ambiental de um ecossistema natural degradado consiste nas reconstruções associadas da função e da estrutura. Há vários níveis de precisão possíveis

¹ Engenheiro florestal, Doutor, pesquisador da *Embrapa Florestas*, Colombo-PR (carpa@cnpf.embrapa.br)

² Engenheira-agrônoma, M.Sc., Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba-PR

nesta reconstrução. A *restauração*, cópia exata ou muito aproximada do que existia antes, é apenas uma possibilidade teórica. A *reabilitação*, reconstrução parcial, voltada a aspectos de função e estrutura considerados mais importantes ou mais factíveis, é o nível pretendido na prática. Por isso, recuperação ambiental boa é, na verdade, reabilitação ambiental. A criação de um ecossistema novo, ou *substituição*, é a opção que sobra quando a degradação do meio físico impede qualquer grau de reabilitação. Um exemplo comum são lagoas em cavas de mineração onde antes havia florestas.

2. SUCESSÃO SECUNDÁRIA

A reconstrução do ecossistema degradado não se faz de modo abrupto, como pelo plantio de mudas copiando a fitossociologia da floresta madura regional. A reconstrução faz-se de modo gradativo, tentando reproduzir a sucessão secundária natural desde seu começo, tal como ocorre na natureza após cada distúrbio forte. A fase inicial da sucessão secundária (fase herbáceo-arbustiva) é, entretanto, menosprezada ou desconsiderada na prática da reabilitação, por razões culturais da sociedade e, também, por questões operacionais.

Quando ações de RED baseiam-se em plantios, a interpretação da sucessão pelo sistema de Connell e Slatyer é uma ferramenta muito útil, pois permite vincular o andamento de sucessão com as espécies que forem implantadas. O sistema reconhece três modelos:

- *facilitação*: dá-se quando uma espécie ou comunidade favorece a instalação de outras espécies. A facilitação faz-se por vários mecanismos, como a melhoria do estado nutricional do solo (caso das espécies fixadoras de N); a mortalidade gradativa, abrindo espaços para espécies do sub-bosque (caso de *Mimosa scabrella*); e a *nucleação* ou atração de novas espécies por zoocoria e zoofilia (muitas espécies).
- *inibição*: é o oposto da facilitação, atrasando a substituição de espécies. A inibição ocorre por competição por água, luz e nutrientes, e às vezes por alelopatia. Espécies longevas de crescimento vigoroso e prolongado, como pínus e eucaliptos, são inibidoras particularmente quando presentes em densidades média ou alta.
- *tolerância*: refere-se à capacidade de uma espécie sobreviver com recursos escassos de água, luz e nutrientes (condições típicas de plantas de sub-bosque), tendo seu desenvolvimento acelerado quando estas dificuldades são amenizadas. As espécies tolerantes são próprias de fases avançadas da sucessão.

Uma espécie pode combinar atributos. Como exemplo, *Rapanea umbellata* é muito tolerante na fase jovem e mais tarde, quando sua copa torna-se mais insolada, os frutos atraem muitos pássaros (facilitação por nucleação via ornitocoria).

Um plantio ótimo de RED florestal deve consistir, principalmente, de espécies facilitadoras e tolerantes. A participação inicial de espécies nativas inibidoras, em densidade baixa, é aceitável por suas interações bióticas particulares e porque elas são valiosas para garantir a função (notadamente a biomassa aérea) a longo prazo.

As espécies facilitadoras implantadas devem ser, principalmente, pioneiras e secundárias iniciais (veja-se Budowski, 1965). Árvores dessas guildas ou *grupos sucessionais*, por terem vida mais curta, serão substituídas gradativamente, ao longo de poucas décadas, por espécies tolerantes implantadas inicialmente ou de regeneração natural, trazidas por animais.

3. CAMPO DE APLICAÇÃO

Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs) são exigidas, em cada propriedade rural, pelo Código Florestal Brasileiro, que data de 1965. A APP é um caso típico de RED, ou seja, deve-se tentar reconstituir, o quanto possível, o ecossistema que existia no local, e deixá-lo sem uso direto pelo homem.

Com exceção das pequenas propriedades familiares, onde tem formatação legal diferente, a RL deve unir características de ecossistema natural e de produção em regime de manejo sustentável. No caso florestal, a reconstrução da RL deveria, portando, aliar RED e produção, seja madeireira ou outra (como plantas medicinais, ornamentais e cipós para artesanato), e a exploração nunca pode ser por corte raso. Todavia, até o momento, na maioria dos casos de reconstrução de RL o aspecto produtivo futuro vem sendo ignorado ou subvalorizado. Por isso, a recuperação da RL tem sido configurada, também, como uma situação apenas de RED.

A RED atende aos requisitos de APP e da configuração atual de RL. Os plantios mistos de espécies nativas para RED (“talhões facilitadores”, item 5) servem, também, de base para o planejamento racional da RL plena de uso madeireiro. A adaptação necessária exige, principalmente, valorizar espécies com melhor forma comercial dos troncos e maior qualidade da madeira e desbastes dirigidos à produção.

A reabilitação ecológica pode ser pontual (exemplos: APP de um trecho de mata ciliar, de uma nascente, de um topo de morro) ou numa área maior, uma *paisagem* (uma propriedade rural ou uma microbacia) contendo vários casos pontuais. Os *corredores*, em sentido estrito, constituem um passo inicial (há outros) na *restauração da paisagem*. Um corredor, em sentido estrito, é um caso de RED pontual, comumente de forma linear, que une dois outros ecossistemas pré-existentes, não importa seu tamanho (exemplo: um Parque e a APP de um topo de morro). Um grande corredor, em sentido estrito, é aquele que une, ao longo de um eixo qualquer, muitos fragmentos e ou grandes maciços naturais. Modernamente, vêm ganhando força, e começam a ser realizados, *corredores em sentido amplo*, com conotação de desenvolvimento sustentável regional e incluindo muitos parceiros. Neste caso, pode-se visualizar uma rede de corredores em sentido estrito, entremeada de usos da terra menos agressivos ao ambiente, como a agroecologia, por dezenas de quilômetros ao longo de um eixo (como um rio grande) e estendendo-se por vários quilômetros a partir de suas margens.

4. SISTEMAS E TÉCNICAS

A realização prática da RED pontual faz-se, comumente, por uma das ações I a VI:

- I. Talhão facilitador diversificado –TFD
- II. Talhão facilitador simplificado –TFS
- III. Renques ou grupos de árvores nucleadoras e ou colonizadoras
- IV. Poleiros
- V. Favorecimento inicial de plantas de regeneração natural
- VI. Proteção contra distúrbios

A restauração da paisagem, comumente, combina alternativas, especialmente I e V ou I, III e V. A alternativa VI é sempre obrigatória na RED pontual ou da paisagem, e refere-se à cessação permanente de distúrbios que impactam a área em reabilitação, sejam originários de dentro ou de fora dela. Os distúrbios mais comuns são: pastoreio,

extrativismo, uso agrícola, caça, erosão e lançamentos de materiais indesejados (lixo, dejetos animais).

A tomada de decisão sobre qual sistema (talhões) ou técnicas utilizar ou combinar requer considerar: o solo; a vegetação local; a paisagem (especialmente a existência de floresta próxima bem conservada); o objetivo principal da reabilitação, associado a um prazo de consecução considerado aceitável *ad hoc*; os recursos financeiros disponíveis para implantação e estabelecimento; as características do fomento (especialmente o fornecimento de mudas) e da assistência técnica; e o grau de envolvimento do proprietário. Tudo isto deve ser integrado rapidamente, o que requer experiência. A tomada de decisão deve ser responsável, mas não deve causar temor de erro, pois práticas simples (como proteção efetiva) já levam a ganhos ambientais consideráveis, no atual cenário de conservação do patrimônio natural brasileiro.

Os talhões facilitadores, especialmente o TFD, ainda não são realizados de forma corriqueira. Na verdade, a prática concentra-se, comumente, em um estágio menos elaborado do TFD, que é o plantio misto diversificado – PMD. O PMD tem sucesso quando praticado por organizações técnico-economicamente fortes e motivadas para a recuperação ambiental (como algumas empresas hidrelétricas). Fora dessas condições, a realização do PMD não se apoia em bases conceituais sólidas e é condicionada às espécies encontradas nos viveiros, que muitas vezes não são as desejáveis. Por isso, muitos PMDs falham.

O TFD e o TFS têm uma dinâmica de dossel e de sucessão algo parecidas, que deve ser compreendida para nortear o planejamento. Em comum, a dinâmica prega: a) o fechamento inicial rápido das copas, para controlar a competição por gramíneas e b) a abertura gradual do dossel, por autodesbaste da *matriz* do talhão (pioneiras e secundárias iniciais de copa ampla que recobrem rapidamente o terreno) após bem completada a fase de estabelecimento. O autodesbaste abre espaço no piso da floresta para a futura *crista*, isto é, espécies de guildas avançadas, sejam plantadas ou de regeneração natural, que irão dominar após o desaparecimento da matriz. Se não houver abertura gradual, não há evolução das plantas sombreadas; se a abertura for excessiva em idade jovem, a vegetação herbáceo-arbustiva domina as clareiras grandes, atrasando a sucessão. O planejamento do autodesbaste baseia-se, principalmente, em características de copa e na longevidade estimada de espécies da matriz.

Também é comum ao TFD e TFS a preocupação em atrair genes, notadamente espécies novas, usando atributos de zoocoria e de zoofilia das espécies implantadas. Os grupos animais mais visados são aves e morcegos. São exemplos de atração eficiente: *Trema micrantha*, *Rapanea* spp., *Acnistus* spp., *Schinus terebinthifolius* (ornitocoria) e *Bauhinia* spp. e *Luehea* spp. (quiropterofilia). A principal diferença entre TFD e TFS é que no TFS a participação da crista, na implantação, é menor quanto ao número de espécies e ao número de indivíduos por hectare. Isto implica que a regeneração natural é mais exigida na TFS, cujas poucas espécies (às vezes só da matriz) devem ter perfil facilitador acentuado.

O plantio denso em talhões pequenos ou em renques, em parte do terreno (opção III), valoriza espécies nucleadoras (que atraem novos genes) e espécies colonizadoras. As espécies nucleadoras ótimas (“espécies-chave”, “espécies pivotais”, “bagueiras”) atraem muitos animais de modo contínuo (como *Ficus* spp.) ou por períodos prolongados ou em estações do ano críticas quanto à alimentação (*Araucaria angustifolia*, *Euterpe edulis*, *Syagrus romanzoffiana* e a exótica *Morus nigra*) ou de modo intenso num dado momento (*Prunus brasiliensis*, *Acnistus* spp.). As espécies colonizadoras implantadas nos renques ou núcleos invadem gradativamente, via regeneração natural por sementes, a vegetação aberta

contígua. Há poucos exemplos ótimos delas, como *Mimosa bimucronata*, e a detecção de espécies com este perfil é uma prioridade de pesquisa. Na Floresta Ombrófila Densa Atlântica pode-se citar, também, *Senna multijuga* e algumas embaúbas. As espécies nucleadoras e colonizadoras devem ser instaladas associadas com espécies típicas de matriz, para facilitar o estabelecimento.

Dependendo da densidade e da distribuição da regeneração natural lenhosa num local aberto, o favorecimento seletivo de plantas desejáveis (opção V) pode ser praticado isoladamente ou associado a complementos corretivos, especialmente a opção III. Em áreas abertas, o favorecimento seletivo pode ser feito pelo homem (roçadas ou cobertura morta nas coroas das plantas) ou pelo gado bovino, temporariamente e em carga adequada. No interior de uma vegetação lenhosa, como taquarais ou vassourais de asteráceas, o favorecimento à planta desejável consiste do corte seletivo, ou seja, eliminação de taquaras ou vassouras (consideradas inibidoras e menos desejáveis) que estejam muito próximas.

Os poleiros (opção IV), locais onde pássaros pousam para um fim qualquer e defecam/depositam sementes colhidas alhures, constituem uma modalidade pobre mas ainda eficiente de nucleação, e simples de realizar. Em sua forma mais simples, uma cruz de madeira com 3 m de altura, num pasto, é um poleiro razoável. Obviamente, qualquer grupo de árvores (opção I, II, III) e mesmo qualquer árvore isolada constitui um poleiro, e uma árvore com zoocoria/zoofilia acentua a nucleação.

Existem outras práticas baseadas na relação planta-animal que podem ser aplicadas dentro de uma unidade pontual de RED, freqüentemente baseadas em modalidades tradicionais de caça (Reis et al., 1999, 2003).

5. ESCOLHA DAS ESPÉCIES

Por motivos operacionais, as espécies a serem plantadas devem ser selecionadas por aspectos não somente ecológicos, mas também silviculturais, especialmente velocidade de crescimento e rusticidade. Infelizmente, espécies de silvicultura ruim continuam a ser excessivamente fomentadas e levam ao fracasso em campo, principalmente porque a competição por gramíneas torna-se severa por causa do não fechamento das copas (exemplos: mirtáceas como araquá e guabiroba). O uso destas espécies decorre da desconsideração à realidade operacional dos talhões de RED e da sobrevalorização de outros atributos, pouco pertinentes à finalidade pretendida, como facilidade de obter sementes, beleza ornamental e produção de frutos muito apreciados pelo homem.

A rigor, muitas espécies tornam-se desaconselhadas para a prática da RED apenas porque os cuidados de implantação e estabelecimento (aqui incluídos o controle de ervas competidoras e de formigas) são, costumeiramente, ausentes ou escassos. Outras espécies não podem ser indicadas porque aspectos de sua silvicultura (como produção de mudas e comportamento em campo) são pouco ou nada conhecidos (exemplos: *Albizia austrobasilica*, *Albizia polycephala*, figueiras nativas, *Vernonia discolor*).

As espécies recomendadas devem ser combinadas observando-se vários critérios (como características da copa, longevidade e interações com a fauna) no sentido de o talhão formar um conjunto que assegure o estabelecimento e o processo sucessional. Requisitos edáficos básicos de cada espécie nativa devem ser satisfeitos. Dentro de um talhão, mesmo que pequeno, as espécies podem variar segundo sub-estratos territoriais definidos principalmente a partir de drenagem, profundidade e compactação do solo. Como exemplo, num trecho ciliar no sudoeste do Paraná, *Mimosa bimucronata* é muito plástica

quanto a estes aspectos, enquanto *Mimosa scabrella* não tolera solos mal drenados nem solos compactados.

6. LITERATURA CITADA OU RECOMENDADA

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional process. **Turriaba**, Turrialba, v.15, n.1, p. 40-42, 1965.

CARPANEZZI, A. A . Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos**. Colombo:Embrapa Florestas, 2004 (no prelo).

FERRETI, A.R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A.C.de S. (ed.). **A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo:Embrapa Florestas, 2002. p. 21-26.

JANZEN, D.H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 75, p. 105-116, 1988.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: BARBOSA, L.M. (coord.) SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. São Paulo, 1989. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1989. p.130-43.

ODUM, E.P. Desenvolvimento e evolução do ecossistema. In: ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro:Guanabara, 1988.p.283-322.

REIS, A.; ZAMBONIN, R.M.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e interações planta-animal**. São Paulo: CETESB, 1999. 43p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 14).

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M. B. de; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v.1, n.1, p. 28-36, 2003.

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

Anexo 1. RAD e RED

A expressão *recuperação de áreas degradadas* – RAD é mais antiga e muito mais usada no Brasil. Hoje, ela tem muitos significados, às vezes contraditórios ente si, e por isso deve ser empregada com cautela. Quando se firmou no Brasil, há uns 30 anos, RAD ligava-se, acentuadamente, à *reclamation* de áreas com solo degradado fisicamente, principalmente por mineração, culminando com uma cobertura verde qualquer. Com o tempo, outros sentidos foram acrescidos à RAD, tanto em direção à RED como afastando-se dela. Quando a RED é feita em locais com solo degradado, a recuperação dos serviços da função (como a cessação da erosão) e da capacidade produtiva do solo ganham relevância e implicam procedimentos específicos.

“Reclamation” é a viabilização, para um uso humano qualquer (agricultura, edificação, lazer), de um lugar antes considerado inóspito ao homem ou pouco propício às suas atividades, como um deserto, uma várzea extensa, uma área minerada. A “reclamation” engloba atividades transformadoras muito díspares, variáveis caso a caso, como obras de drenagem, barragens, grandes conjuntos de quebra-ventos, reafeiçoamento do terreno e plantações para melhorar a capacidade produtiva dos solos.