

VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano

# RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS



24 a 28 de Outubro de 2005  
Curitiba • Paraná • Brasil

# ANAIIS

Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas - SOBRADE

**Resumo:** Refazer ecossistemas de forma artificial representa um desafio em iniciar um processo de sucessão o mais semelhante possível com os processos naturais. A recuperação ambiental tem se baseado no modelo da silvicultura tradicional, plantando árvores sob espaçamento 3 x 2 m, em área total, com altos insumos de implantação/manutenção, gerando bosques desenvolvidos em altura, porém com baixa diversidade de formas de vida e regeneração. Técnicas nucleadoras de restauração formam microhabitats em núcleos propícios para a chegada de uma série de espécies de todas as formas de vida, que num processo de aceleração sucessional irradiam diversidade por toda a área. Tais técnicas são demonstradas em Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual. **Palavras-chave:** nucleação, sucessão natural, interações interespecíficas.

**Resúmen:** Reconstruir ecossistemas de manera artificial representa un desafío en iniciar un proceso de sucesión lo más parecido posible con los procesos naturales. La recuperación ambiental ha sido fundamentada en el modelo de silvicultura tradicional, plantando árboles en espaciamento 3 x 2 m en área total, con altos costos de implantación y mantención, dando lugar a bosques desarrollados en altura pero con poca diversidad de formas de vida y regeneración. Técnicas nucleadoras de restauración forman micro-habitats en núcleos propicios para la llegada de una serie de especies de todas las formas de vida, que en un proceso de aceleración sucesional irradian diversidad por toda la área. Estas técnicas son implementadas en el Cerrado y en la Floresta Estacional Semidecidual. **Palabras-llave:** Nucleación, sucesión natural, interacciones interespecíficas.

#### NUCLEAÇÃO DE DIVERSIDADE OU CULTIVO DE ÁRVORES NATIVAS? QUAL PARADIGMA DE RESTAURAÇÃO?

Bechara, F. C.<sup>1, 2</sup>, Campos Filho, E. M.<sup>1, 3</sup>, Barretto, K. D.<sup>1</sup>, Antunes, A. Z.<sup>1</sup> & Reis, A.<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Casa da Floresta Assessoria Ambiental, Piracicaba-SP.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

<sup>3</sup> Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas-SP.

<sup>4</sup> Departamento de Botânica, UFSC, Florianópolis-SC.

## **Introdução**

Refazer ecossistemas de forma artificial representa um desafio em iniciar um processo de sucessão o mais semelhante possível com os processos naturais, formando comunidades com biodiversidade que tendam a uma estabilização o mais rapidamente possível com a mínima entrada artificial de taxas energéticas (Reis *et al.* 2003).

Tradicionalmente, os modelos de recuperação ambiental têm se baseado nas tecnologias de plantio de espécies arbóreas para produção de madeira (culturas de *Eucalyptus* e *Pinus*). O modelo tradicional consiste no cultivo de árvores nativas (desconsidera-se as outras formas de vida) sob espaçamento 3 x 2 m ou 2 x 2 m, em área total. Porém, estas plantações apresentam baixa eficiência ecológica sob altos insumos de implantação e manutenção. Tais plantações em área total resultam em bosques nativos com componente arbóreo de mesma idade, o que pode diminuir a dinâmica florestal. Elas se tornam desenvolvidas em altura e área basal, com alta produção de madeira, mas com o estrato regenerativo dominado por gramíneas exóticas invasoras (Souza & Batista 2004), que estagnam a sucessão. Nesse sentido, tais bosques “saltam” as fases iniciais da sucessão (colonizadas por ervas e cipós, arbustos e arvoretas) inibindo interações planta-animal e implicando em baixos níveis de regeneração natural e diversidade e formas de vida.

Ações de restauração, baseadas no modelo de nucleação (Yarranton & Morrison 1974), sobre o processo de sucessão primária ou de colonização natural de áreas em formação, onde ocorre irradiação de diversidade em área total a partir de núcleos (Franks 2003), foram denominadas por Reis *et al.* (2003) como técnicas nucleadoras. Técnicas de nucleação formam microhabitats em núcleos propícios para a chegada de uma série de espécies animais e vegetais, de todas as formas de vida (Reis *et al.* 2003), que num processo sucessional promovem o aumento de probabilidade de ocorrerem interações interespecíficas (Reis & Kageyama 2003). Os núcleos irradiam diversidade por toda a área possibilitando a conectância entre os distintos níveis das cadeias tróficas e acelerando a resiliência ambiental (Bechara 2003; Reis *et al.* 2003).

No atual estágio de conhecimento, é importante a definição de qual paradigma almejamos para a restauração: cultivar plantações de árvores nativas ou permitir e acelerar a sucessão natural? Neste trabalho, são apresentados experimentos que ilustram o potencial das técnicas nucleadoras - já demonstradas em Restinga (Bechara 2003) - em Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual.

## **Materiais e Métodos**

As áreas de estudo, denominadas “Unidades Demonstrativas de Restauração” (UDs) estão localizadas nos municípios de Santa Rita do Passa Quatro-SP - Cerrado; UTM x235901 e y7606847; latossolo vermelho-amarelo de textura arenosa fina; déficit hídrico de abril-setembro, precipitação média anual de 1.478 mm, temperatura média de 21°C e Capão Bonito-SP - Floresta Estacional Semidecidual (FES) ao redor de uma nascente, UTM x772221 e y7351507; latossolo vermelho, com manchas de solo hidromórfico; clima mesotérmico úmido, déficit hídrico em abril e agosto, temperatura média de 20°C.

As UD's são compostas por áreas de um hectare onde foi feito corte raso de plantios comerciais de *Eucalyptus* (Votorantim Celulose e Papel) para incorporação em Áreas de Preservação Permanente de FES (corte em setembro de 2003) e Reserva Legal de Cerrado (corte em junho/2002). Toda a área experimental foi submetida ao enleiramento de galharia, técnica que propicia abrigo e alimentação para fauna (Reis *et al.* 2003). As UD's são divididas em quatro partes iguais, sendo que em cada quartil é implantada uma repetição de cada uma das técnicas nucleadoras, descritas a seguir. As UD's ainda contam com áreas-testemunha contíguas e de mesmo tamanho.

### **Semeadura direta de espécie arbustiva nativa**

Na UD de cerrado, foi efetuada semeadura direta no solo, a lanço, da leguminosa *Chamaecrista flexuosa* (canela-de-ema; arbusto de até 2 m de altura e que possui nódulos de bactérias nitrificantes). Previamente, foi quebrada a dormência das sementes através de imersão em água a 80°C durante 10 segundos (73,5% de germinação em laboratório). A densidade de semeadura foi de 12,5 g de sementes/m<sup>2</sup>, em quatro parcelas de 2 x 2 m que estavam 100% dominadas por *Brachiaria* sp. a qual foi eliminada, antes da semeadura, por capina através de enxada. Dez meses após a semeadura, as parcelas foram avaliadas quanto à densidade de indivíduos recrutados de *C. flexuosa* e os graus de cobertura (visual) proporcionados tanto por esta espécie quanto pela *Brachiaria* sp.

### **Transposição de chuva de sementes em ilhas de alta diversidade**

É feita captura mensal de chuva de sementes em linha de 60 coletores permanentes de 1 m<sup>2</sup> (Reis *et al.* 2003) instalados a cada 13 m, num gradiente de microambientes, em áreas conservadas (Fig. 1), no fragmento florestal mais próximo à área degradada. O material capturado é colocado em caixas de germinação em viveiro. As

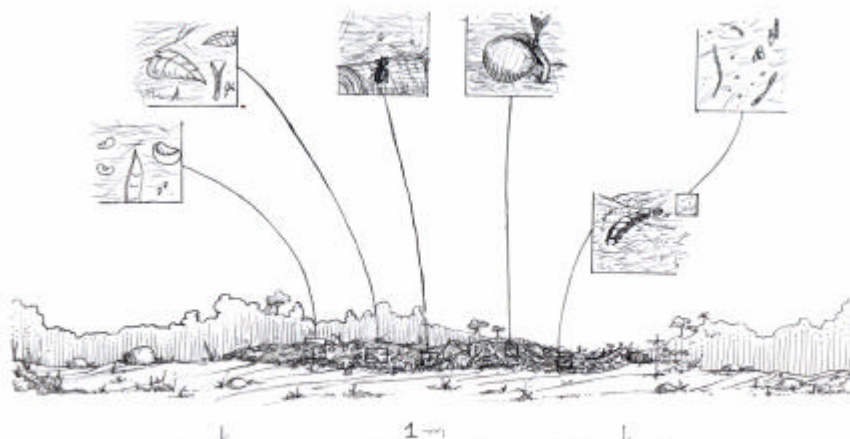
plântulas produzidas são implantadas na área em restauração, em ilhas de alta diversidade.



**Fig. 1:** Coletor de sementes: captura de diversas formas de vida de espécies locais, ao longo de todos os meses do ano. [Desenho de TINTO, F.]

### Transposição de solo

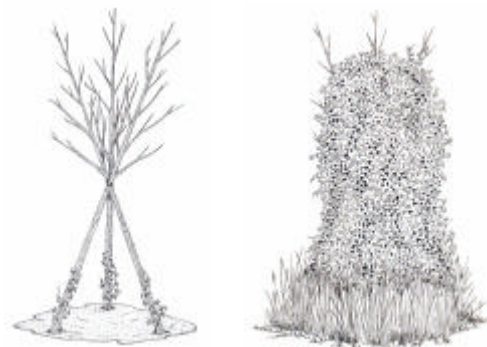
Em mata ciliar conservada e próxima à UD de Floresta Estacional, foram coletadas 12 porções de 1 m<sup>2</sup> de solo (profundidade de 3-5 cm mais a serapilheira). Estas foram despejadas em parcelas de 1 m<sup>2</sup> (previamente roçadas), na área em restauração. Quatro meses depois, foi avaliada a regeneração nas parcelas (Fig. 2).



**Fig. 2:** Diversidade introduzida com transposição de solo: banco de sementes, serapilheira e micro, meso e macrobiota do solo. [Desenho de TINTO, F.]

### Poleiros artificiais

Foram instalados 24 poleiros por hectare, sendo 12 “torres de cipó” e 12 “poleiros secos”, incluindo “poleiros de cabo aéreo” (Bechara 2003, Reis *et al.* 2003). São apresentados resultados parciais sobre a utilização dos poleiros artificiais pelas aves (Fig. 3), num total de 5,3 h de observação nos meses de janeiro e fevereiro.



**Fig. 3:** Torre de Cipó: estrutura coniforme de bambú ou eucalipto (preferencialmente tratados) com 12 m de altura, fazendo a função de poleiros secos (esquerda) e depois formando excelentes abrigos para aves e morcegos (direita). [Desenho de TINTO, F.]

### Cobertura com espécies exóticas anuais

Inicialmente, foi realizado manualmente uma roçada e capina, seletivamente, eliminando gramíneas exóticas invasoras e mantendo as plântulas de regeneração natural na área experimental. Neste trabalho, são apresentados resultados de roçada seletiva na UD de Cerrado e de implantação de coquetel - milheto (*Pennisetum glaucum*), girassol (*Helianthus annuus*) e *Crotalaria juncea* - em carreador abandonado com solo exposto e compactado na UD de Floresta Estacional Semidecidual. Para o coquetel, foi feita adubação química com 400 kg/ha de 4-28-6 (Cu = 0,3%; Zn = 0,7%).

### Plantio de mudas de espécies arbóreas em grupos de Anderson

O modelo de plantio usado foi o de mudas adensadas em grupos espaçados (Anderson 1953). Os grupos consistem em 5 mudas plantadas em formato de “+”, sob espaçamento 0,5 x 0,5 m, com 4 mudas nas bordas e uma central (Fig. 4). Foi usada uma densidade de 150 grupos (750 mudas) distribuídos aleatoriamente em 1 hectare (metade do número de mudas usado tradicionalmente).



**Fig 4.** Grupo monoespecífico de Anderson, com 5 mudas. As mudas receberam 110 g de adubo químico por planta (4-28-6; Cu = 0,3%; Zn = 0,7%).

## **Resultados e Discussão**

### **Semeadura direta de espécie arbustiva nativa**

Após 10 meses da semeadura, as plantas recrutadas de *Chamaecrista flexuosa* já apresentavam grande quantidade de frutos verdes e flores amarelas (esta espécie floresce de duas a três vezes ao ano) que atraíram intensamente abelhas nativas (*Trigona* sp.) e grande quantidade de coleópteros. Foi estimada uma densidade média de 42.500 indivíduos de *C. flexuosa*/ha (17 indivíduos/4 m<sup>2</sup>) que proporcionaram uma rápida cobertura de 50% da área. A invasão por *Brachiaria* foi reduzida pela metade.

Arbustos aceleram o processo inicial de sucessão, promovendo um ambiente mais adequado para a chegada de espécies arbóreas de fases mais adiantadas de sucessão, funcionando como “nurse plants” (Castro *et al.* 2004). O uso de cobertura com espécies herbáceo-arbustivas nativas deveria ser enfatizado nos programas de restauração. Nota-se que a observação de áreas próximas em estágio pioneiro são excelentes para a seleção das espécies mais adequadas para cada situação ambiental.

### **Transposição de chuva de sementes em ilhas de alta diversidade**

Com apenas metade do material capturado, em cinco meses, foram produzidas: 455 mudas de 39 espécies, sendo 43 mudas arbóreas, 17 arbustivas, 142 herbáceas, 165 lianas e 3 bromeliáceas e 85 indeterminadas. Este método propicia a captura de diversas formas de vida e propágulos, com manutenção da variabilidade genética. A captura mensal permite a produção de mudas de espécies que frutificam em todos os meses do ano, auxiliando na manutenção da fauna na área degradada. O uso desta técnica é potencial em áreas isoladas, trazendo a diversidade dos fragmentos mais próximos da área em restauração.

### **Transposição de solo**

Em 12 m<sup>2</sup> de solo transposto, foram estabelecidas na área, 152 plântulas (densidade estimada de 126.667 plântulas/ha) de 26 espécies nativas, incluindo 4 espécies arbóreas, 3 arbustivas, 2 lianas e 17 espécies herbáceas. Destas, há 9 espécies zoocóricas, 9 anemocóricas e 7 autocóricas. Nove das espécies herbáceo-arbustivas, ou, 35% das espécies introduzidas, entraram em floração e frutificação, rapidamente, isto é, quatro meses após aplicação da técnica. Desta forma, as interações com a fauna (polinizadores e dispersores) foram rapidamente re-estabelecidas, ao contrário do que ocorre com a

maioria das espécies arbóreas, que demoram a atrair a fauna para áreas em restauração.

Recomenda-se que esta técnica seja utilizada no sentido de formar núcleos na área a ser restaurada. Pode-se transpor, por exemplo, 10 núcleos de 10 m<sup>2</sup> num hectare, cobrindo 1% da área. Esta intensidade de transposição poderia re-introduzir 1.267 plantas/ha (estimativa baseada na densidade experimental). Assim como a transposição de chuva, o uso desta técnica é potencial em áreas isoladas, trazendo a diversidade dos fragmentos mais próximos da área em restauração.

### **Poleiros artificiais**

Na UD de Floresta Estacional Semidecidual, Capão Bonito-SP, foram observadas 28 espécies de aves nas torres de cipó (Fig. 5). O uso de poleiros intensifica a chuva de sementes (McClanahan & Wolfe 1993).



**Fig. 5:** Modelo de poleiro “torre de cipó” empregado em Capão Bonito-SP.

Nos galhos secos (topo dos poleiros) foram observadas as seguintes aves dispersoras: alma-de-gato (*Piaya cayana*), risadinha (*Camptostoma obsoletum*), bem-te-vi-verdadeiro (*Pitangus sulphuratus*), suiriri-tropical (*Tyrannus melancholicus*), tesoura-cinza (*Muscipipra vetula*), tesourinha-do-campo (*Tyrannus savana*), saí-andorinha (*Tersina viridis*), sanhaço-cinza (*Thraupis sayaca*) e gaturamo-fifi (*Euphonia chlorotica*). Nos emaranhados de cipó foram observadas as aves dispersoras: risadinha (*C. obsoletum*), sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e juruviara-oliva (*Vireo olivaceus*). As principais aves dispersoras nos poleiros são os tiranídeos, saí andorinha e o sabiá laranjeira.

Além das aves observadas nos poleiros, também foram vistas na área outras aves com comportamentos distintos, mas que representam



atividades que contribuem com o aumento da biodiversidade local da comunidade. Neste sentido, foram detectados insetívoros (corruíra, etc.), nectarívoros e polinizadores (beija-flores), carnívoros (gavião-carijó), granívoros (tico-ticos, etc.), frugívoros (saí-andorinha), onívoros (bem-te-vis) e necrófagos (urubús). Foram observadas aves, como tiranídeos, que dispersam sementes pequenas, importantes para a construção da fase inicial de sucessão, como também há aves, como saí-andorinha, capazes de dispersar sementes grandes que, podem ser pertencentes a grupos mais tardios de sucessão. O efeito dos poleiros pode ser notado não só localmente, ao seu redor, como também na paisagem, já que as aves voam de poleiro em poleiro até o fragmento mais próximo, deixando no caminho uma série de propágulos.

### **Cobertura com espécies exóticas anuais**

Na UD de Cerrado, em 336 m<sup>2</sup> de roçada seletiva nas maiores manchas de gramíneas invasoras, foram preservados 101 indivíduos de plantas nativas (de todas as formas de vida), o que resulta numa densidade estimada de 3.006 plantas remanescentes por hectare. O uso de coberturas anuais em ambiente de cerrado é interessante já que pode prover a imobilização orgânica de nutrientes na parte viva das plantas. Estes seriam rapidamente percolados numa condição de solo exposto, principalmente num solo arenoso, de rápida lixiviação.

Na UD de Floresta Estacional Semidecidual, o uso de coquetel em carreadores abandonados se mostrou de ótima eficiência, não só para recuperação/conservação do solo (incluindo sua aeração e adubação), mas também para minimizar a entrada de gramíneas exóticas perenes, além de atrair insetos polinizadores e aves granívoras (Fig. 6).



**Fig. 6:** Carreador abandonado três meses depois de ser implantado o coquetel – milheto, girassol e *Crotalaria juncea*. Capão Bonito-SP.

O milho se destacou por ter floração altamente atrativa para abelhas nativas e exóticas (*Apis mellifera*), sementes totalmente predadas por aves granívoras (pintassilgos, coleirinhas, tico-ticos tizius) e sem potencial de re-colonização, boa competidora para abafamento de gramíneas africanas perenes e por ter entrado em senescência 4 meses após a sementeira, permitindo a sucessão através da regeneração natural. As mesmas características foram observadas para girassol, que ainda apresentou alta atração de percevejos (Hemiptera-Heteroptera), herbívoros importante na reciclagem de nutrientes. Após a senescência de milho e girassol, *Crotalaria juncea* estava em floração, e foi muito usada por beija-flores, dando continuidade à atração de fauna pelo coquetel. Porém, o potencial de re-colonização desta espécie deve ser mais bem estudado.

O uso de espécies exóticas anuais para coberturas deve-se à falta de sementes de plantas anuais nativas no mercado. Assim, é importante enfatizar programas de coleta comercial de sementes nativas de plantas herbáceo-arbustivas. Neste sentido, torna-se prioritário para o Cerrado, iniciar programas de resgate de gramíneas nativas, excelentes coberturas para inibição de gramíneas exóticas invasoras.

### **Plantio de mudas de espécies arbóreas em grupos de Anderson**

Os grupos formam moitas com maior potencial para proporcionar o sombreamento das plantas invasoras, eliminando-a em núcleos. Além disso, formam-se microclimas mais amenos, importantes para a chegada de outras espécies, funcionando como “nurse plants” (Castro *et al.* 2004). Também têm potencial na saciação de herbívoros (ex: formigas) que tendem a atacar um grupo monoespecífico de uma vez, havendo maior probabilidade de promover a “fuga” ou recrutamento dos outros grupos da espécie. Os grupos de cinco mudas podem ser espaçados aleatoriamente, sistematicamente a cada 8 m ou ainda em faixas de coberturas exóticas anuais.

### **Considerações finais**

A visão dendrológica da recuperação ambiental representada pelo cultivo de árvores nativas bem desenvolvidas em área total, usada tradicionalmente, tem implicado em baixos níveis de regeneração natural e formas de vida. Por outro lado, o uso de diversas técnicas nucleadoras, usadas em conjunto, aumentou nitidamente a eficiência ecológica da restauração ambiental e resultou em mínimos custos. Nesse sentido, foi restituída a diversidade, não só em seu aspecto estrutural, mas considerando também os diferentes nichos, formas e

funções, permitindo uma maior dinâmica das comunidades. A nucleação aumentou a resiliência ambiental permitindo a expressão dos mecanismos de re-estabelecimento de comunidades usados pela própria natureza.

### **Referências bibliográficas**

- Anderson, M. L. 1953. Spaced-Group planting. **Unasylva** 7 (2). FAO.
- Bechara, F. C. 2003. Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Dissertação de Mestrado**. UFSC, Florianópolis.
- Castro, J., R. Zamora, J. A. Hódar, J. M. Gómez, and L. Gómez-Aparicio. 2004. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. **Restoration Ecology** 12: 352-358.
- Franks, J. 2003. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology** 168: 1-11.
- McClanahan, T. R. & Wolfe. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology** 7: 279-288.
- 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**, v. 1, n. 1. Fundação O Boticário. Curitiba, p. 28-36; p. 85-92.
- Reis, A. & Kageyama. P. Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. *In Restauração ecológica de ecossistemas naturais* (P. Y. Kageyama, R. E. Oliveira, L. F. D. Moraes, V. L. Engel & F. B. Gandara, orgs.). FEPAF, Botucatu, p. 98-110.
- Souza, F. M., & J. L. F. Batista. 2004. Restoration of seasonal semideciduous forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management** 196: 275-285.
- Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428.

### **\* Endereço do autor**

---

\* Casa da Floresta Assessoria Ambiental: Rua Afonso Gentil de Andrade 97, 13412-050, Piracicaba-SP, Tel./Fax: 19 34337422. fernandobechara@yahoo.com.br, floresta@casadafloresta.com.br - Órgão financiador: Votorantim Celulose e Papel.