

ESPÉCIES PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Antonio A. Carpanezi

ESPÉCIES PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Antonio A. Carpanezzi¹

1. INTRODUÇÃO

A recuperação ambiental está enquadrada, como ciência, dentro da “ecologia da restauração e da reabilitação” ou simplesmente “ecologia da restauração” (Floc’h & Aronson, 1995). Seu desenvolvimento é recente, e seu campo de aplicação é muito diversificado, pelo que há divergências na interpretação de conceitos, como pode ser visto em Le Floc’h & Aronson (1995), Aronson et al. (1993), Silver et al. (1996) e Higgs (1997). A conceituação aqui apresentada tem a finalidade principal de auxiliar o planejamento de ações de campo.

Considera-se *ecossistema perturbado* aquele que sofreu distúrbio mas dispõe de meios de regeneração biótica (no caso florestal: banco de sementes e de plântulas, chuva de sementes, brotação) suficientemente ativos para recuperar-se em período de tempo aceitável. Em contraste, *ecossistema degradado* é aquele que, após distúrbio, apresenta *resiliência* baixa, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento.

Um ecossistema florestal natural inclui seus componentes (plantas, animais, microrganismos, clima, solo) e suas interações. A resiliência de um ecossistema é, comumente, associada à vegetação. Na realidade, ela difere entre e dentro dos componentes do ecossistema: assim, no incêndio de grandes áreas de cerrado, certos animais como araras e tamanduás têm recuperação incerta, ao contrário da vegetação.

A *função* do ecossistema refere-se ao conjunto de processos envolvidos na circulação de materiais e de energia, compreendendo o ciclo d’água, o ciclo de nutrientes e o fluxo de energia. A função pode ser avaliada, por exemplo, pela produtividade, pela biomassa aérea, pela quantidade de matéria orgânica no solo e pela circulação de nutrientes. A *estrutura* do ecossistema refere-se aos seres vivos, sob todos os ângulos, como biodiversidade e estrutura trófica. O processo natural de desenvolvimento do ecossistema, ou sucessão, e o processo de recuperação de um ecossistema alterado consistem, ambos, na evolução da função e da estrutura (Bradshaw, 1984). A expressão *forma* do ecossistema é empregada, às vezes, como sinônimo de estrutura do ecossistema (Cairns, 1986).

Há vários objetivos opcionais que orientam a recuperação de um ecossistema alterado: *restauração* à sua condição original de função e de estrutura; *reabilitação*, pela restauração de apenas algumas características desejáveis que foram alteradas; *criação* de um ecossistema novo, totalmente distinto do original; e *abandono*, o que pode levar a um processo normal de sucessão ou, se o ecossistema está sujeito à erosão ou a outro agente debilitante, a uma degradação futura (Bradshaw, 1984; Cairns, 1986). A reabilitação é o nível de recuperação visado, na prática. A criação de um ecossistema novo, geralmente, decorre de mudanças profundas no meio físico original; um exemplo é a formação de lagoas substituindo uma mata destruída pela mineração.

Um ecossistema florestal oferece, para a sociedade humana, *bens* (como madeira) e *serviços* como: fornecimento de polinizadores para a agricultura; controle de pragas agrícolas e de plantios florestais homogêneos; controle da hidrologia regional, reduzindo enchentes e produzindo água para consumo; influência sobre a composição da atmosfera, o que ajuda a estabilizar o clima; etc.

No Brasil, a influência sobre o ciclo d’água (incluindo aspectos locais, como o controle de erosão em encostas) é, talvez, o serviço mais esperado do ecossistema florestal, e independe grandemente de sua estrutura. Este serviço, também, pode ser obtido com uma função aquém daquela do ecossistema original; segundo Cairns (1986), isto pode ser interpretado como a

¹ Engenheiro Florestal, Doutor, CREA/PR 12926-D, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo-PR.

existência de redundância funcional em ecossistemas naturais. Outro serviço das florestas, o sequestro de carbono da atmosfera via plantações florestais, para reduzir o efeito estufa, depende muito de aspectos da função (como produtividade e biomassa acumulada), mas independe da estrutura. O ensinamento fundamental destes exemplos é que, para se obter alguns serviços da floresta muito apreciados pelo homem, não é necessário reabilitar a estrutura, isto é, não é preciso recriar, mesmo parcialmente, a floresta nativa original. Outros serviços, decorrentes de interações bióticas, como o fornecimento de polinizadores e o controle biológico de pragas, requerem a reabilitação da estrutura.

Desde que não se vise criar um ecossistema novo, a reabilitação da função, e dos serviços a ela associados, é inerente às ações de recuperação, em qualquer caso. O que realmente caracteriza ações de recuperação de ecossistemas no sentido estrito é a reabilitação da estrutura, isto é, dos seres vivos em toda sua diversidade. Neste sentido, ações "ecológicas" no sentido popular, como plantações florestais homogêneas em terrenos alterados, ou plantações mistas de espécies nativas para recreação, falham ao favorecer espécies e direcionar processos internos (como a competição) segundo interesses de produção ou lazer. Plantações de *reclamation*, isto é, para a recuperação da capacidade produtiva de terrenos muito alterados (erodidos, alterados, minerados, etc.) podem ser tanto um passo inicial dentro da recuperação de ecossistemas como em direção à utilização agropecuária.

Um aterro de mineração é exemplo de um ecossistema degradado com solo também degradado. Um trecho de beira de rio, ocupado por pastos sem florestas próximas que possam funcionar como fonte de sementes, é um ecossistema degradado sem solo degradado (a flora e a fauna, ausentes, conferem degradação ao ecossistema). As práticas de recuperação – aí incluídas as espécies de plantas participantes – diferem muito entre os dois casos.

O objetivo deste trabalho é orientar a seleção de espécies adequadas para a realização prática de ações de recuperação ambiental tendo sempre em mente, como objetivo importante, a reabilitação da estrutura. Indicações nominiais de espécies são possíveis em alguns casos, e seus perfis podem ser empregados para a seleção inicial de outras, onde isto for necessário.

2. ESPÉCIES INTRODUZIDAS PODEM SER EMPREGADAS ?

As finalidades da recuperação de ecossistemas degradados abrangem a reabilitação, quão breve seja possível, da biodiversidade local e dos processos de evolução orgânica, inclusive a co-evolução estrita e a co-evolução difusa. Por isso, todas as espécies vegetais participantes devem ser, preferencialmente, nativas do ecossistema em recuperação, e a população plantada deve ter base genética adequada. Para ser considerada nativa de um habitat, não basta a espécie ocorrer naturalmente em um mesmo país ou Estado – como o guapuruvu², exclusivo da Floresta Ombrófila Densa, se plantado na área da Floresta Estacional Semidecidual. Também, não basta a espécie ser tradicionalmente empregada sem fins comerciais, como as ornamentais tipuana (introduzida no Brasil) ou jacarandá-mimoso (de ocorrência natural muito restrita no Brasil, no centro-oeste). A rigor, mesmo pequenos deslocamentos dentro de um ecossistema configuram uma espécie como não nativa do local: é o caso da sangra-d'água e do salseiro, exclusivas naturalmente de terrenos úmidos próximos a corpos d'água, quando plantados distantes deles.

Na vida prática, atualmente, há muitas pressões para o uso, em ações de recuperação ambiental, de determinadas espécies introduzidas. Isto deve-se a causas como: adaptação da espécie introduzida a condições particulares de solo; e inexistência de conhecimento sobre espécies nativas equivalentes, ou falta de mudas delas. Por isso, não é possível impedir totalmente a participação de espécies introduzidas, a não ser em um programa de recuperação ambiental antigo e muito bem estruturado, situação que é incomum, no Brasil. É importante, pois, esboçar os perfis mais aceitáveis e os menos aceitáveis de espécies introduzidas.

O perfil mais aceitável é o de uma espécie introduzida que desempenha com eficiência e por prazo previsível, curto, um papel desejável dentro da dinâmica do ecossistema, não impedindo vigorosamente a participação das espécies nativas plantadas ou que se instalem por regeneração

² Ver anexo 1 para correspondências entre nomes vulgares e científicos.

natural. De modo mais detalhado, o perfil mais aceitável prende-se ao cumprimento de quatro pontos:

- I. a silvicultura da espécie, no campo, é fácil, isto é, a espécie tem vantagens silviculturais como rusticidade, adaptação a solos marginais e estabelecimento sem dificuldades especiais.
- II. a espécie propicia, rapidamente, serviços de interesse ao homem, como amenização da erosão ou estabilização de taludes.
- III. a espécie tem produtos vantajosos para a biocenose local – como a oferta de frutos ou pólen/néctar por períodos longos ou em tempos de escassez generalizada – e é facilitadora da sucessão local ou, ao menos, não a inibe fortemente.
- IV. a espécie não é invasora de locais onde é indesejada, e sua erradicação da paisagem é fácil.

A Tabela 1 apresenta um julgamento comparativo de várias espécies introduzidas. Os perfis mais próximos ao ideal, obtidos pela calabura e pela acácia-negra, correspondem ao de uma espécie pioneira ou secundária inicial, portanto de vida curta, que cobre rapidamente o terreno, não é invasora agressiva nem rebrota de cepa ou de raiz, e que não inibe a sucessão local. Como mecanismos particulares de facilitação da sucessão, a calabura é muito eficiente na atração de pássaros e morcegos, dispersores de sementes, e a acácia-negra enriquece o solo devido à elevada deposição de folhedo rico em N.

TABELA 1. Comparação de atributos de algumas espécies introduzidas, para fins de recuperação ambiental.

Espécies	Atributos				Soma
	Vantagens silviculturais	Serviços ao homem	Facilitação da sucessão local	Invasão indesejável e dificuldade de erradicação	
leucena	5	5	2	1	13
bambús	5	5	1	1	12
jacarandá-mimoso	2	3	3	5	13
cabralea	4	4	5	5	18
pinus	5	5	2	2	14
amoreira	4	3	4	5	15
uva-do-japão	4	3	3	2	12
acácia-negra	5	5	5	5	20

- 1 = grau muito indesejável
 2 = grau indesejável
 3 = grau neutro ou intermediário
 4 = grau desejável
 5 = grau muito desejável

O valor prático de empregar espécies introduzidas, todavia, depende muito das particularidades de cada ação de recuperação ambiental. Por exemplo, quando o objetivo principal é a obtenção de serviços em terrenos marginais, como a contenção emergencial de encostas e de taludes, a estrutura da vegetação é menosprezada, e as vantagens silviculturais de espécies como leucena e bambu tornam-se preponderantes. Todavia, a vantagem silvicultural deve, sempre que possível, aliar-se à recuperação da estrutura. Como exemplo, em climas onde tanto a leucena como a acácia-negra podem crescer, a acácia-negra pode ocupar qualquer solo apto para leucena, com a vantagem de facilitar a sucessão.

Espécies que não apresentam vantagens silviculturais ou de facilitação da sucessão, como o jacarandá-mimoso (Tabela 1), não reúnem razões suficientes para serem recomendadas, em quaisquer circunstâncias.

3. ESPÉCIES PARA SOLOS NÃO DEGRADADOS

Em qualquer situação, a escolha de um método de recuperação de um ecossistema florestal depende de fatores ambientais (grau de perturbação/degradação local; composição da paisagem, com ênfase nos fragmentos florestais) e da disponibilidade efetiva de recursos financeiros. Rodrigues & Gandolfi (1996) apresentam orientações gerais para a decisão sobre métodos, em função das variáveis ambientais.

O detalhamento operacional de cada método requer a escolha de práticas de cultivo e de espécies, as quais devem variar de modo associado. Assim, quando a intensidade de manejo é alta (adubação, limpezas freqüentes, etc.), pode-se empregar espécies exigentes em fertilidade ou de fases avançadas da sucessão; o caso contrário valoriza espécies rústicas e do início da sucessão.

Como exemplo do processo de definição de espécies, será examinado o caso hipotético de recuperação de uma mata ciliar, segundo vários métodos alternativos (Figura 1). Cada método possui uma lógica própria, de modo que seu sucesso exige a participação de espécies com perfis apropriados. Um traço comum a todos os métodos, e que deve ser ressaltado, é que cada espécie participante tenha viabilidade silvicultural, isto é, não apresente crescimento sempre muito lento (como guabiroba, alecrim e sassafrás) ou problemas sanitários limitantes. Para meliáceas, plantadas em densidades baixas, a simples perda de forma das árvores, por ataque de broca, não é limitante para fins ambientais. Para qualquer espécie, danos leves ou moderados às árvores, por causas bióticas, são encarados como positivos para a recuperação ambiental.

3.1. Talhão facilitador da sucessão secundária

O talhão facilitador é, basicamente, a versão atualizada de um modelo iniciado pela Companhia Energética de São Paulo – CESP, em meados da década passada, para a recuperação de ecossistemas florestais ripários, o qual foi rapidamente aceito e adaptado, principalmente no Estado de São Paulo (veja-se, para detalhes: Durigan & Nogueira, 1990; Kageyama, 1992; Gandolfi & Rodrigues, 1996; Santarelli, 1996).

A linha mestra do método é o favorecimento de um processo de sucessão secundária auto-sustentável, através de um plantio planejado, em uma área contínua (talhão). O mesmo princípio de recuperação ambiental vem sendo valorizado em outras partes do mundo (Parrota, 1993).

De modo resumido, o talhão facilitador jovem pode ser visualizado como uma vegetação matricial formada por várias espécies da fase inicial da sucessão, onde estão inseridas outras espécies, de vida mais longa, próprias de fases avançadas da sucessão. O planejamento do talhão (quanto a espécies, espaçamentos, arranjo espacial, etc.) deve ser orientado de modo a permitir que a vegetação matricial cubra rapidamente o terreno mas que, também, permita o desenvolvimento das espécies de vida mais longa. A facilitação da sucessão pode ser obtida por várias maneiras, como: vida curta das espécies da vegetação matricial; inclusão de espécies com síndromes de zoocoria e de zoofilia, que atraem dispersores de sementes; inclusão de espécies relevantes para a alimentação animal (para critérios sobre estas espécies, ver Terborgh, 1986; Crome, 1992; Reis et al., 1996); inclusão de espécies fixadoras de N; etc.

Para o planejamento inicial do talhão facilitador, no Brasil, as espécies costumam ser enquadradas em guildas, ou grupos funcionais, dentro da sucessão secundária, segundo a classificação de Budowski (1965). Para fins aplicados, recomenda-se a versão de Ferreti et al. (1995), apresentada na Tabela 2.

RIBEIRÃO

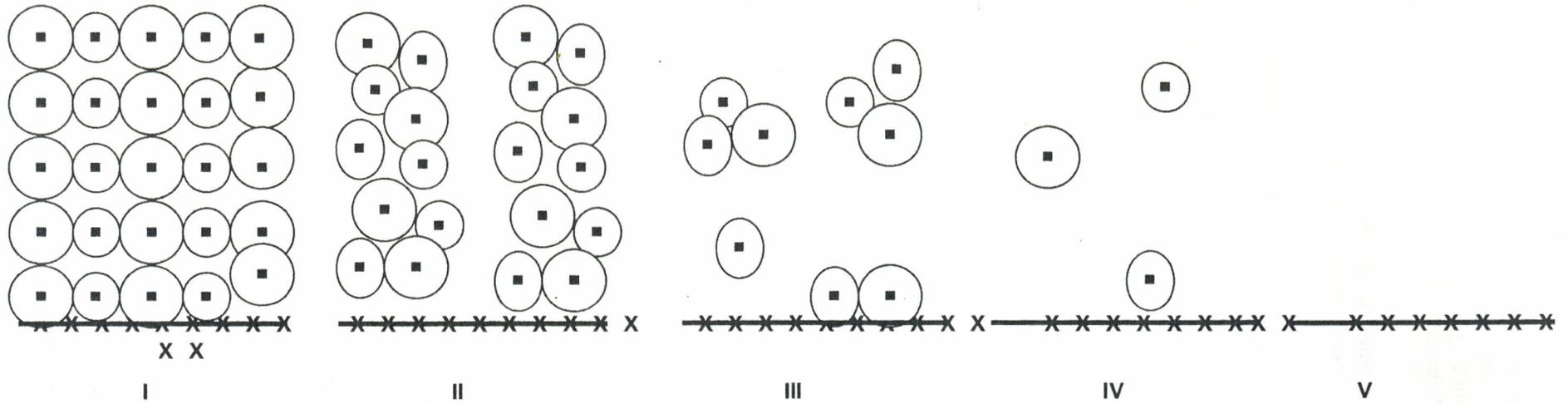


Figura 1. Alternativas para recuperação de uma mata ciliar (esquema simplificado). Fonte: Carpanezzi, 1997.

- I. Talhão facilitado  = espécies pioneiras ou secundárias iniciais;  = espécies secundárias e de clímax.
 - II. Linhas ou renques de espécies nucleadoras (como aroeira-preta e capororoca).
 - III. Pequenos grupos de árvores de espécies nucleadoras ou invasoras.
 - IV. Árvores isoladas para poleiros.
 - V. Apenas proteção.
- ~~X-X-X-X-X-X-X-X~~ = proteção  = árvore

TABELA 2. Características do ciclo de vida dos componentes.

Características	Grupo Ecológico			
	Pioneira (P)	Secundária (I)	Secundária Tardia (T)	Clímax (C)
Crescimento	muito rápido	rápido	médio	lento ou muito lento
Madeira	muito leve	leve	medianamente dura	dura e pesada
Tolerância à sombra	muito intolerante	intolerante	tolerante no estágio juvenil	tolerante
Regeneração	banco de sementes	banco de plântulas	banco de plântulas	banco de plântulas
Dispersão das sementes	ampla (zoocoria c/alta diversidade de dispersores); anemocoria; a grandes distâncias	restrita (barocoria); ampla (zoocoria c/poucas espécies); anemocoria; a grandes distâncias	principalmente vento	ampla (zoocoria c/grandes animais) e restrita (barocoria)
Tamanho das sementes e frutos dispersados	pequeno	médio	pequeno a médio mas sempre leve	grande e pesado
Dormência das sementes	induzida (foto ou termoregulada)	sem	sem	inata (imaturidade do embrião)
Idade da 1ª reprodução	prematura (1 a 5 anos)	intermediária (5 a 10 anos)	relativamente tardia (10 a 20 anos)	tardia (> 20 anos)
Dependência a polinizadores específicos	baixa	alta	alta	alta
Tempo de vida	muito curto (até 10 anos)	curto (10 a 25 anos)	longo (25 a 100 anos)	muito longo (> 100 anos)

Fonte: Ferretti et al., 1995.

Muitas espécies nativas já estão classificadas dentro de grupos sucessionais, como pode ser visto nas listas de Durigan & Nogueira (1990) e Ferretti et al. (1995), entre outras. Nos casos de espécies não enquadradas e de conflitos ou dúvida sobre uma espécie já enquadrada, é aconselhado, para aplicação no talhão facilitador, orientar a decisão pelos critérios crescimento, tolerância à sombra e tempo de vida (Tabela 2). Situações intermediárias entre dois grupos são comuns.

Características de impacto silvicultural importante, como diâmetro e densidade da copa, podem variar muito dentro de uma guilda (exemplo: embaúba versus crindeúva), e devem ser consideradas durante o planejamento.

A classificação de uma espécie nativa em um grupo sucessional não implica que ela seja automaticamente recomendada para plantio. É conveniente, por aspectos operacionais, que somente as espécies de melhor comportamento silvicultural de cada guilda sejam empregadas. Como exemplo, os anexos 2, 3 e 4 apresentam espécies recomendadas para diferentes regiões

bioclimáticas do Estado do Paraná. As recomendações apresentadas deverão, sem dúvida, ser aumentadas com o tempo, devido a novos conhecimentos. Também, é ideal que os zoneamentos venham a ser detalhados quanto às exigências/tolerâncias das espécies em relação aos solos.

Espécies nativas de crescimento muito lento mas de importância ecológica relevante a longo prazo, como guabioba e uvaia, não são recomendadas de antemão. Sua inclusão, sempre desejável, somente é viável quando forem assegurados, por vários anos, cuidados especiais para elas, como limpezas freqüentes e cortes de liberação.

Em alguns casos, a recuperação rápida da cobertura arbórea, via talhão facilitador, não ocorre. Isto decorre de fatores naturais, como terrenos inóspitos (exemplos: muito rasos; encharcáveis periodicamente; dominados por gramíneas muito agressivas) ou de falta de cuidados pelo proprietários, devido a aspectos culturais ou econômicos, mesmo em solos férteis. Nestas circunstâncias, outros procedimentos de reflorestamento ambiental são mais apropriados, como a nucleação e a colonização.

3.2. Modelos baseados em nucleação e colonização

A nucleação consiste da capacidade de uma vegetação pontual qualquer (o "núcleo") provocar a ocupação do espaço aberto que existe ao seu redor, por plantas nascidas de sementes que vieram de longe, via animais. O exemplo clássico de núcleo é o de uma única árvore adulta, isolada no meio de uma pastagem.

O perfil ideal de uma espécie nucleadora abrange a produção, por longo período do ano, de frutos que atraem muitos vertebrados, especialmente pássaros e morcegos. As figueiras nativas do gênero *Ficus* correspondem a este perfil, e são nucleadoras eficientes (Guevara & Laborde, 1993). Outras árvores brasileiras bem conhecidas que têm bom potencial como nucleadoras são mutambo, tapiá, pessegueiro-bravo (secundárias), calabura, pau-de-gaiola, crindeúva, *Solanum* spp. e *Cecropia* spp. (pioneiras). Mesmo arbustos, como *Cordia* spp., *Solanum* spp., chumbinho (Vieira et al., 1994; Silva et al., 1996), esporão-de-galo e fruto-de-pomba podem ser nucleadores eficientes. Entre as espécies de clímax há inúmeras de grande valor como nucleadoras, mas seu estabelecimento em campo é difícil.

A composição de espécies e a estrutura da floresta serão influenciadas, por séculos, conforme o núcleo inicial seja ou não zoocórico. As biodiversidades animal e vegetal associadas a um núcleo inicial zoocórico são muito maiores que as proporcionadas pela iniciação anemocórica (Janzen, 1988).

O efeito nucleador tem sido constatado, principalmente, em condições naturais, com árvores grandes isoladas ou pequenos capões, ambos remanescentes da floresta primária, ou com arbustos/arvoretas zoocóricas que invadem pastagens. Por isso, ainda não há prescrições para implantar vegetações nucleadoras em ações de recuperação ambiental.

Renques compostos de algumas linhas, ou pequenos grupos de árvores, são preferíveis a uma planta isolada, pois têm probabilidade de estabelecimento maior e agem sobre uma superfície maior. Os renques/grupos podem ser planejados e estabelecidos como se fossem pequenos talhões facilitadores, procurando-se selecionar cada espécie do conjunto para a competição com gramíneas (devido ao efeito de borda) e para a ação nucleadora. A ação colonizadora, examinada a seguir, pode ser associada, trazendo vantagens; as espécies colonizadoras devem ocupar, principalmente, as partes externas dos renques/grupos. O aprimoramento (com base na ecologia dos animais dispersores) do formato da vegetação nucleadora/colonizadora e de sua inserção na paisagem pode auxiliar muito o processo sucessional (Silva et al., 1996; Briggs, 1998).

A colonização pode ser conceituada, aqui, como a expansão lateral dos limites de uma vegetação lenhosa em direção ao espaço aberto circundante, por plantas nascidas de sementes geradas localmente. Hoje, são reconhecidas poucas espécies nativas com capacidade colonizadora marcante em terrenos com vegetação herbácea não perturbada recentemente. Podem ser citadas: as embaúbas, a aroeira-preta, a capororoca (todas zoocóricas e também com capacidade nucleadora), a sesbânia-amarela, o pau-de-viola (ambas em terrenos úmidos), a aleluia, a quaresmeira, o pau-de-sangue, a canafístula, o timbó e o maricá. A observação sistematizada de

áreas na fase sucessional herbáceo-arbustiva é necessária para identificar novas espécies.

Muitas espécies arbustivas da família das asteráceas, conhecidas como vassouras e tupixabas, são colonizadoras eficazes, inclusive em sítios muito pobres, mas muitas vezes o estágio seral que elas dominam, a "capoeirinha de vassouras", é longo, pelo que são pouco apreciadas. A rigor, tanto o comportamento diferenciado entre espécies de vassouras e de tupixabas na sucessão, como a comparação das dinâmicas da sucessão com/sem dominância de asteráceas arbustivas no estágio inicial, são muito pouco conhecidos. A elucidação destes eventos pode ter impacto considerável nas atividades da recuperação de ecossistemas degradados.

A criação animal controlada em pastagens densas ao redor da vegetação implantada é, muitas vezes, um complemento indispensável para que a colonização e a nucleação tenham sucesso (Janzen, 1988; Nogueira, 1989). O pastoreio reduz a competição e o risco e a intensidade de incêndios. Limpezas seletivas, pelo homem, ao redor de mudas desejáveis, presentes na área aberta, também favorecem a colonização.

3.3. Poleiros

Os animais visitam uma árvore isolada para descansar, para obter sombra ou alimento, para marcar territórios, e para outros fins (Janzen, 1988; Guevara & Laborde, 1993). Por isso, mesmo árvores senescentes ou estruturas mortas, como postes de madeira colocados em um roçado abandonado, atraem pássaros que, por sua vez, defecam ou regurgitam sementes no local (Luken, 1992; Gorchov et al., 1993).

A função de poleiro é, portanto, inerente a qualquer árvore existente numa área aberta. Entretanto, espécies com outros atributos favoráveis, como aroeira-preta e capororoca, que são rústicas (vantagem silvicultural) e apresentam zoocoria e capacidade colonizadora (vantagens pró-sucessão), são preferíveis. O crescimento rápido também é vantajoso para a finalidade de poleiro pois, dentro de limites, os mais altos são os mais eficientes em atrair pássaros.

3.4. Proteção

A proteção da área, isto é, a cessação dos distúrbios que mantêm a degradação, é crucial para qualquer atividade de recuperação ambiental, e deve ser a primeira ação a ser executada. Os principais agentes de manutenção da degradação, numa propriedade rural brasileira, são: incêndios recorrentes, erosão hídrica, uso da terra para cultivo, pastoreio excessivo e roçadas.

Quando já há árvores na área recém-protégida, a recuperação costuma ser rápida, como observado em savana africana (Swaine et al., 1992) e em cerrados paulistas. A ausência de árvores locais e de fragmentos próximos faz com que a sucessão seja muito imprevisível (quanto à composição florística) e lenta.

4. ESPÉCIES PARA ÁREAS DEGRADADAS

Considera-se, aqui, como área degradada as situações onde a degradação de ecossistema é causada primordialmente pela degradação do solo, como nos casos onde ele é decapitado, removido ou reamontado. Na fase inicial da recuperação de áreas degradadas, a reabilitação da função do ecossistema e dos serviços do ecossistema é mais prioritária que a reabilitação da estrutura do ecossistema.

"Tomando como exemplo um aterro de mineração, a primeira fase da recuperação do ecossistema é a reabilitação do solo, e pode estender-se por vários anos. As ações visam, principalmente, parar a erosão e recuperar a fertilidade do solo, dos pontos de vista químico e físico. Espécies herbáceas e arbustivas rústicas, e espécies com associações simbióticas, são valorizadas. Árvores, quando o terreno permitir, devem ser principalmente de espécies leguminosas pioneiras, facilitadoras da sucessão, e espécies zoocóricas rústicas" (Carpanezzi, 1997).

As árvores e arvoretas leguminosas fixadoras de N atmosférico constituem o grupo mais

estudado; uma lista das espécies potenciais para o Brasil é encontrada em Campello (1996), e revela preponderância de espécies introduzidas.

Sem dúvida, investigações deverão revelar novas espécies nativas aptas para a ocupação de áreas degradadas. Como exemplos recentes de detecção entre as leguminosas fixadoras, podem ser citadas o juqueri para terrenos úmidos ou rasos ou pedregosos, a sesbânia-amarela para terrenos úmidos (Carpanezzi & Fowler, 1997), e o maricá da origem sudoeste do Paraná, tolerante à geadas (Carvalho, 1994), para terrenos úmidos ou pedregosos em climas frios. Outras espécies de grande potencial ainda não foram testadas ordenadamente, como as anileiras arbustivas e a bracinga-de-arapoti.

As espécies leguminosas fixadoras aptas para terrenos degradados são, muitas vezes, de vida curta. A bracinga-de-campo-mourão tem vida útil entre 2 anos (em terrenos bem drenados) a 4 anos (em terrenos úmidos). A duração de vida da bracinga *Mimosa scabrella* reduz-se à medida que as condições climáticas afastam-se das ideais; por exemplo, não ultrapassa dez anos na Depressão Central gaúcha ou no norte do Paraná. Ademais, as sementes das leguminosas fixadoras aptas para terrenos degradados, geralmente, não são dispersadas por vertebrados e assim, dependendo da paisagem, a chegada de sementes é baixa. Em consequência, o plantio de uma única espécie pode acarretar abertura excessiva do céu numa idade precoce, quando ainda não há formação de um sub-bosque adequado; a fase sucessional herbáceo-arbustiva reinstala-se, atrasando a sucessão. Por isso, são desejáveis: a) o planejamento da longevidade da cobertura pelas espécies leguminosas, e b) a participação de espécies não leguminosas rústicas, com aptidão para encorajar o aparecimento de um sub-bosque lenhoso (como as zoocóricas por morcegos e pássaros, e as polinizadas por morcegos).

Em terrenos desnudos e íngremes há necessidade de plantas rasteiras rústicas para ajudar a controlar a erosão: só a cobertura pelas copas das arvoretas/arbustos não é suficiente, mesmo que elas sejam de crescimento rápido. Espécies do grupo das cordas-de-viola (gênero *Ipomoea*) podem ser empregadas, como a azulona, a rósea e a branca, e gramíneas como a estrela-africana e o capim-barba-de-bode. As cordas-de-viola, além da cobertura do solo, têm floração longa, com efeito ornamental, e suas flores atraem muitas espécies de insetos.

Renques de gramíneas cespitosas de porte grande podem ser empregados como fornecedores de material orgânico ao solo (via roçadas periódicas) e como barreiras vivas para atenuar a erosão, em relevos íngremes. Para taludes de bota-fora de mineração de granito, o capim-elefante (espécie introduzida) e a cortadeira são apropriadas (Lourenço, 1997). A cortadeira, extremamente rústica, também pode ser plantada para que suas sementes provoquem a colonização de terrenos próximos de fertilidade muito baixa, ou de acesso muito difícil aos trabalhadores, como taludes íngremes de terra solta ou muito pedregosos.

De modo geral, o nível de conhecimentos sobre espécies recomendáveis para áreas degradadas é pequeno; isto é causado principalmente pela investigação incipiente. De antemão, há muitas chances de sucesso com alguns grupos de plantas brasileiras como as asteráceas arbustivas, o gênero *Mimosa*, o gênero *Ipomoea* e outras trepadeiras rústicas (como o cipó-de-são-joão). A recomendação de uma espécie deve ser associada com a definição de um conjunto mínimo de práticas de seu cultivo, como espaçamento e adubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONSON, J. FLORET, C.; LE FLOC'H, E.; OVALLE, C.; RONTANIER, R. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. *Restoration Ecology*, v.1, n.1, p.8-17, 1993.
- BRADSHAW, A.D. Ecological principles and land reclamation practice. *Landscape Planning*, Amsterdam, v.11, p.35-48, 1984.
- BRIGGS, P. A. Bats in trees. *Arboricultural Journal*, v.22, p.25-35. 1998.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional process. *Turrialba*, Turrialba, v.15, n.1, p.40-42, 1965.
- CAIRNS JR., J. Restoration, reclamation and regeneration of degraded or destroyed ecosystems. In: SOULÉ, M. E. ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland:

- Sinauer, 1986. p.465-484.
- CAMPELLO, E. F. C. O papel das leguminosas arbóreas moduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas (parte 1). In: **III Curso de atualização sobre recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: UFPR, 1996, p.9-16.
- CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Colombo – PR. **Notas Técnicas para reflorestamentos com fins produtivos e ambientais nos municípios do Estado do Paraná**. 1998. 7p. (paginação irregular).
- CARPANEZZI, A. A.; FOWLER, J.A P. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** Colombo: Embrapa Florestas, 1997. 2p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 14).
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras; recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. Colombo: Embrapa Florestas; Brasília: Embrapa - SPI, 1994. 640p.
- CROME, F. J. H. Wildlife conservation and rain forest managment examples from north east Queensland. In: GOMEZ-POMPA, A; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. ed. **Rain forest regeneration and managment**. Paris: UNESCO/ Casterton Hall: Parthenon, 1991, p. 407-418.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF. Série Registros, 14).
- FERRETI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ARBOCS, G.F.; SANTOS, J.D.; BARROS, M.I.A. OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3. n.7, p. 73-77, 1995.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo. In: **III Curso de atualização sobre recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: UFPR, 1996, p. 83-100.
- GORCHOV, D.L.; CORNEJO, F.; ASCORRA, C.; JARAMILLO, M. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. **Vegetatio**, Dordrecht, v.107/108, p. 339-349, 1992.
- GUEVARA, S.; LABORDE, J. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures. **Vegetatio**, Dordrecht, v.107/108, p. 319-338, 1992.
- HIGGS, E. S. What is good ecological restoration? **Conservation Biology**, v.11, n.2, p. 338-348, 1997.
- 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. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.8, n.25, p. 1-43, out. 1992. Inclui trabalhos da Equipe Técnica Convênio CESP/ESALQ/IPEF.
- KISSMANN, K.G. GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas; tomo 2**. São Paulo: BASF, 1992. 798p.
- LE FLOC'H, E.; ARONSON, J. Écologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. **Natures, Sciences, Sociétés**, número especial, p.29-35, 1995.
- LOURENÇO, R. S. **Seleção de gramíneas para estabilização de taludes de rejeitos em áreas de mineração de granito**. Colombo: Embrapa Florestas, 1997. 4p. (Embrapa Florestas. Pesquisa em Andamento, 8).
- LUKEN, J.D. Animals and succession. In: **Directing ecological succession**. London: Chapman and Hall, 1990, p.151 –178.
- NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de mata ciliar da Usina Éster em Cosmópolis, Reserva Florestal de Bauru (Instituto Florestal) e oeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 156-159.
- PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands; the role of plantations as "foster ecosystems". In: LIETH, H.; LOHMANN, M., ed. **Restoration of tropical forest ecosystems**. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.63-73.
- REIS, A; NAKAZONO, E.M.; MATOS, J.Z. Utilização da sucessão e das interações planta - animal na recuperação de áreas florestais degradadas. In: **III Curso de atualização sobre recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: UFPR, 1996. p.29-43.
- 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.
- SANTARELLI, E.G. Recomposição de mata ciliar: seleção de espécies e técnicas de implantação. In: **III Curso de atualização sobre recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: UFPR, 1996, p.101-105.
- SILVA, J.M.C.; UHL, C.; MURRAY, G. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. **Conservation Biology**, v.10, n.2, p. 491-503, 1996.
- SILVER, W.L.; BROWN, S. ; LUGO, A.E. Effects of changes in biodiversity on ecosystem function in tropical forests. **Conservation Biology**, v.10,n.1, p.17-24, 1996.
- SWAINE, M.D.; HAWTHORNE, W.D., ORGLE, T.K. The effects of fire exclusion on savanna vegetation at Kpong, Ghana. **Biotropica**, Washington, v.24, n. 2, p. 166-172, 1992.
- TERBORGH, J. Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULÉ, M. E., ed. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, 1986. P. 330-343.
- VIEIRA, I.C.G.; UHL, C.; NEPSTAD, D. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as an "succession facilitator" in an abandoned pasture, Paragominas, Amazônia. **Vegetatio**, Dordrecht, v.115, n. 2, p.91-99, 1994.

Artigo “ESPÉCIES PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL”

Título correto da tabela 2:

TABELA 2. Características do ciclo de vida dos componentes arbóreos dos diferentes grupos sucessionais na floresta tropical úmida americana .

Partes a juntar : - Anexos 1, 2, 3, 4.
- Figura 1 (versão corrigida)

RIBEIRÃO

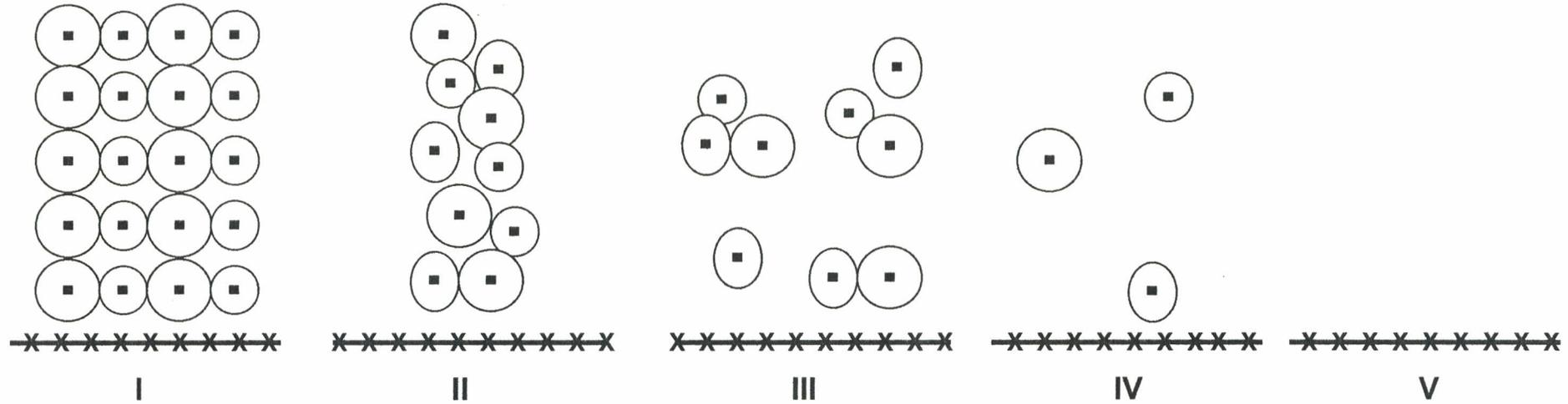
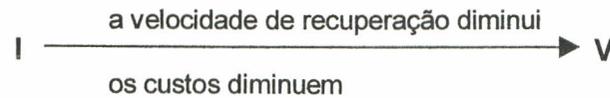


Figura 1. Alternativas para recuperação de uma mata ciliar (esquema simplificado). Fonte: Carpanezzi (1997).

- I. Talhão facilitador. = espécies pioneiras ou secundárias iniciais; = espécies secundárias e de clímax.
- II. Linhas ou renques de espécies nucleadoras (como aroeira-preta e capororoca).
- III. Pequenos grupos de árvores de espécies nucleadoras ou invasoras.
- IV. Árvores isoladas para poleiros.
- V. Apenas proteção.
- = proteção = árvore



ANEXO 1. Correspondência entre nomes vulgares e científicos.

Nome Vulgar	Nome Científico
acácia-negra	<i>Acacia mearnsii</i>
açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>
alecrim	<i>Holocalix glaziovii</i>
aleluia	<i>Senna multijuga</i>
amoreira	<i>Morus nigra</i>
angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>
angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>
angico-do-cerrado	<i>Anadenanthera falcata</i>
angico-vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i>
anileiras	<i>Indigofera</i> spp.
araribá	<i>Centrolobium microchaete</i> (litoral) <i>Centrolobium tomentosum</i> (interior)
araticum-cagão	<i>Annona cacans</i>
aroeirinha	<i>Schinus terebenthifolius</i>
baguaçu	<i>Talauma ovata</i>
bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>
bracatinga-de-arapoti	<i>Mimosa pilulifera</i>
bracatinga-de-campo-mourão	<i>Mimosa flocculosa</i>
calabura	<i>Muntingia calabura</i>
canafistula	<i>Peltophorum vogelianum</i>
canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>
canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>
canjarana	<i>Cabrlea canjerana</i> subsp. <i>canjerana</i>
capim-elefante	<i>Penisetum purpureum</i>
capim-barba-de-bode	<i>Aristida pallens</i>
capixingui	<i>Croton floribundus</i>
capororoca	<i>Rapanea ferruginea</i>
capororocão	<i>Rapanea umbellata</i>
carrapateiro-branco	<i>Metrodorea nigra</i>
chumbinho	<i>Lantana camara</i>
cipó-de-são-joão	<i>Pyrostegia venusta</i>

Nome Vulgar	Nome Científico
cordas-de-viola	
- azulona	<i>Ipomoea acuminata</i> (Vahl) Roem. & Schult. ^{al}
- branca	<i>I. alba</i>
- rósea	<i>I. cairica</i>
cortadeira	<i>Cortaderia selloana</i>
corticeira-do-banhado	<i>Erythrina crista-gallii</i>
corticeira-do-litoral	<i>Erythrina speciosa</i>
crindeúva	<i>Trema micrantha</i>
embaúbas	Várias espécies de <i>Cecropia</i>
erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i>
esporão-de-galo	<i>Acnistus breviflorus</i>
estrela-africana	<i>Cynodon plectostachyus</i>
farinha-seca	<i>Albizia haslerii</i>
fruto-de-pomba	<i>Rhammus sphaerosperma</i>
fumeiros	Várias espécies arbóreas de <i>Solanum</i>
guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>
guarantã	<i>Eisenbeckia leiocarpa</i>
guaricica	<i>Vochysia bifalcata</i>
guaritá	<i>Astronium graveolens</i>
guatambu-branco	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>
ingás	Várias espécies de <i>Inga</i>
ipê-tabaco	<i>Zeyheria tuberculosa</i>
jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
jacatirão-açu	<i>Miconia cinnamomifolia</i>
jaracatiá	<i>Jacaratia dodecaphylla</i>
jequitiba-branco	<i>Cariniana estrellensis</i>
juqueri	<i>Mimosa regnellii</i>
leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>
louro-branco	<i>Bastardiopsis densiflora</i>
louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i>
mandiocão	<i>Didimopanax morototoni</i>
maricá ou angiquinho	<i>Mimosa bimucronata</i>
mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>

Nome Vulgar	Nome Científico
olandi-mangue	<i>Calophyllum brasiliense</i>
paineira	<i>Chorisia speciosa</i>
palmito	<i>Euterpe edulis</i>
pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>
pau-de-gaiola	<i>Aegiphylla sellowiana</i>
pau-de-sangue	<i>Croton celtidifolius</i>
pau-de-viola	<i>Cytarexylum myrianthum</i>
pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>
pau-marfim	<i>Balfourodendrum riedelianum</i>
peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>
pessegueiro-bravo	<i>Prunus brasiliensis</i>
pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
pinheiro-do-paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>
pinus	<i>Pinus</i> spp.
quaresmeira	<i>Tibouchina sellowiana</i>
salseiro	<i>Salix humboldtiana</i>
sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>
sassafrás	<i>Ocotea odorifera</i>
sesbânia-amarela	<i>Sesbania virgata</i>
sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i>
tapiá	<i>Alchornea triplinervia</i>
timbaúva	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
timbó	<i>Ateleia glazioviana</i>
tipuana	<i>Tipuana tipu</i>
tupixabas	Asteraceae (várias espécies)
uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i>
uvaia	<i>Eugenia uvalha</i>
vassouras	Asteraceae (várias espécies)

^{a/} Segundo Kissmann & Groth (1992).

ANEXO 3. Espécies SECUNDÁRIAS recomendadas para recuperação de ecossistemas florestais degradados, segundo as regiões bioclimáticas do Paraná. SI = secundária inicial. ST = secundária tardia. SI/ST ou ST/SI = transições, com mais características da primeira indicação.

Nome Vulgar	Regiões Bioclimáticas do Paraná							Adaptação a		Zoocoria	SI ou ST
	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos ou pedregosos	Terrenos úmidos		
canela-guaicá	X	X	X	X						O	SI
capixingui				X	X	X					SI
pessegueiro-bravo	X	X	X	X	X	X	X			O	ST
araticum-cagão			X	X	X	X	X			M	SI
jaracatiá				X		X				O	ST
capororoca	X	X	X	X	X	X	X	B		O	SI
capororocão	X	X	X	X	X	X	X			O	SI/ST
salseiro	X	X							água corrente		SI
angico-branco	#	X		X	X	X					SI
angico-do-cerrado		X		X		X					SI
angico			X	X		X					SI/ST
aroeira-preta	X	X	X	X	X	X	X	B		O	SI
sobrasil				#		X					SI
pau-jacaré			X	X	X	X	X				SI
guapuruvu					X		X				SI
mandiocão		X	X				X				SI
farinha-seca			X	X		X					ST/SI
jacatiirão-açu							X			O	SI
guaricica							X				SI
pata-de-vaca	X	X	X	X	X	X	X		B	QF	SI
pau-de-viola					X	X	X		C	O	SI
ingás					X	X	X		C	Sim	SI
mutambo						X					SI
angico-vermelho	X	X	X	X		X		C			SI/ST
paineira			X	X		X					ST
canafístula		X	X	X							SI/ST
ipê-tabaco						X					ST/SI
guaritá						X					ST
pinheiro-do-paraná	X	X	X							Sim	SI/ST
pau-marfim			X	X		X					ST

Nome Vulgar	Regiões Bioclimáticas do Paraná							Adaptação a		Zoocoria	SI ou ST
	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos ou pedregosos	Terrenos úmidos		
canela-branca	X	X	X	X		X					ST
timbaúva			X	X	X	X					SI
araribá					X	X	X				SI/ST
louro-pardo		X	X	X	X	X					SI/ST
louro-branco			X	X		X					SI
canjarana			X	X	X	X	X				ST
jequitibá-branco					X	X	X				ST
pinheiro-bravo	X									O	ST
tapiá					X	X	X			O	SI
açoita-cavalo	X	X	X	X		X			B		SI/ST
corticeira-do-banhado	X	X							C		SI

= para comprovação

B = adaptação moderada

C = adaptação alta

O = ornitocoria (pássaros)

Q = quiropterocoria (morcegos)

M = mamíferos

QF = polinização por morcegos

ANEXO 4. Espécies de clímax recomendadas para recuperação de ecossistemas florestais degradados, segundo as regiões bioclimáticas do Paraná.

Nome Vulgar	Regiões Bioclimáticas do Paraná							Adaptação a		
	1	2	3	4	5	6	7	Terrenos rasos ou pedregosos	Terrenos úmidos	Zoocoria
baguaçu				X	X	X	X		C	O
erva-mate	X	X	X							O
peroba-rosa			X	X		X				
guarantã						X				
olandi ou mangue					X	X	X		B	Q
guatambu-branco						X				
palmito			X		X	X	X		B	Sim

B = adaptação moderada

C = adaptação alta

O = ornitocoria (pássaros)

Q = quiropterocoria (morcegos)

M = mamíferos