

ALGUNS ASPECTOS FUNDAMENTAIS RELACIONADOS À RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES DEGRADADOS

Alessandro Camargo Angelo⁴

Introdução

A expansão demográfica, associada à elevação nos padrões de consumo tem promovido, em escala global, alterações drásticas nas paisagens naturais. A implementação de atividades como a agricultura, a pecuária, a mineração, ou mesmo a expansão urbana tem ocasionado mudanças profundas e, em alguns casos, até mesmo a supressão de ecossistemas.

Este cenário, associado a um despertar de consciência ambiental, e ao reconhecimento da própria importância econômica da manutenção de funcionalidades ambientais, tem servido de estímulo para esforços denominados de “recuperação” ou “restauração” de áreas degradadas. Tais ações podem ter diferentes propósitos, como a reabilitação de funcionalidades ambientais, o resgate da biodiversidade, a adequação ambiental de empreendimentos econômicos impactantes, ou mesmo a prevenção de acidentes em áreas urbanas.

Diferentes métodos e estratégias foram desenvolvidos para que estas ações de recuperação se tornassem possíveis. Um dos procedimentos mais difundidos dentre estes é o que faz uso de plantios de espécies arbóreas em áreas alteradas, tal como mencionado em Kageyama *et al.* (2003) e Carpanezzi (2005). No entanto, muitos desses processos são altamente encarecidos uma vez que a produção de mudas e o plantio das mesmas são processos onerosos (Figura 1). Por conta deste custo e da ineficiência do processo de recuperação em muitos lugares, outras metodologias vem sendo aplicadas com algumas delas alcançando resultados promissores. A transposição de serapilheira (Reis *et al.*, 2003; Angelo, 2007) (Figura 1), a sementeira direta (Araki, 2005), a transposição de galharia (REIS *et*

⁴ Dr. Professor Associado da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

al., 2003 e 2007), a instalação de poleiros (Almeida, 2000; Angelo, 2007) e a coleta de chuva de sementes (Almeida, 2000; Vieira & Gandolfi, 2006) são alguns exemplos dessas metodologias.

Seja qual for a estratégia escolhida para a recuperação, é gias tem sido criadas com algumas delas alcançando resultados promissores na recuperaç se recuperar esses ambeintes. levar em consideração uma série de fundamentos ecológicos nos processos de recuperação ambiental. Entre os aspectos mais relevantes podemos relacionar a própria diversidade das formações vegetacionais, como por exemplo, aquela encontrada em florestas tropicais e subtropicais, a importância das características fitogeográficas da área, o conceito de raridade de espécies, o fenômeno de abertura de clareiras em áreas florestais e os processos de interação entre plantas e animais. Além disso, um conjunto grande e decisivo de subsídios representados por fatores físico-químicos, como os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos dos locais são muitas vezes ignorados, comprometendo os trabalhos em questão. De acordo com Rodrigues *et al.* (2000), a incorporação destes aspectos ecológicos nos processos de recuperação vem fazendo com que estes processos deixem de serem meras aplicações práticas silviculturais para assumir a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações de uma comunidade.

Este conjunto de informações visa subsidiar a concepção de novas estratégias ou mesmo a adequação de algumas destas estratégias através de uma melhor inserção em seus ambientes, resultando no restabelecimento de comunidades funcionais com maior diversidade e garantindo a perpetuação dos resultados obtidos através das metodologias aplicadas. A adequada fundamentação destas atividades poderá resultar em uma maior eficiência nos trabalhos de recuperação, resultando em menores perdas, menor necessidade de manutenções e conseqüentemente menores custos.

Ambientes ripários: uma particularidade

Os ambientes ripários envolvem formações que circundam os cursos d'água, desempenhando devido a isso funções muito importantes para a manutenção da qualidade destes ambientes. Pode-se, por exemplo, enfatizar o papel desses ambientes no que se refere à dinâmica da paisagem, atuando como corredores

para o movimento de fauna e o fluxo gênico de espécies arbóreas. Por outro lado, é notória a relevância destas formações para a estabilidade física das áreas marginais dos cursos d'água, minimizando processos como a erosão e o assoreamento dos mananciais. Barbosa (2000) destaca a função hidrológica de tais ambientes, mencionando que a influência dessa formação está relacionada a uma série de fatores importantes para a manutenção da bacia hidrográfica, tais como: escoamento das águas das chuvas, atenuação dos picos dos períodos de cheia, dissipação de energia do escoamento superficial, estabilidade das margens, equilíbrio térmico das águas e ciclagem de nutrientes.

Apesar dessa importância, uma grande parte desses ambientes vem sendo alterada ou mesmo suprimida por diversos motivos, dentre eles, a expansão de atividades agropecuárias que acarreta no acúmulo de agrotóxicos devido à agricultura intensiva, a extração de madeira, além de processos como o crescimento urbano e industrial e a construção de barragens. Além destes aspectos, verificamos uma crescente e progressiva deterioração dos recursos hídricos em contrapartida ao aumento da demanda pelo consumo de água, ressaltando a necessidade do estabelecimento de políticas públicas que tratem a questão de maneira proporcional à sua importância.

Em função dessas alterações e devido à importância de se preservar áreas marginais de mananciais, a recuperação de tais ambientes tornou-se necessária, ocupando um papel relevante na sociedade como, por exemplo, no caso de programas governamentais e da vinculação da imagem de empresas de diferentes setores com iniciativas relacionadas ao esforço de se recuperar esses ambientes. Todas essas medidas estão também relacionadas à legislação vigente, que estabelece parâmetros, definições e limites para ambientes ripários tornarem-se protegidos através da regulamentação destes como áreas de preservação permanente.

A diversidade das formações vegetacionais

Um dos grandes desafios relacionados à recuperação de ambientes é viabilizar condições para o restabelecimento de um maior número de espécies, propiciando maior diversidade, principalmente em regiões tropicais. Autores como Barbosa (2006) ressaltam a necessidade do estabelecimento de florestas com maior

diversidade, aliando a restauração da função florestal com a conservação da biodiversidade.

Essa diversidade é originária de longos processos evolutivos e adaptativos, assim como de processos como o isolamento reprodutivo e a mudança de condições climáticas. Quando se trata de ambientes “fluviais”, autores como Lobo *et al.* (1989) destacam uma série de fatores que interferem na composição florística do estrato arbóreo. A influência da saturação hídrica do solo, por exemplo, é um desses fatores, bem como as variáveis topográficas, pedológicas e hidrológicas das margens dos rios. Entretanto, o maior condicionante dos modelos estruturais e florísticos das florestas fluviais estão ligados ao encharcamento dos solos nessas planícies (Figura 3). Nesse sentido, CURCIO (2006) afirma que o regime hídrico dos solos é o grande fator para a ocorrência das espécies em ambientes fluviais, com grupos de espécies com maior ou menor afinidade a ambientes com maior ou menor exposição à umidade.

A importância dessa percepção é a de tentar enxergar os diferentes gradientes presentes na paisagem, seja em função da umidade ou de outros fatores, o que por sinal está intimamente ligado ao processo de diversificação da paisagem.

O conceito de “raridade” de espécies

A alta diversidade de espécies arbóreas nas florestas tropicais está associada a uma alta frequência de espécies denominadas “raras”, ou aquelas que ocorrem com baixa densidade de indivíduos na floresta. Segundo Kageyama & Gandara (1993) num ecossistema florestal natural podem existir espécies muito raras, com uma densidade de até uma árvore a cada 100 hectares, assim como existem espécies muito comuns que podem atingir mais de 100 indivíduos por hectare.

Ferretti (2002), por sua vez considera que na floresta tropical a maior parte das espécies de árvores possui menos de um indivíduo adulto em cada hectare de área. As espécies que obedecem a este padrão são denominadas então de espécies “raras”. Nesse caso, as árvores de uma mesma espécie, em geral, estão muito distantes umas das outras.

Em ambientes fluviais, o regime de água interfere nos padrões de ocorrência das espécies ao longo das florestas ciliares devido aos solos que sofrem alagamento.

Além disso, conforme comentado por Kozlowski (1984), a ocorrência de determinadas espécies em tais ambientes é fortemente condicionada à tolerância das mesmas às enchentes, ressaltando que para a grande maioria das plantas, para uma mesma espécie, a resistência ao alagamento é menor na fase de plântulas do que quando adultas.

Quando se trata de modelos silviculturais, deve-se procurar atender aos conceitos de ocorrência rara ou comum destas espécies. Ferretti (2002) cita como exemplo o cedro (*Cedrela fissilis*) mencionando que essa espécie quando plantada em altas densidades sofre o ataque de *Hypsipyla grandella*, um tipo de mariposa. Como exemplo de espécie comum o autor menciona o palmiteiro (*Euterpe edulis*), que pode ter mais de 100 indivíduos adultos em um único hectare de floresta.

Entre os extremos citados acima, existem densidades intermediárias para as espécies que existem nas florestas tropicais fluviais, que nos possibilita caracterizá-las como raras ou comuns. Esse modelo natural deve ser observado para a definição de quais as espécies e suas respectivas densidades para utilização nos plantios de restauração. Contrariar tais disposições significará em muitos casos no fracasso dos trabalhos, devido à desconsideração de parâmetros naturais desses ambientes.

Alguns aspectos de fitogeografia do estado do Paraná-Brasil

As diferentes formações vegetacionais são condicionadas por diversos fatores físicos, dentre eles a geologia, a geomorfologia, a pedologia assim como a posição geográfica (latitude) e a altitude. Além desses fatores, as florestas em áreas ripárias também são influenciadas pelo regime hídrico dos mananciais, conforme citado anteriormente.

Diante desse conjunto de fatores as paisagens são então moldadas originando as tipologias vegetacionais. Serão ressaltadas aqui algumas características que constituem a paisagem do estado do Paraná, na região sul do Brasil, como forma de exemplo. Este estado, de acordo com Roderjan *et al.* (2002) possui cinco unidades fitogeográficas. Estas unidades são a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semi-Decidual, a Estepe e a Savana.

Para uma maior efetividade de ações de recuperação é evidente a adequada percepção das unidades fitogeográficas de uma determinada região, bem como do estágio sucessional das áreas em questão. No entanto, outras abordagens devem ser feitas. Quando se considera o ambiente ciliar, a tipologia de solos e o regime hídrico são determinantes, tal como afirmado em Curcio *et al.* (2007). Neste trabalho as espécies são agrupadas em categorias na dependência de sua maior afinidade aos padrões de hidromorfia da área, ou seja, aos padrões de saturação de água no solo. Conseqüentemente teremos espécies mais afins a ambientes de maior saturação, ou seja, solos hidromórficos (plantas hidrófilas), espécies que se desenvolvem bem em solos semi-hidromórficos (plantas higrófilas) e espécies que se desenvolvem melhor em solos não hidromórficos (plantas mesófilas).

A Floresta Ombrófila Densa ocorre na porção leste do estado do Paraná, distribui-se pela Serra do Mar praticamente em toda sua extensão além do vale do Rio Ribeira. Conforme descreve Leite (1994), em termos florísticos, essa unidade é a mais heterogênea e complexa do sul do país. Muitos pesquisadores estimam que esta unidade fitogeográfica possua mais de 700 espécies arbóreas, sendo a maioria exclusiva deste tipo vegetacional. Conforme Veloso *et al.* (1991) essa unidade fitoecológica subdivide-se em cinco formações de acordo com as variações altitudinais existentes ao longo da região sul-brasileira: terras baixas, submontana, montana, altomontana e aluvial.

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), a subunidade aluvial corresponde às formações florestais que estão distribuídas sobre as planícies de acumulação de sedimentos ao longo das faixas marginais dos rios que deságuam na região litorânea, sujeitas ou não a inundações periódicas e a um determinado grau de hidromorfia dos solos. O mesmo autor destaca as seguintes espécies consideradas comuns nessa subunidade: *Clusia criuva*, *Sapium glandulatum*, *Inga sessilis*, *Cariniana estrellensis*, *Coussapoa microcarpa*, *Pseudobombax grandiflorum*, *Euterpe edulis* e *Marlierea tomentosa*.

Outra formação de ocorrência no estado do Paraná que possui destaque com relação à diversidade de espécies é a Floresta Ombrófila Mista (Figura 4). Esta unidade fitoecológica possui como característica marcante a presença de uma flora com espécies de origem temperada (austro-brasileira), bastante antiga, que está adaptada a um clima mais frio, e outras espécies de origem tropical (afro-

brasileira), associada às temperaturas mais quentes e umidade das condições climáticas compatíveis com o que temos atualmente (IBGE, 1992). Essa unidade tem sido considerada uma das mais notáveis em termos de valor ecológico, por abrigar espécies típicas e atributos biológicos únicos em todo o planeta. Uma dessas espécies é *Araucaria angustifolia*, conhecida popularmente como pinheiro-do-paraná e que ocorre exclusivamente na Floresta Ombrófila Mista.

Leite (1994) constatou que esta unidade possui um número superior a 350 espécies arbóreas, sendo que só para o Paraná, estima-se que esse número seja superior a 200 espécies. Deste total de espécies, algo em torno de 40% são consideradas endêmicas. Analogamente a Floresta Ombrófila Densa, também está subdividida nas subunidades submontana, montana, altomontana e aluvial.

A subformação aluvial, caracterizada como a formação vegetacional que margeia os cursos d'água, está situada desde relevos planos até suave-ondulados, podendo apresentar graus de desenvolvimento simplificado devido ao grau de hidromorfia dos solos, com a predominância de *Sebastiania commersoniana*, até associações mais complexas em que *Araucaria angustifolia* tem participação (Roderjan *et al.*, 2002). De acordo com Veloso (1991), a Floresta Ombrófila Mista aluvial, além das espécies já mencionadas, é constituída por outras como *Schinus terebinthifolius*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Vitex megapotamica*, *Luehea divaricata* e *Erythrina crista-galli*.

No Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual distribui-se no terceiro e parte do segundo planalto do estado, o que corresponde à determinadas regiões do norte e oeste do território. Essa formação caracteriza-se principalmente pela decidualidade da vegetação nas estações de outono e inverno. Segundo Leite (1994), esse fenômeno é praticamente restrito aos estratos superiores e parece ter correlação principalmente com o clima da sua região de ocorrência. No noroeste do estado, a litologia predominante é caracterizada pela presença da formação Arenito Caiuá, que origina um solo muito suscetível a processos erosivos. No Paraná, as áreas florestais desta unidade foram quase que totalmente eliminadas, restando alguns remanescentes, destacando-se o Parque Nacional do Iguaçu.

Da mesma forma que as unidades descritas anteriormente, a Floresta estacional Semidecidual subdivide-se em terras baixas, submontana, montana e aluvial. Na subunidade aluvial, destacam-se como espécies mais comumente observadas:

Luehea divaricata, *Sebastiania commersoniana*, *Calophyllum brasiliense*, *Inga uruguensis*, *Campomanesia xantocarpa*, *Allophylus guaraniticus* e *Euterpe edulis*.

No estado do Paraná, ocorre ainda a unidade fitoecológica “Estepe gramíneo-lenhosa”, ou como é conhecida popularmente, a região dos Campos Gerais. Nestas formações, destaca-se a diversidade de espécies herbáceas ocorrentes, muitas destas ainda não identificadas e outras pouco conhecidas. Conforme descreveu Moro *et al.* (1996) são típicas na região *Poaceae* dos gêneros *Aristida*, *Paspalum*, *Andropogon*, *Eragrostis*, *Piptochaerium* e *Panicum*, além de plantas das famílias *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Cyperaceae*, *Lamiaceae*, *Verbenaceae*, *Polygalaceae*, *Amaranthaceae*, *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Asclepiadaceae*, *Ericaceae*, *Lobeliaceae*, *Malpighiaceae*, *Melastomataceae* e *Arecaceae*, entre outras.

Nestas regiões, o entorno dos mananciais muitas vezes é caracterizado pela presença de capões de Floresta Ombrófila Mista, sendo que estes também são facilmente encontrados isolados no campo. A principal espécie que está presente nestes capões é *Araucaria angustifolia*, associada com outras espécies como *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii*, *Gochnatia polymorpha*, *Schinus terebinthifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Ocotea porosa*, *Syagrus romanzoffiana* e *Alophylus edulis* (Roderjan *et al.*, 2002). Outros documentos destacam a diversidade desta área, como Kozera (2008).

O Paraná ainda é contemplado com pequenas porções de outra formação relictual: a Savana, conhecido popularmente como “Cerrado”. Esta é a formação menos predominante em todo o estado, mas Maack (1981) estimou em quase 2000 quilômetros quadrados esta vegetação antes do processo de colonização. Straube (1998) destacou três macro-regiões de ocorrência do cerrado no estado: no nordeste paranaense, em Jaguariaíva (Parque Estadual do Cerrado); nas proximidades da cidade de Tibagi (com uma pequena representação no parque estadual do Guartelá) e numa área próxima à cidade de Campo Mourão, no centro noroeste do estado.

Roderjan *et al.* (2002) cita dentre as arbóreas mais típicas *Stryphnodendron adstringens*, *Ouratea spectabilis*, *Qualea cordata*, *Vochysia tucanorum*, *Caryocar brasiliense*, *Annona crassiflora*, *Tabebuia ochracea*, *Couepia grandiflora*, *Anadenanthera peregrina* e *Roupala montana*. Uhlmann *et al.* (1998) analisaram as categorias fisionômicas incluídas na vegetação de Savana no estado do Paraná,

destacando além das anteriores as espécies *Byrsonima coccolobifolia* e *Acosmium subelegans*.

Qualquer empreendimento que vise à recuperação deverá levar minimamente em consideração aspectos destes referenciais. Isso significará a exigência de se recorrer a diferentes estratégias de intervenção nas áreas, uma vez que essas estratégias estarão condicionadas à tipologia florestal ocorrente em tal área.

O processo sucessional e a dinâmica de clareiras

Em ambientes florestais ocorre com frequência o fenômeno de formação de clareiras. Tal processo consiste na abertura de espaços no dossel da floresta em função da queda de árvores ocasionada por diversos fatores como, por exemplo, intempéries ou senilidade. A abertura desse espaço promove uma mudança nas condições de oferta de luminosidade nesta área, estimulando a regeneração de espécies pioneiras, não apenas de árvores como também de indivíduos de outros hábitos como lianas, epífitas e ervas. Ao mesmo tempo, tais mudanças passarão a impor restrições de desenvolvimento de plantas com afinidade à condição de desenvolvimento sob diferentes gradientes de sombreamento. Fica evidente que o conhecimento do padrão de resposta das espécies a essa dinâmica é importante quando se considera uma intervenção nestas áreas, visando ao seu manejo.

O conceito de sucessão está ligado à tendência da natureza em estabelecer novo desenvolvimento em uma determinada área, correspondente com o clima e as condições de solo locais. Quando falamos em sucessão, nos referimos a um processo que ocorre em etapas. Estas etapas se desenrolam desde a área totalmente desocupada, onde começam a se estabelecer as primeiras espécies vegetais, até a nova formação de uma floresta madura (Reis *et al.*, 1999).

A sucessão é um processo complexo e concomitante, ou seja, evoluem as condições de solo, o microclima, a biodiversidade da flora e da fauna. Assim, qualquer interferência antrópica, em qualquer destes elementos, interfere no processo sucessional de todos estes setores (Reis *et al.*, 1999).

Doyle (1981) menciona que observações na floresta tropical úmida indicam que comunidades de florestas naturais são compostas por mosaicos em diferentes estágios de maturidade sucessional interpretados como mosaicos florestais como

um padrão espaço-temporal de fases cíclicas. Cada um desses caminhos é originado por um distúrbio localizado tal como uma queda de árvore ou deslizamentos. O tipo desses caminhos reflete a magnitude e a periodicidade dessas perturbações.

Pode-se também chamar a atenção para o início do processo de ocupação de áreas. Nessas circunstâncias muitas espécies apresentam o que se chama de “estratégia r”, ou seja, reproduzem-se em grande quantidade, de maneira precoce, visando ocupar áreas abertas com grande disponibilidade de luz. Apesar desse grande número de indivíduos, estes indivíduos serão brevemente substituídos dentro do processo de sucessão ecológica de espécies. Um bom exemplo de espécie com essa característica é *Mimosa scabrella*, conhecida popularmente como bracinga. Tal espécie ocupa áreas abertas com grande densidade de indivíduos, sendo substituída em poucos anos por outras espécies.

Apesar desse papel “efêmero” na paisagem, espécies como *M. scabrella* desempenham um papel decisivo na reocupação da comunidade vegetal em uma determinada área, criando condições para o estabelecimento de outras espécies que colonizarão posteriormente estas áreas.

A classificação das espécies em diferentes grupos ecológicos

As plantas vêm sendo classificadas de diversas maneiras quanto ao seu comportamento na dinâmica de sucessão. A afinidade dessas espécies com a luz é uma das características que mais vem sendo observadas para a classificação das espécies em “grupos ecológicos”. Características como o desenvolvimento, o crescimento, o estabelecimento e a estratificação de uma floresta são inerentes a intensidade ou quantidade de luz que chega a determinado local.

A luminosidade possui um papel fundamental na germinação e crescimento de espécies em uma floresta. Determinadas espécies são mais adaptadas a ambientes com grandes intensidades de radiação incidente, enquanto outras não se estabelecem em ambientes com essa característica.

A classificação das espécies em grupos ecológicos é ferramenta essencial para a compreensão da dinâmica de sucessão ecológica, entretanto, visto a grande plasticidade apresentada por muitas espécies tropicais, há uma considerável

dificuldade na determinação dos critérios de classificação. O método utilizado para realizar essa classificação através da separação das espécies de acordo com suas exigências à necessidade de luz ou ao sombreamento do dossel é apenas um norteador para o enquadramento das espécies em determinados grupos. Este fator caracteriza os modelos mais difundidos entre os diversos autores de estudos relacionados ao tema, como Whitmore (1990) e Budowski (1965) que, além de outras características, utilizaram as necessidades lumínicas de cada planta como imprescindíveis para a separação das espécies em grupos ecológicos.

Diversos autores consideram a divisão das espécies arbóreas em três grandes grupos: pioneiras, secundárias (iniciais e tardias) e climácicas. Já há algum tempo programas de restauração de ambientes degradados consideram a classificação das espécies em grupos ecológicos como uma importante ferramenta, necessária para o planejamento das ações.

As descrições a seguir foram embasadas na metodologia utilizada por Budowski (1965), e descrevem os três grandes grupos citados anteriormente.

As espécies pioneiras são aquelas que atingem a maturidade sob altas intensidades de luz (Figura 5). Normalmente, germinam e se desenvolvem a pleno sol e possuem rápido crescimento. As pioneiras produzem de forma precoce grande quantidade de sementes, que geralmente possuem tamanho pequeno. É comum o fato de sementes de espécies pioneiras apresentarem dormência, as quais são altamente dependentes do vento (nesse caso normalmente são aladas) e da avifauna para serem dispersas. Muitas vezes apresentam tegumento espesso e podendo ser oleaginosas. Geralmente no início do processo sucessional, concentram na área um pequeno número de espécies, entretanto com um grande número de indivíduos. Geralmente possuem um crescimento muito rápido e não chegam a durar mais que 10-15 anos de vida.

Espécies secundárias por sua vez se caracterizam por apresentarem sementes que germinam em condições de sombreamento e atingem a maturidade com determinadas intensidades de luz. Esse grupo é subdividido em secundárias iniciais e tardias, na qual uma das principais diferenças refere-se à quantidade de luz requerida para atingir a maturidade. Além disso, normalmente as secundárias iniciais são distribuídas em dois estratos bem diferenciados e as tardias, em três. O ciclo das secundárias iniciais normalmente não passa dos 25 anos, enquanto que o das tardias pode chegar a 100 anos. Em geral, as espécies pertencentes ao

grupo das secundárias possuem sementes carnosas, são produzidas em pequenas quantidades e com baixa longevidade. Os frutos das secundárias apresentam tamanhos maiores quando comparados às pioneiras. Em ambiente florestal, as sementes das espécies secundárias são responsáveis pelo chamado banco de plântulas da floresta, que surgem nos períodos de maior pluviosidade.

O terceiro grupo ecológico dessa classificação refere-se às espécies “clímax. Os indivíduos deste grupo germinam e atingem a maturidade sob menores intensidades lumínicas, ou seja, são tolerantes à sombra. As climácicas normalmente são distribuídas em cinco estratos em ambientes florestais, sendo difícil sua diferenciação. Possuem um crescimento muito lento e costumam apresentar longevidades consideráveis, como por exemplo entre 100 e 1000 anos de vida. A disseminação de suas sementes, que normalmente são grandes e possuem uma viabilidade curta, ocorre por gravidade ou pela ação de pássaros e mamíferos. Uma grande diferença entre o grupo ecológico das climácicas e das secundárias refere-se ao porte das árvores quando adultas, sendo que as secundárias atingem o dossel da floresta e as climácicas limitam-se aos estratos inferiores, onde são obtidas maiores condições de sombreamento.

É importante lembrar aqui a importância de outros enquadramentos, ou seja, outros tipos de grupos ecológicos. Como exemplo podem ser citados os agrupamentos por “saturação hídrica do solo”. Este tipo de classificação subdivide as espécies em relação à sua afinidade em relação aos diferentes “padrões de hidromorfia” no solo. O espectro de variação abrangeria desde plantas com adaptações a ambientes sem saturação hídrica, muitas vezes denominadas “xerófilas”, passando por aquelas com tolerância a ambientes intermediários (mesófilas), até aquelas com adaptações morfológicas e fisiológicas a ambientes com saturação hídrica (denominadas de “hidrófilas” e “higrófilas”).

Interação planta-animais

Os diferentes grupos de animais e plantas possuem uma gama bastante variada de relacionamentos e interações. Estes são de diferentes naturezas com exemplos benéficos para apenas um dos lados ou mesmo alguns com benefícios para ambos.

Uma vez que a estrutura reprodutiva de muitas espécies vegetais é alógama, o processo de troca de pólen é realizado por agentes como o vento ou organismos polinizadores (Figura 6). Entre estes organismos podem-se mencionar insetos como Lepidoptera e Hymenoptera, bem como vertebrados de grupos diversos como mamíferos (marsupiais e quirópteros) e aves (Trochilidae e Coerebidae).

Outro importante papel desempenhado por animais em relação às plantas é o da dispersão (Figura 7). Este processo se dá através do transporte de propágulos das plantas por parte dos animais. Plantas de diferentes fases da sucessão ecológica costumam apresentar frutos e/ou sementes com padrões de tamanho e coloração correspondentes aos seus dispersores.

Desta forma plantas de início de processo de sucessão possuem de maneira geral frutos e sementes de pequeno porte, enquanto que muitas espécies enquadradas como climácicas apresentam frutos de grande porte.

A viabilização de ambientes que forneçam abrigo e alimento para as diferentes espécies da fauna de um determinado local são um componente-chave para o sucesso de qualquer programa de recuperação de ambientes. A escolha de espécies que apresentem capacidade de atração de organismos polinizadores, por exemplo, bem como a de espécies que ofertem frutos que sirvam de alimento para estes organismos é imprescindível para o êxito de um trabalho voltado para o restabelecimento de comunidades em áreas alteradas.

Sistemas produtivos diversificados como elementos de recuperação de áreas

No processo de ocupação da superfície, alguns sistemas de produção podem reunir elementos que amenizam o impacto sobre a biodiversidade. Entre esses sistemas de produção podemos mencionar os chamados “sistemas agroflorestais” e os “sistemas silvipastoris”.

Os sistemas agroflorestais caracterizam-se pela utilização da terra com cultivos agrícolas e florestais de forma simultânea, constituindo em alguns casos diferentes estratos, ou seja, são multiestratificados (Figura 8). Estes sistemas, pela sua própria concepção, agregam mais elementos do que os monocultivos que predominam em muitas regiões. Quando associados a práticas de conservação do solo, de utilização criteriosa de água e de outros recursos estes sistemas podem

tornar-se elementos importantes, na medida em que se constituem em sistemas voltados para a produtividade, ao mesmo tempo em que mitigam os efeitos de áreas contínuas alteradas.

Os sistemas silvipastoris (Figura 9) agregam o elemento arbóreo á paisagem da pecuária, com benefícios reconhecidos em termos de ganho de peso, produção de leite, taxas de ocupação da superfície, dentre outros. Estes sistemas, da mesma forma que os “sistemas agroflorestais”, podem constituir-se em sistemas que interessam aos produtores rurais, por serem geradores de renda, simultaneamente ao fato de terem a potencialidade de reduzir impactos sobre a biodiversidade. Em diferentes regiões, sistemas silvipastoris tem propiciado resultados positivos tanto em termos de produção de leite, como em termos de produção de carne, como por exemplo em Fassola *et. al.* (2004) e Esquivel *et. al.* (2004).

Tanto os sistemas agroflorestais como silvipastoris podem, conforme seu arranjo, contribuir para a melhoria de algumas condições ambientais, quando comparados a sistemas mais simplificados. Tais sistemas podem desempenhar o papel de “stepping stones”, ou “trampolins ecológicos”, possibilitando a troca de material genético entre diferentes populações, outrora fragmentadas e separadas. Tal benefício desses sistemas é ressaltado por Uezu *et. al.* (2008).

Considerações finais

A atividade denominada de “recuperação de áreas degradadas” apresenta uma quantidade significativa de diferentes perspectivas, desde aquelas de ordem biológica ou ecológica, até aquelas de ordem econômica, passando, necessariamente, pelas de ordem social, dentre outras. Constata-se facilmente que trata-se de uma atividade multidisciplinar, demandando a colaboração de equipes de trabalho com distintas habilidades para que seja alcançado algum êxito.

A definição de quais objetivos almeja-se alcançar em cada proposta de trabalho são importantíssimas para a adequação dos métodos e estratégias de trabalho, bem como do ajuste de expectativas em termo de tempo e espaço necessários para que sejam alcançados os diferentes propósitos. Os objetivos podem ser muito distintos, como simplesmente revegetar uma área submetida a uso

agronômico, ou restaurar uma área submetida a atividade mineradora por longo período.

Em todo caso, alguns elementos precisarão ser resgatados, dentre eles a “funcionalidade” dessas áreas, tanto do ponto de vista biológico, como do ponto de vista físico-químico. Do ponto de vista biológico, isso significa restabelecer a existência de um fluxo mínimo de organismos de determinada espécie, propiciando troca de material genético ao longo do tempo.

Pode-se ainda chamar a atenção para a necessidade de minimização de “barreiras” ecológicas, eventualmente presentes, como a ocorrência de fogo, erosão a partir de diferentes origens e fragmentação de paisagens.

Deve-se ressaltar também a necessidade de restabelecimento de “processos ecológicos”, como a “sucessão natural”, e não apenas a constituição de estruturas paisagísticas. Tais estruturas precisam ter efetividade enquanto fornecedoras de nichos ambientais, acomodando populações de organismos e, sempre que possível, permitindo ligações com populações vizinhas. Para que tal efetividade seja conquistada, para a maioria dos táxons existirá a necessidade de “stepping stones”, ou seja, pontos de ligação entre distintas áreas fragmentadas.

Deve-se atentar para uma demanda muito importante: a necessidade de percepção das heterogeneidades ambientais, o que podemos denominar de “compartimentalização da paisagem”, sem a qual não se consegue aplicar adequadamente muitos dos conceitos aqui expostos. Os diferentes ambientes apresentam as suas muitas particularidades, e conhecê-las é um dever daqueles que executarão intervenções voltadas ao propósito de recuperação (Figura 10).

Referências bibliográficas

- Almeida, D.S. 2000. “Recuperação ambiental da mata atlântica”. Ilhéus: Editus. 130 p.
- Angelo, A. C. 2007. “Vegetação ciliar. Trabalhador em florestamento: Essências florestais nativas”. Curitiba, Senar-PR, 114 p.
- Araki, D. F. 2005. “Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas”. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba-SP, 150p.

- Barbosa, L. M. 2000. "Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares". *In: Rodrigues, R. R. & H. de F. Leitão Filho (eds.) Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, p. 289-312.
- Barbosa, L. M. 2006. "Políticas públicas para recuperação de áreas degradadas". *In: Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares.* 2006. São Paulo-SP. Anais Instituto de Botânica de São Paulo, p. 1-58.
- Budowski, G. N. 1965. "Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes". *Turrialba*, v. 15, p. 40-42.
- Carpanezi, A. A. 2005. "Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais". *In: Galvão, A. P. M. & Silva, V. P., Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso.* Colombo: Embrapa Florestas, p. 27-45.
- Curcio, G. R.; L. P. Sousa; A. Bonnet & M. L. Barddal. 2007. "Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR". *Revista Floresta*. v. 37, n. 1. p. 113-122.
- Curcio, G. R. 2006. "Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil". Curitiba, 488 p. Tese de Doutorado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- Doyle, T. W. 1981. "The role of disturbance in the gap dynamics of a montane rain forest: An application of a tropical forest succession model". *In West, D. C., Shugart, H. H., and Botkin, D. B. (Eds.) Forest Succession: Concepts and Application.* New York, Springer-Verlag.
- Esquivel, J. Fassola, H. E.; Lacorte, S. M.; Colcombet, L.; Crechi, E.; Pachas, N.; Keller, A. 2004. "Sistemas silvopastoriles-una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental". *In: XI Jornadas técnicas forestales y ambientales.* FCF, UNAM, INTA: EEA Montecarlo; Eldorado, Misiones, Argentina.
- Fassola, H. E.; S. M. Lacorte; J. Esquivel; L. Colcombet; F. Moscovitch; E. Crechi; N. Pachas; A. Keller. 2004. "Sistemas silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su entorno de negocios". INTA, EEA Montecarlo. Directorio de información: Sistemas Silvopastoriles.

- Ferretti, A. R. 2002. "Modelos de Plantio para a Restauração". *In*: Galvão, A. P. M.; Medeiros, A. C. de S. (Org.). A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo: Embrapa Florestas. p. 35-43.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. "Manual técnico da vegetação brasileira". Séries Manuais técnicos em geociências, n. 1, Rio de Janeiro. 92p.
- Kageyama, P.; F. B. Gandara; R. E. Oliveira. 2003. "Biodiversidade e restauração da Floresta Tropical". *In*: Kageyama, P. Y., Oliveira, R. E., Moraes, L. F. D., Engel, V. L. & Gandara, F. B. (Ed.) Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu, FEPAF. p. 27-48.
- Kozera, C. 2008. "Florística e fitossociologia de uma formação pioneira com influencia fluvial e de uma estepe gramíneo-lenhosa em diferentes unidades geopedológicas", Município de Balsa Nova-PR, Brasil. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- Kozlowski, T. T. 1984. "Extent causes and impacts of flooding". *In*: Kozlowski, T. T. Flooding and plant growth. Orlando: Academic, p. 1-7.
- Leite, P. F. 1994. "As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de classificação". Curitiba, 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- Lobo, P. C.; C. A. Joly. 1989. "Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudoeste do Brasil". *In*: Mantovani, W. Conceituação e fatores condicionantes. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1, 1989, São Paulo. Anais Campinas: Ed. Fundação Cargil, p. 11-19.
- Maack, R. 1968. "Geografia física do Estado do Paraná". Rio de Janeiro: José Olympio, 450p.
- Moro, R.S; C. H. Rocha; I. J. Takeda; M. Kaczmarech. 1996. "Análise da vegetação nativa da bacia do rio São Jorge". Publicatio UEPG. Ciências Biológicas e da Saúde, v. 2, n. 1, p. 33-56.
- Reis, A; R. M. Zambonin; E. M. Nakazono. 1999. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as Interações planta-animal caderno nº 14. Série cadernos da Reserva da biosfera da mata atlântica. São Paulo.

- Reis, A.; F. C. Bechara; N. K. Vieira; L. L. Souza. 2003. "Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais". *Natureza & Conservação*, Curitiba, v. 1, n 1, p. 28-36.
- Reis, A.; Tres, D. R.; Scariot, E. Z. Restauração na floresta ombrófila mista através da sucessão natural. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 55: 67-73. 2007.
- Roderjan, C. V.; F. Galvão; Y. S. Kuniyoshi; G. Hatschback. 2002. "As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná". *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, v.24. p.75-92.
- Rodrigues, R. R.; S. Gandolfi. 2000. "Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares". *In: Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo. Universidade de São Paulo: FAPESP, cap. 15.
- Straube, F. C. 1998. "O Cerrado no Paraná: ocorrência original e atual e subsídios para sua conservação". *Separata de Cadernos de Biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, v.1, p.12-24.
- Uezu, A.; D. D. Beyer; J. P. Metzger. 2008. "Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the atlantic forest region?" *Biodiversity and Conservation*, 17 (8): 1907-1922.
- Uhlmann, A.; F. Galvão & S. M. Silva. 1998. "Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no Sul do Brasil". *Revista Acta Botanica Brasilica*. v. 12, n. 3, p. 231-247.
- Veloso, H. P.; A. L. R. Rangel Filho & J. C. A. Lima. 1991. "Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal". Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p.
- Vieira, D. C. M.; S. Gaandolfi. 2006. "Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração". *Revista Brasileira de Botânica*, 29 (4):541-554.
- Whitmore, T. C. 1990. "Tropical Rain Forest dynamics and its implications for management". *In: Gompomp, A.; Whitmore, T. C.; Hadley, M. Rain forest regeneration and management*. Paris, UNESCO and The Par Eeon Publishing Group. p.67-89.



Figura 1. Viveiro de produção de mudas de espécies nativas. **Figura 2.** Transposição de serapilheira, uma das técnicas que podem ser usadas em recuperação de áreas. **Figura 3.** Área com hidromorfia. **Figura 4.** Aspecto de uma área com Floresta ombrófila mista. **Figura 5.** Exemplo de espécie com comportamento pioneiro. **Figura 6.** Exemplo de polinizadores: meliponíneos.



Figura 7. Animais dispersores como os traupídeos são imprescindíveis para o êxito da recuperação. **Figura 8:** Propriedade rural com prática de sistemas agroflorestais. **Figura 9.** Sistema silvipastoril em pequena propriedade rural. **Figura 10.** Área ripária recuperada. (Fotos: Alessandro C. Angelo).