

SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES

E

WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO:

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E APRIMORAMENTO DA RESOLUÇÃO SMA 47/03.

INSTITUTO DE BOTÂNICA
SAO PAULO

23, 24 E 25 DE NOVEMBRO DE 2006

PARCERIA:



INTERNATIONAL PAPER



REALIZAC



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE

GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

A Nucleação como Novo Paradigma na Restauração Ecológica: “Espaço para o Imprevisível”

Ademir Reis¹, Deisy Regina Tres², Fernando Campanhã Bechara³

1. Introdução

Como a nossa concepção da natureza pode afetar a restauração? A que modelos estamos amparados para entender e fazer restauração? Quais as implicações que decorrem da escolha de um paradigma para o processo de restauração?

Para o desenvolvimento da raça humana sobre o planeta Terra houve a necessidade de drásticas mudanças nas paisagens, estrutura e funcionalidade dos ecossistemas. A antropomorfização buscou ampliar a produtividade dos elementos de interesse para o homem e seus animais domésticos em prejuízos do restante. Com isso, aumentaram-se as técnicas de produtividade de alimentos através do melhoramento e da “melhor” ocupação dos espaços produtivos.

No entanto, o atual desenvolvimento começa a mostrar necessidade de conciliar as áreas produtivas com áreas de conservação de forma a provocar uma sinergia entre estas paisagens drasticamente fragmentadas. Para isto, a restauração de áreas degradadas, principalmente no sentido de aumentar a conectividade entre fragmentos, torna-se uma ação vital para manter a qualidade de vida sobre o planeta Terra.

As técnicas de produtividade foram as responsáveis para garantir o atual estágio de desenvolvimento do homem mas, no mínimo, não são as adequadas para os processos restauradores, pois restauração não é sinônimo de produtividade.

Parker & Pickett (1999) evidenciam dois problemas básicos que dificultam o nosso entendimento dos processos naturais. O primeiro é idealizar a natureza. O segundo problema é ver a natureza como algo fixo e imutável. Ambos os problemas resultam em concepções antropomorfizadas da natureza, que evidenciam aspectos determinísticos e controladores. Como restaurar sem expressar esta antropomorfização?

¹ Biólogo, Prof^o Dr. Titular do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Campus Universitário, Trindade, Caixa Postal 476, Florianópolis, SC, CEP 88010-970. E-mail: areis@ccb.ufsc.br

² Bióloga, Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas, Campus Universitário, Trindade, Caixa Postal 476, Florianópolis, SC, CEP 88010-970. E-mail: deisytres@cca.ufsc.br

³ Engenheiro Florestal, Dr. em Recursos Florestais, Pesquisador da Casa da Floresta Assessoria Ambiental, Rua Regente Feijó, 431, Centro, Piracicaba, SP, CEP 13.400-100. E-mail: fernando@casadafloresta.com.br

Diferentes modelos de restauração adotados ao longo dos tempos foram concebidos a partir de algumas visões e concepções distintas dos processos ecológicos. Inicialmente desenvolveu-se um modelo extremamente produtivista, com aspectos predominantemente quantitativos e objetivando a produção da biomassa vegetal. A visão dendrológica foi reforçada pela incorporação da fase arbórea, pulando todas as demais fases iniciais da sucessão. Foi dada importância à estrutura da floresta em detrimento dos processos dinâmicos naturais. Um modelo posterior avançou para uma visão de conservação, primando por valorizar a diversidade vegetal. A diversidade foi vista como uma meta a ser alcançada em curto prazo através do uso de modelos quantitativos e de caráter estrutural da floresta, onde a riqueza e densidade foram os dois parâmetros fundamentais a serem mensurados.

Uma nova tendência prima por modelos de conservação da biodiversidade para a conservação da biofuncionalidade e resgate de interações entre organismos do sistema. Esta visão não se baseia em modelos determinísticos, mas na possibilidade de aumentar as probabilidades da sucessão se expressar e de abrir espaço para os fenômenos eventuais. Ganha expressão, neste contexto, a posição de Grant (1980): na natureza, os fenômenos eventuais tem maior importância (ele se referia ao fluxo gênico) que os normais.

Neste contexto, o restaurador não é um ator, mas um promotor de eventualidades no sentido de conservar contextos e processos do sistema, concebendo uma Natureza Participativa. Esta idéia reforça o pensamento de Cronon (1995), que identifica a natureza como uma entidade fora, separada e distinta das comunidades humanas*.

2. Tendências Paradigmáticas na Restauração Ecológica

Pickett & Ostfeld (1994) mostram que as principais mudanças que a ciência atravessa, são as mudanças dos seus paradigmas. Esta visão de mundo ou convicção adotada estaria amparada, especialmente, em crenças, valores e técnicas usadas por um determinado método (disciplina). A ecologia, em especial, tem sofrido várias mudanças paradigmáticas ao longo dos anos, o que forçou mudanças nas técnicas e estratégias de conservação e manejo praticadas. As implicações que decorrem destas mudanças tem marcado a disciplina da ecologia da restauração e sua prática.

A implicação direta que o Paradigma Clássico e seus conceitos têm para a conservação dos recursos naturais está intimamente relacionada com a idéia do “balanço da natureza”. Esta

* Historicamente muitas culturas tinham uma tendência a idealizar ou antropomorfizar a natureza. O uso da palavra ‘natureza’ nos Estados Unidos tendia a evocar uma imagem de uma entidade fora, separada e distinta das comunidades humanas.

teoria considera como sistema ideal aquele conservado e isolado da interferência humana. Desta forma, mesmo com possíveis perturbações, os sistemas se manteriam no balanço, retornando ao estado ideal, próximo ou não da condição inicial, dependendo do atual estágio da paisagem participativa.

Modelos de recuperação de áreas degradadas, por muito tempo, foram baseados no Paradigma Clássico. A recuperação de florestas tropicais, como método científico, é datada do final da década de setenta, quando era usado o modelo de plantio ao acaso de árvores (Nogueira, 1977; Kageyama, Castro, 1989 *apud* Bechara, 2006). O Paradigma Clássico, chamado, convenientemente, de Paradigma do Equilíbrio (Pickett *et al.*, 1992) aparece com evidência no suporte conceitual e nas metodologias utilizadas nestes modelos, que tentavam reproduzir um clímax idealizado de florestas preservadas. (Figura 1). O ecossistema a ser alcançado era aquele mais próximo possível deste modelo ideal da natureza fixa e imutável. Em função disso, metodologias para recuperação de áreas degradadas foram baseadas, preferencialmente, em plantio de espécies, com um número determinado de indivíduos, tentando alcançar uma condição clímax o mais rapidamente possível. Todos os processos poderiam ser controlados através da introdução (mudas) ou eliminação (ex. formigas, limpeza do sub-bosque) de algum componente que desregulava este sistema ideal. Neste contexto, o ecossistema é visto como uma fábrica de produtividade e com uma coleção de espécies selecionadas e isoladas num espaço definido.

A partir da década de oitenta, diversos projetos de restauração foram iniciados, buscando reproduzir um sistema ideal (determinístico). Modelos que consideravam o plantio misto de árvores segundo diferentes graus de sombreamento proporcionado por espécies iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) e tardias (secundárias tardias e climácicas) caracterizaram-se pela grande produtividade em biomassa, expressa pelo diâmetro e altura dos indivíduos plantados (Kageyama *et al.*, 1990; Rodrigues *et al.*, 1992 *apud* Bechara, 2006). Outros trabalhos buscaram aperfeiçoar o modelo sucessional, incluindo o conceito de raridade (Kageyama & Gandara, 2000 *apud* Bechara, 2006). Por exemplo, um modelo desta natureza, pré-estabelece uma composição inicial de 60% de espécies pioneiras (30% pioneiras típicas e 30% de secundárias iniciais) e 40% de não-pioneiras (80% de espécies comuns e 20% de raras, usando-se uma diversidade de 20 e 40 espécies, respectivamente). Bechara *et al.* (2005) comparam estes modelos de recuperação a modelos silviculturais, os quais utilizam plantações equiâneas de árvores em área total, sob espaçamentos de 2 x 2 m a 3 x 2 m,

adubação e capina das entrelinhas e re-plantio com altos insumos de implantação e manutenção.

Monitoramentos realizados em áreas restauradas através de plantio convencional de mudas, especialmente no estado de São Paulo, mostram que tais iniciativas podem não garantir a auto-sustentabilidade do sistema (Damasceno, 2005; Souza & Batista, 2004; Souza, 2000). Os resultados destas pesquisas confirmaram que, as espécies regenerantes foram as mesmas das espécies plantadas. Não houve abertura para a eventualidade se expressar. Os espaços de regeneração foram limitados à ocupação das mesmas espécies introduzidas pelo modelo tradicional. Outros resultados mostraram que, este tipo de intervenção não está garantindo a restauração da diversidade e funcionalidade destas áreas, uma vez que geraram plantações de árvores com grande desenvolvimento de DAP e altura, porém com baixa diversidade de formas de vida (predomínio de espécies arbóreas), baixa complexidade florística, baixa regeneração (um estrato regenerativo dominado por gramíneas exóticas invasoras) e ausência de epífitas (que são funcionalmente nucleadoras) (Souza & Batista, 2004).

Modelos simplistas que, se restringem, basicamente, à definição e à interpretação dos grupos ecológicos e da forma de usar e associar as plantas desses grupos em plantios convencionais geram tão somente plantações de árvores, sem a formação de um mosaico, como ocorre em florestas naturais (Tres *et al.*, 2005; Bechara, 2006). No entanto, hoje é possível ver que tais ações inibem interações essenciais da comunidade, implicando em baixa diversidade e formas de vida, estagnando a sucessão natural (Tres *et al.*, 2005). Os sistemas ecológicos, baseados em modelos sucessionais determinísticos, tendo como princípio a representação de uma natureza “idealizada”, são frágeis, pois não contemplam processos e contextos do sistema como um todo. Esses modelos concebem a natureza como uma entidade isolada e antropomorfizada a uma condição ordenada e previsível, à imagem e semelhança do homem. Tal visão não só isola o homem do resto da natureza, como o coloca superior a ela.

Em face deste contexto, torna-se imediatamente necessário a adoção de um novo paradigma para a ecologia da restauração. A crença de que a natureza foi feita para o homem e o homem para governá-la, não só nega a complexidade da dimensão e dinâmica de condições dos sistemas ecológicos, como contraria a idéia da sucessão estocástica, um dos princípios-chave do Paradigma Contemporâneo. Esta teoria é uma metáfora do “fluxo da natureza” e considera que, os sistemas naturais são resultado de uma variedade de fluxos, sendo entendidos como uma soma de processos e contextos. Os processos referem-se às

dinâmicas e mecanismos do sistema, enquanto que o contexto refere-se à influência espacial no sistema (Parker & Pickett, 1999).

Uma variedade de fluxos pode ser citada: dinâmica da troca de matéria e energia, relações tróficas entre as espécies (produtores, consumidores, decompositores), migração de fenótipos e genótipos, movimento de manchas na paisagem (Pickett & Ostfeld, 1994), processos autogênicos e alogênicos, rede de interações interespecíficas (Hurlbert, 1971), conectância (Williams & Martinez, 2000), mutualismo entre planta-animal (Bascompte *et al.*, 2006), entre outros. Concebendo os sistemas ecológicos sob essa nova perspectiva, entende-se que os modelos utilizados para se fazer restauração devam focar no restabelecimento de uma série de processos e contextos do sistema como um todo, os quais irão gerar uma diversidade de fluxos naturais.

Nesse sentido, as metodologias de restauração devem incorporar esses novos conceitos, baseados em uma variedade de perspectivas e referências, permitindo que a restauração seja parte de um processo dinâmico contínuo, e não resultante de um evento único, tradicionalmente figurado pelos modelos convencionais.

3. A Nucleação como Novo Paradigma da Restauração Ecológica

A nucleação representa uma oportunidade de incorporar os princípios-chave da metáfora do “fluxo da natureza” à prática da restauração ecológica. Este modelo, baseado no Paradigma Contemporâneo, representa um “espaço para o imprevisível”, gerando fenômenos eventuais e aleatórios e permitindo maiores aberturas para a variedade de fluxos, próprios dos sistemas naturais.

O processo de nucleação delineado por Yarranton & Morrison (1974) descreveu a dinâmica espacial da sucessão primária em dunas canadenses capaz de atrair espécies e funções variadas.

Inspirados na teoria de nucleação de Yarranton e Morrison (1974), ratificada por Franks (2003), Reis *et al.* (2003) e Bechara (2003) simularam os mecanismos ecológicos descritos por aqueles autores instituindo as técnicas nucleadoras de restauração. Estas visam formar microhabitats em núcleos propícios para a abertura de uma série de “eventualidades” para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais de todas as formas de vida e formação de uma rede de interações entre os organismos. O intuito é promover “gatilhos ecológicos” (Bechara, 2006) aumentando a probabilidade de formação de uma diversidade rotas alternativas sucessionais (Fiedler *et al.*, 1997), as quais poderão convergir para múltiplos

pontos de equilíbrio no espaço e no tempo. Cabe ressaltar que, a geração de mortes é essencialmente importante neste processo de abrir espaço para as eventualidades.

A restauração através da nucleação é caracterizada por diversas técnicas que são implantadas, nunca em área total, mas sempre em núcleos, a fim de deixar espaços abertos para o eventual se expressar (Figura 2), ocupando em média 5% da área. Cada uma das técnicas nucleadoras de restauração possui diversos efeitos funcionais e particularidades que, em conjunto, produzem uma variedade de fluxos naturais sobre o ambiente degradado, mantendo processos-chave e contribuindo para resgatar a complexidade de condições dos sistemas naturais.

Dentro dessa nova concepção de restauração, um conjunto de ações devem ser propostas no sentido de nuclear os fluxos naturais, os quais serão capazes de facilitar a natureza se recompor. Definir a melhor estratégia para restaurar um ecossistema requer o entendimento de uma série de *processos* que ocorrem na comunidade, levando-se em consideração o *contexto* no qual o ambiente está inserido, como já discutido anteriormente.

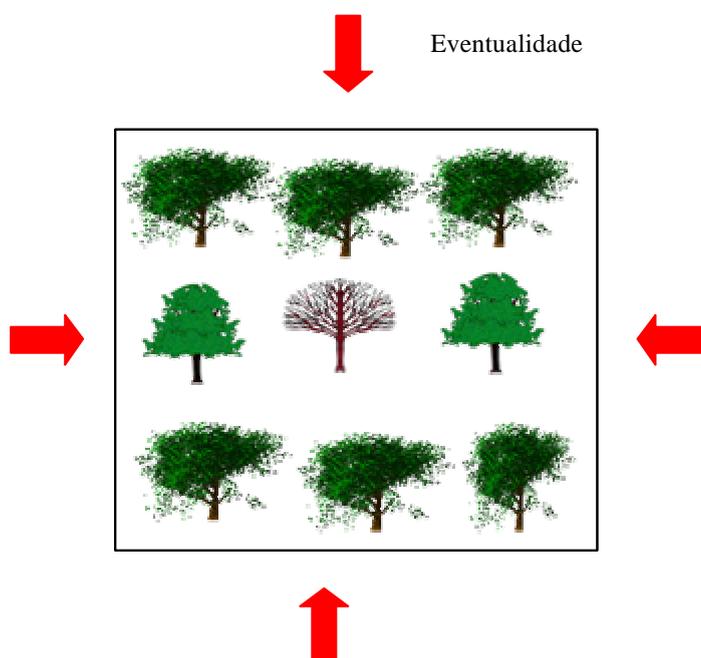


Figura 1. Restauração baseada no modelo sucessional determinístico, restringindo-se a plantio convencional de mudas. Os fenômenos eventuais não encontram espaço para se expressar, uma vez que o sistema ecológico impede a entrada de fluxos externos, como mecanismos naturais de regeneração. As setas vermelhas indicam a ação ineficaz da eventualidade sob o sistema que forma uma barreira histórica, física e biológica, impedindo a expressão deste fenômeno.

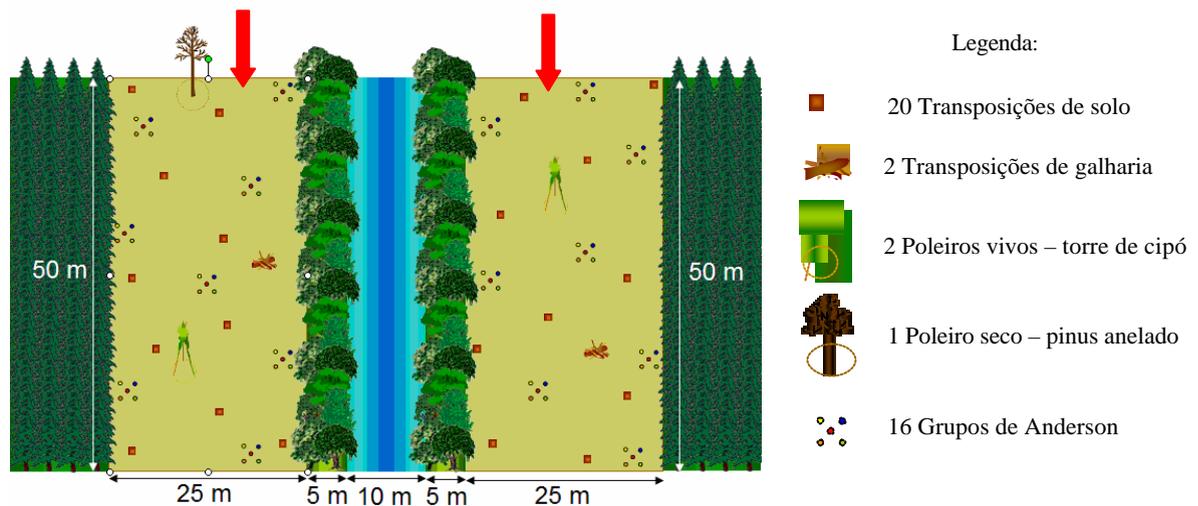


Figura 2. Restauração baseada no modelo sucessional estocástico, com uma diversidade de espaços como oportunidade para a regeneração natural. As técnicas nucleadoras atuam como “gatilhos ecológicos” com o objetivo de produzir uma série de fluxos naturais sobre o ambiente degradado. As setas vermelhas indicam os espaços abertos (entre todas as técnicas) para a regeneração natural.

Em paisagens com poucos remanescentes florestais, os fragmentos adjacentes às áreas degradadas são a melhor fonte de propágulos para a regeneração, representando núcleos históricos dos fluxos naturais. Nestas áreas, em função do mosaico produzido pela paisagem ser bastante heterogêneo, uma complexidade de condições naturais poderá ser potencializada, através da incorporação desses núcleos históricos nas áreas a serem restauradas (Figura 3). Entretanto, é necessário um prévio diagnóstico do potencial de resiliência destas áreas, visando fornecer indicativos que serão determinantes para a tomada de decisões sobre as ações mais apropriadas na restauração ecológica. Sendo assim, a avaliação do banco e da chuva de sementes, bem como o monitoramento da regeneração natural permite inferir potenciais diferenciados de resiliência de uma comunidade, em função das características históricas e atuais. Todos esses mecanismos de regeneração natural são importantes para a colonização do local e o início do processo sucessional secundário.

Este diagnóstico, representa uma primeira etapa no processo de restauração ecológica, permitindo definir estratégias diferenciadas para cada uma das situações encontradas. A partir de resultados obtidos em avaliações do banco e chuva de sementes e do monitoramento da regeneração natural em diferentes ambientes (Vieira, 2004; Espíndola, 2004; Hmeljevski, 2004; Tres, 2006; Guinle, 2006; Bechara, 2006) e seguindo a proposta de Reis *et al.* (2003), propõem-se, como segunda etapa no processo de restauração, a aplicação de técnicas de nucleação através da implantação de módulos de restauração (Figura 2). No caso de áreas ciliares (Norte do estado de Santa Catarina), com um histórico de ocupação do solo pelo

cultivo de *Pinus*, e com fragmentos florestais ao longo do curso d'água, mantidos por exigência da legislação (Código Florestal datado de 1965), propõem-se módulos de restauração de 2500m², onde 5,92% da área deve ser utilizada para as seguintes técnicas: duas *transposições de galharia* (leiras de resíduos florestais para abrigo da fauna - 18m²), 20 *transposições de solo* (20m²), 16 *grupos de Anderson* (agrupamentos de mudas nativas com funções nucleadoras - 80m²), dois tipos de *poleiros artificiais* (30m²), um poleiro de pinus anelado (seco) e dois poleiros de torre de cipó (vivo) (Figura 2).

A proposta deste modelo é promover eventualidades e imprevisibilidades, dando oportunidades para que os fluxos naturais encontrem espaço para se expressar e ampliando as possibilidades de restabelecer uma série de *processos* e *contextos* do sistema como um todo. Na proposta para as áreas ciliares, as técnicas somadas ocupam um pequeno espaço (5,92%), servindo como “gatilhos ecológicos” para o início do processo sucessional secundário. A tendência é de que nos demais espaços, (75%) seja estabelecida uma complexa rede de interações entre os organismos e uma variedade sucessional, as quais poderão convergir para múltiplos pontos de equilíbrio no espaço e no tempo (Paradigma Contemporâneo), fruto da abertura da eventualidade.

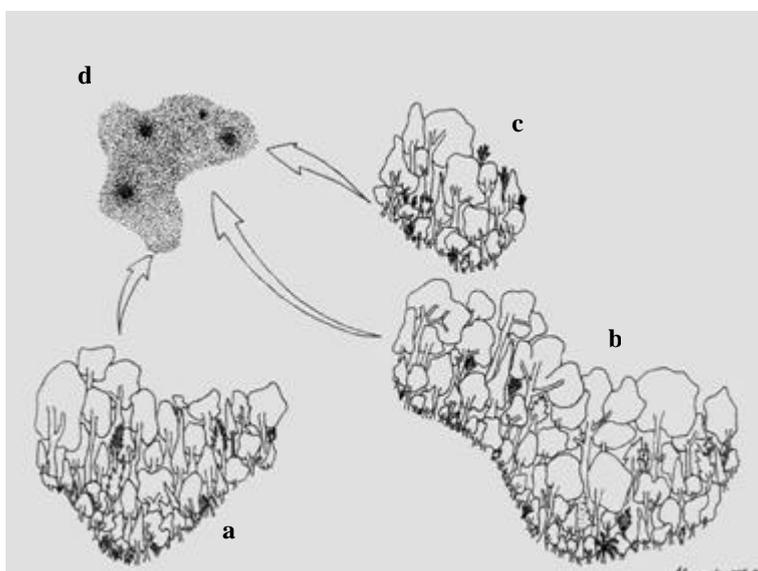


Figura 3. Núcleos históricos de fluxos naturais representados pelos fragmentos fontes de propágulos (a, b, c). A complexidade de condições naturais presentes nestes remanescentes poderá ser potencializada, através da incorporação desses núcleos históricos nas áreas a serem restauradas. A idéia é a formação de núcleos de diversidade e funcionalidade na área degradada (d). Desenho adaptado e extraído de Vieira (2004).

4. Técnicas Nucleadoras de Restauração Ecológica

4.1. Transposição de galharia (abrigos artificiais)

Após a colheita da madeira das plantações, o resíduo florestal (galhos, tocos, etc.) pode ser enleirado, compondo a técnica nucleadora inicial. Esta ação atende, principalmente, à formação de abrigos artificiais para a fauna, mas também promove a atuação de decompositores e possui grande potencial de recuperação de solos após a formação de húmus (Reis *et al.*, 2003) (Figura 4).

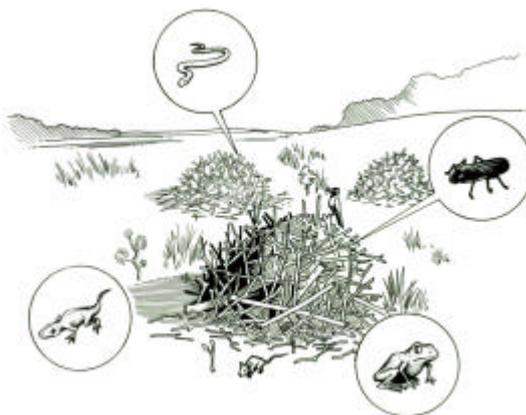


Figura 4. Resíduos florestais, lenha ou qualquer outro material orgânico inserido em núcleos nas áreas degradadas constituem abrigos artificiais para a fauna (lacertílios, anuros, etc.). Também restituem a biota e fertilidade do solo. Além disso, servem de alimento a decompositores (coleópteros, térmitas, etc.) que, por sua vez, atraem consumidores (aves, roedores, etc.) que por conseguinte atraem predadores maiores tais como ofídios. Desenho extraído de Bechara (2006).

4.2. Transposição de solo

A transposição de solo, visando à restauração do solo com toda a sua micro, meso e macro fauna/flora (sementes, propágulos, microorganismos, fungos, bactérias, minhocas, algas, etc), é uma forma direta de formar núcleos em áreas degradadas (Vieira, 2004). Com o uso desta técnica são resgatados, além do banco de sementes, a biota de solo e a serapilheira dos fragmentos de vegetação regionais para a área em restauração, precipitando o desenvolvimento de diversas formas de vida vegetal e animal no local (Vieira, 2004; Bechara, 2006; Tres, 2006). Podem ser transpostas porções superficiais de 1m² de solo das áreas

naturais conservadas dos remanescentes de vegetação mais próximos para as áreas a serem restauradas, de maneira a formar núcleos (Reis *et al.*, 2003) (Figura 5).

A grande quantidade de espécies herbáceo-arbustivas pioneiras introduzidas com esta técnica, rapidamente prolifera-se por toda a área, atrai fauna polinizadora e dispersora de sementes e entra em senescência precocemente, preparando o ambiente para as *seres* subseqüentes. Por serem pequenas as porções de solo retiradas de modo esparsos dos remanescentes conservados, os locais com solo removido são rapidamente cicatrizados. Além disso, a extração das porções superficiais sugere uma ativação do banco de sementes destes locais (Bechara, 2006).

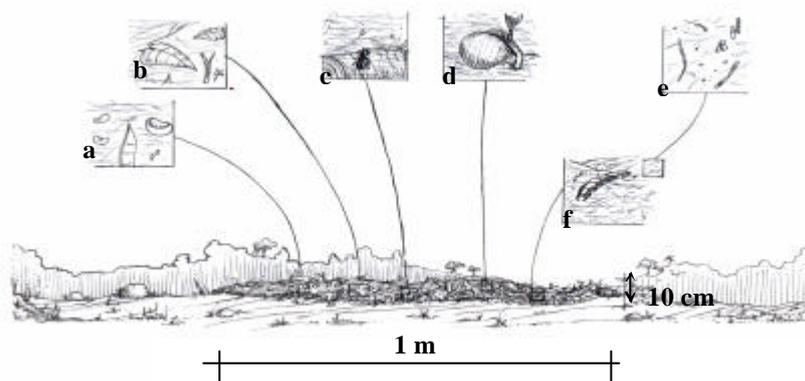


Figura 5. Transposição de solo superficial do relicto de vegetação conservado mais próximo para a área degradada, em núcleos de 1m². (a) Sementes (b) Pequenos galhos e folhas (c) Mesofauna (d) Propágulos pré-germinados (e) Microfauna (f) Macrofauna. Desenho extraído de Bechara (2006).

4.3. Transposição de mudas germinadas de chuva de sementes

O aporte de chuva de sementes, oriunda de comunidades adjacentes, aumenta a regeneração natural de áreas perturbadas (Cubina & Aide, 2001; Holl, 1999). Nesse sentido, sugere-se capturar mensalmente, a chuva de sementes de fragmentos florestais conservados mais próximos às áreas a serem restauradas (Reis *et al.*, 1999; 2003) (Figura 6). Os coletores podem formar uma trilha de até 1km de extensão, possibilitando a coleta de diversidade vegetal de um gradiente sucessional (Bechara, 2006).

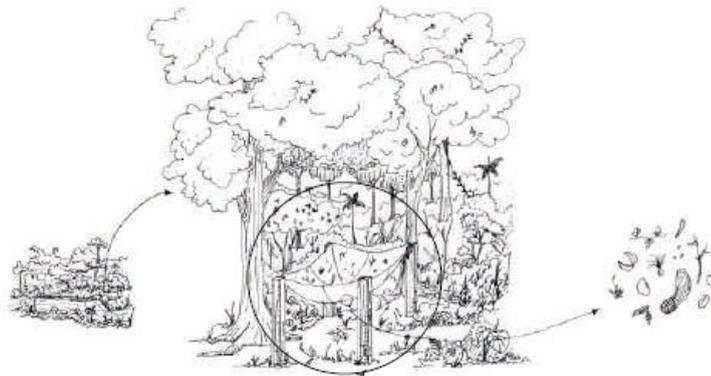


Figura 6: Coletor de sementes instalado no relicto florestal conservado mais próximo da área degradada. A captura mensal de chuva de sementes permite a produção de mudas de espécies dispersoras de sementes em todos os meses do ano. Desenho extraído de Bechara (2006).

A chuva de sementes potencializa a sucessão local através do aporte de novas espécies advindas de áreas vizinhas (alóctone) e de novo material genético das espécies locais (autóctone). Esse fluxo de sementes tem capacidade de manter o dinamismo do banco de sementes e do banco de plântulas, dando continuidade ao processo sucessional (Tres, 2006).

Em viveiro, pode-se produzir mudas a partir dos propágulos capturados. A captura mensal permite a produção de mudas de espécies que frutificam em todos os meses ao longo do ano, auxiliando na manutenção da fauna na área degradada (Reis *et al.*, 1999; 2003). O uso desta técnica é ainda mais importante em áreas isoladas, trazendo a diversidade dos fragmentos mais próximos da área em restauração (tal como a transposição de solo), com maior probabilidade de promover um efetivo fluxo gênico do que o uso de mudas procedentes de regiões distantes. De tal modo, considera-se esta técnica como um modelo alternativo de viveiro florestal (Bechara, 2006).

4.4. Poleiros artificiais

Reforçando o argumento de que a dispersão realizada por animais é responsável por grande parte da dispersão vegetal nos ecossistemas tropicais (Galindo-González *et al.*, 2000), Reis *et al.* (2003) sugerem a implantação de poleiros artificiais como estratégia para incrementar a chuva de sementes, considerando sua utilização fundamental para implementar grande biodiversidade em locais degradados. O uso de poleiros intensifica o aporte de chuva de sementes (McClanahan & Wolfe, 1993) trazendo a diversidade regional para a área em

restauração. Terborgh (1990) salienta a importância de desenvolver estratégias de manter dispersores em áreas manejadas para gerar um aumento na representação de espécies sem a introdução direta de mudas.

Os núcleos de sementes formados sob os poleiros instalados dentro de áreas em processo de restauração (Espíndola, 2004; Bechara, 2006; Tres, 2006) mostraram que essas estruturas artificiais exercem a função de mais um elemento nucleador na área degradada. Os focos de concentração de propágulos são locais de grande atração de consumidores, conforme descrito pela teoria de saciação do predador de Janzen (1970). Por sua vez, estes consumidores podem eventualmente realizar a dispersão secundária destas sementes e, principalmente, de trazerem mais sementes através de suas fezes. As concentrações dessas sementes servem, além de fonte de propágulos para a comunidade em processo de restauração, como fonte de alimento para dispersores secundários e outros consumidores, contribuindo para a permanência desses animais no local. Esse processo possibilita a formação de uma nova cadeia trófica e aumenta a diversidade funcional da área, promovendo a reconstrução da comunidade em todos os seus elementos (produtores, consumidores e decompositores) (Reis *et al.*, 2003; Espíndola, 2004; Bechara, 2006; Tres, 2006).

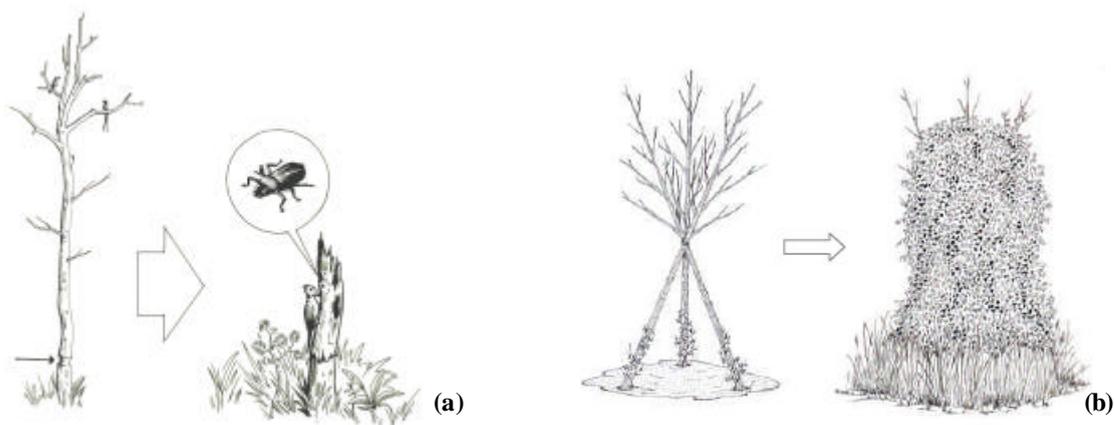


Figura 7: (a) Árvores exóticas mortas em pé, em plantações florestais abandonadas a serem incorporadas em áreas naturais protegidas, são importantes nucleadores de diversidade pois atraem decompositores e consumidores, funcionando como poleiros para a avifauna. (b) Poleiro do tipo “torre de cipó” - estrutura coniforme de varas de eucalipto ou bambu, fazendo inicialmente a função de poleiros secos (à esquerda) e depois (à direita) com o crescimento de emaranhado de lianas, formando excelentes abrigos para aves e morcegos. Desenho extraído de Bechara *et al.* (2005).

4.5. Plantio de árvores em grupos de Anderson

Esta técnica é baseada no modelo de plantio de mudas adensadas em grupos espaçados de Anderson (1953). Os grupos, monoespecíficos, são compostos por cinco mudas de árvores plantadas em formato de “+”, sob espaçamento 0,5 x 0,5m, com 4 mudas nas bordas e uma central. Os grupos formam moitas, de arquitetura piramidal, já que, neste modelo, o desenvolvimento da muda central é privilegiado (as mudas laterais atuam como uma bordadura).

Bechara (2006) mostrou que os grupos de mudas tendem a eliminar espécies, como a *Brachiaria* sp. em núcleos, e provavelmente funcionam como “nurse plants” (Castro *et al.*, 2004), pois parecem compor microclimas facilitadores (*sensu* Connell & Slatyer, 1977) para a chegada de outras espécies. É importante salientar que este modelo de plantio admite atividades de “limpeza” apenas dentro dos grupos de mudas, e não em área total o que permite a expressão da regeneração natural nos espaços entre os grupos, locais que receberam ainda a ação das demais técnicas nucleadoras.

Portanto, considera-se importante o plantio de árvores nativas, porém, não em área total, e sim em núcleos (grupos de Anderson), aumentando a complexidade da área, como ocorre na natureza. Para o plantio de mudas de espécies arbóreas, é interessante o uso de espécies ocorrentes na região, porém privilegiando aquelas que possuem menores chances de chegar na área em restauração, através de vetores naturais (Bechara, 2006).

6. Referências Bibliográficas

ANDERSON, M.L. Spaced-Group planting. 1953. **Unasylva**: 7(2). Disponível em www.fao.org/forestry/site/unasylva/en. Acesso em 8 de setembro de 2005.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P., OLESEN, J.M. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science** 312: 431-433.

BECHARA, F.C. 2006. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Recursos Florestais, ESALQ-USP, Piracicaba.

BECHARA, F.C.; CAMPOS FILHO, E.M.; BARRETTO, K.D.; ANTUNES, A.Z.; REIS, A. Nucleação de diversidade ou cultivo de árvores nativas? Qual paradigma de restauração? In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005. Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p. 355-363.

BECHARA, F. C. 2003. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.** 125p. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis.

CASTRO, J.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J.A.; GÓMEZ J.M.; GÓMEZ-APARICIO, L. 2004. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. **Restoration Ecology** 12, p. 52-358.

CONNELL, J.H. & SLATYER, R.O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist** 111 (982), p. 1119-1144.

CRONON, W. 1995. The trouble with wilderness; or, getting back to the wrong nature. In: **Uncommon Ground: Toward Reinventing Nature**, ed. W. Cronon, p.69-90. New York: Norton.

CUBINA, A. & AIDE, T.M. 2001. The effect of distance from Forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica** 32 (2), p. 260-267.

DAMASCENO, A.C.F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema.** 2005. 107p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ESPINDOLA, M.B. 2005. **O papel da chuva de sementes na restauração da restinga no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis-SC.** 54p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FIEDLER, P.L.; WHITE, P.S.; LEIDY, R.A. The paradigm shift in ecology and its implications for conservation. In: PICKETT, S.T.A.; OSTFELD, R. S.; SHACHAK, M. et al. **The ecological basis of conservation: heterogeneity, ecosystems and biodiversity.** New York: Internacional Thomson Publ., 1997.

FRANKS, S.J. 2003. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology** 168, p. 1-11.

GALINDO-GONZÁLES, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. J. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. **Conservation Biology** 14 (6): 1693-1703.

GRANT, V. 1980. Gene flow and the homogeneity of species populations. **Biologisches Zentralblatt** 99: 157-169.

GUINLE, M.C.T. 2006. **Sucessão secundária da vegetação ciliar na micro-bacia do Rio Verde, Rio Negrinho, SC.** 78p. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis.

HMELJEVSKI, K.V. 2004. **Levantamento florístico de restinga contaminada por *Pinus* spp. No Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.** 25p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas), UFSC, Florianópolis.

HOLL, K.D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica** 31, p. 229-242.

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

JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in Tropical Forests. **American Naturalist** 104: 501-528.

KAGEYAMA, P.Y. & CASTRO, C.F.A. 1989. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**. Piracicaba, n. 41/42, p. 83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.Y. & GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP; FAPESP, 2000. p. 249-269.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JÚNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatório. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 109-112.

McCLANAHAN, T.R. & WOLFE, R.W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology** 7 (2), p.279-287.
NOGUEIRA, J.C.B. 1977. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. Boletim do Instituto Florestal, São Paulo, n. 24, p. 1-71.

PICKETT, S.T.A; PARKER, V.T.; FIEDLER, L. The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level. In: FIEDLER, L.; JAIN, S.K. (Ed.). **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation and management**. New York: Chapman and Hall, 1992. p.65 – 68.

PICKETT, S.T.A. & OSTFELD, R. S. The shifting paradigm in ecology. In: KNIGHT, R.L.; BATES, S.F. (Ed.). **A new century for natural resources management**. Washington: Island Press, 1994. p.261-278.

PARKER, T.V. & PICKETT, S.T.A. Restoration as an ecosystem process: implications of the modern ecological paradigm. In: URBANSKA, K.; WEBB, N.; EDWARD, P.(Ed.) **Restoration Ecology and Sustainable Development**. Cambridge University Press. 1999.

REIS, A.; ZAMBONIM, R.M.; NAKAZONO, E.M. 1999. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera**, São Paulo, n. 14, p. 1-42.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação** 1 (1), p. 28-36, 85-92.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.; CRESTANA, M.S.M. Revegetação de entorno da represa de abastecimento de água do município de Iracemápolis-SP. In: SIMPÓSIO

NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1992. p. 407-416.

SOUZA, F.M. & BATISTA, J.L.F. 2004. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management** 191, p. 185-200.

TERBORGH, J. Seed and fruit dispersal: commentary. In BAWA, K. S. e HADLEY, M. (Ed.) **Reproductive ecology of tropical forest plants**. UNESCO, Paris, 1990. p.181-190.

TRES, D.R. 2006. **Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de *Pinus taeda* L. no norte do Estado de Santa Catarina**. 85p. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis.

TRES, D.R.; GUINLE, M.C.T.; REIS, A.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JR., U. Uso de técnicas nucleadoras para restauração ecológica de matas ciliares, Rio Negrinho, SC. In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005. Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p. 71-79.

VIEIRA, N.K. 2004. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii* Engelm**. 77p. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis.

WILLIAMS, R. & MARTINEZ, N. 2000. Simple rules yield complex food webs. **Nature** 404, p.180-183.

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