

A NUCLEAÇÃO APLICADA À RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

Ademir Reis – Doutor em Biologia Vegetal – UNICAMP, Biólogo, Professor Titular
UFSC, e-mail: areis@ccb.ufsc.br

Juliana Marcia Rogalski - Doutorando em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC.

Isabela Schmitt Berkenbrock - Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC.

Kurt Bourscheid - Graduando em Ciências Biológicas, UFSC.

Introdução

Os programas de restauração, tradicionalmente, são executados com alguns vícios que comprometem o modelo de conservação *in situ*: uma visão fortemente dendrológica, com uso quase que exclusivo de espécies arbóreas; utilização de espécies exóticas, propiciando a contaminação biológica local e potencializando a degradação; tecnologias muito caras, inviabilizando pequenos projetos que possam efetivamente restaurar a biodiversidade, através de processos naturais de sucessão; não utilização dos princípios básicos da sucessão primária e secundária.

Reis *et al.* (2003a) propuseram que a nucleação representa uma das melhores formas de implementar a sucessão dentro de áreas degradadas, restituindo a biodiversidade condizente com as características da paisagem e das condições microclimáticas locais. Reis & Kageyama (2003) defenderam que uma das melhores formas de propiciar a restauração ambiental se encontra no incremento das interações interespecíficas, envolvendo interações planta/plantas, plantas/microorganismos, plantas/animais, níveis de predação e associações e os processos reprodutivos das plantas de polinização e dispersão de sementes.

O presente trabalho visa divulgar técnicas alternativas de restauração a baixos custos, que se fundamentam em processos sucessionais naturais, tendo como base o princípio da nucleação.

Embasamento para a restauração através da nucleação

A nucleação é entendida como a capacidade de uma espécie em propiciar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento da probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies (Yarranton & Morrison, 1974).

No processo de sucessão, as espécies componentes de uma comunidade, após a sua implantação e posterior morte, modificam-na, permitindo que outros organismos mais exigentes possam colonizá-la. Há registros, no entanto, de espécies capazes de modificar os ambientes de forma mais acentuada. Estas espécies são tratadas de forma distinta na literatura.

Ricklefs (1996) denominou-as como espécies facilitadoras, onde facilitação é o processo pelo qual a espécie, numa fase inicial, altera as condições de uma comunidade de modo que as espécies subseqüentes tenham maior facilidade de estabelecimento.

Scarano (2000) usou o termo “planta focal” para plantas capazes de favorecer a colonização de outras espécies, como a palmeira *Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze e plantas do gênero *Clusia* L., capazes de propiciar a formação de moitas na restinga, favorecendo o desenvolvimento de cactáceas e bromeliáceas.

Pensando na comunidade como um todo, as espécies nativas que a compõe nos diferentes estádios de sucessão passaram por determinados filtros para que pudessem se estabelecer em uma determinada área. Assim, conforme Lambers *et al.* (1998), são importantes: (1) o filtro histórico, que age sobre as razões históricas que determinam se uma espécie pode se dispersar para uma determinada área; (2) o filtro fisiológico, que permite que apenas as espécies com um aparato fisiológico apropriado possam germinar, crescer, sobreviver e reproduzir em um dado ambiente; (3) o filtro biológico, que elimina espécies capazes de sobreviver em um dado ambiente, mas que não são capazes de suportar as interações com a biota local. Assim, estes filtros permitem uma visualização de quais espécies são mais adequadas a cada fase do processo, bem como de que espécies devem ser utilizadas em cada local a ser restaurado.

O filtro biológico seleciona apenas espécies capazes de interagir na comunidade, ou seja, de ocupar um determinado nicho. A ação do conjunto de filtros, evita a manifestação de um ecossistema artificial, não condizente com a paisagem e as condições climáticas e edáficas locais.

Hurlbert (1971) descreveu que, potencialmente, cada indivíduo dentro de uma comunidade pode interagir com cada um dos outros indivíduos que compartilham esta mesma comunidade. Dentro deste contexto, o autor propõe o conhecimento das probabilidades de encontros interespecíficos de cada espécie como uma ferramenta básica para o entendimento da estabilidade de uma comunidade. Para o autor citado, as espécies com maiores probabilidades de encontros interespecíficos são as que mais contribuem para o aceleração do ritmo de sucessão de uma comunidade.

Brown (1987) coloca que, numa comunidade em que houve um processo natural de colonização, não existem espécies inimigas umas das outras, pois os consumidores são os principais responsáveis pelo controle populacional das espécies. Assim, estas são contidas dentro de seus padrões demográficos, de forma a manter uma maior diversidade possível dentro dos ambientes naturais. Quando uma espécie invasora permite poucas probabilidades de encontros interespecíficos, evitando seu controle demográfico através da função dos consumidores, como o gênero *Pinus*, por exemplo, o equilíbrio entre produtores e consumidores é quebrado, formando uma comunidade dominada por poucas espécies (Bechara, 2003). Dessa forma, segundo este autor, a energia que essas espécies exóticas antes utilizavam na defesa contra inimigos naturais agora passa a ser utilizada no crescimento da população.

Reis *et al.* (1999) constataram que o etnoconhecimento, principalmente de caçadores, mostra que, algumas plantas, de forma especial, quando frutificadas, exercem uma grande atração sobre a fauna, pois elas atraem os animais que vêm se alimentar de seus frutos e aqueles que as utilizam os animais que utilizam para predarem outros animais. Estas plantas são denominadas de bagueiras. Os autores citados sugeriram que as plantas bagueiras, ou seja, aquelas que são capazes de atrair uma fauna diversificada, devem ser utilizadas como promotoras de encontros interespecíficos dentro de áreas degradadas, exercendo, no contexto aqui tratado, o papel de nucleadoras.

O comportamento diversificado das aves por ser muito diversificado, pode ser aproveitado em processos de restauração através de formas muito variadas. McClanahan & Wolfe (1993) observaram que a colocação de poleiros artificiais atrai determinadas aves que os utilizam para emboscarem suas presas e, ao mesmo tempo, depositarem sementes de

outras espécies. Isto ocorre porque muitas das aves que apresentam preferência pelo forrageamento em galhos secos, são onívoras.

A ecologia funcional do banco de sementes na revegetação de áreas degradadas vem sendo estudada, sobretudo em áreas que sofrem perturbações. Thompson (1992) cita diversos estudos exemplificando o papel do banco de sementes após perturbação em áreas de pastagem e de agricultura, terras que sofrem chuvas freqüentes ou incêndios, beira de rios e lagos que sofrem variação sazonal do nível de água, pântanos, comunidades árticas e alpinas, floresta temperada e floresta tropical. Em seu estudo, conclui que, em geral, a função do banco de sementes na dinâmica da vegetação é bem definida e está intimamente conectada com as perturbações.

Alguns estudos utilizaram a técnica da nucleação na restauração de áreas degradadas. Miller (1978) e Winterhalder (1996) sugeriram que a capacidade de nucleação de algumas plantas pioneiras é de fundamental importância para processos de revegetação de áreas degradadas. Robinson & Handel (1993) aplicaram a teoria da nucleação em restauração ambiental e concluíram que os núcleos promovem o incremento do processo sucessional, introduzindo novos elementos na paisagem, principalmente, se a introdução destas espécies se somar à capacidade de atração de aves dispersoras de sementes. A capacidade nucleadora de indivíduos arbóreos remanescentes em áreas abandonadas após uso na agricultura ou em pastagens mostrou que os mesmos atraem pássaros e morcegos que procuram proteção, repouso e alimentos. Estes animais propiciam o transporte de sementes de espécies mais avançadas na sucessão, contribuindo para o aumento do ritmo sucessional de comunidades florestais secundárias (Guevara *et al.*, 1986).

Yarranton & Morrison (1974) constataram que a ocupação de áreas, em processo primário de formação do solo por espécies arbóreas pioneiras, propiciou a formação de pequenos agregados de outras espécies ao redor das espécies colonizadoras, acelerando o processo de sucessão primária. Este aumento do ritmo de colonização, a partir de uma espécie promotora, foi denominado pelos autores de nucleação.

Além da diversidade (de espécies e de formas de vida) em nível de comunidade, também é imprescindível considerar a diversidade genética das espécies que serão utilizadas na restauração (Rogalski *et al.*, 2003).

Como se objetiva reconstituir a área degradada o mais próximo possível de sua condição original, o material genético utilizado na restauração deve também representar geneticamente o ambiente em que a área está inclusa (Rogalski *et al.*, 2003). Conforme Kageyama (2003), o ideal é coletar sementes na própria área ou em áreas de vegetação remanescentes próximas. Quando o nível de degradação estiver tão acentuado, de forma a não mais existir fragmentos representativos na paisagem, este autor, sugere, que devem ser definidas áreas que apresentem características ambientais similares, pois se espera que as espécies apresentem adaptações genéticas semelhantes.

Considerando que a sucessão natural é a forma mais efetiva para a manifestação da biodiversidade como uma forma de correspondência entre a diversidade de ambientes e de climas, a principal razão para implementar o processo de restauração está em aumentar a eficiência da chuva e do banco de sementes (Reis *et al.*, 2003a). Conforme estes autores, todas as formas de nucleação descritas abaixo, estão direcionadas para estas duas questões básicas.

O uso de plantas não nativas da região (exóticas), fere o princípio da nucleação que tende a propiciar uma restauração trazendo para a área degradada um processo sucessional o mais próximo possível das condições naturais, evitando criar um ecossistema com a visão antropogênica. A introdução de germoplasma não nativo leva a uma condição muito diferenciada, propiciando uma seqüência sucessional distinta. A anti-nucleação poderia ser expressa com a introdução acidental ou proposital de espécies exóticas com caráter invasivo. As espécies invasoras, também chamadas de contaminantes biológicos, são assim chamadas pelo fato de impedirem o processo sucessional e não permitirem que se manifeste a nucleação, estabilizando o processo sucessional, imprimindo uma nova resiliência para a área infestada. Bourcheid *et al.* (2003), avaliaram a capacidade reinvasiva de *Pinus* em uma área onde foram aplicadas técnicas de nucleação e detectaram a necessidade de intervenção, no sentido de evitar que as plântulas desta espécie tomem novamente a área e evitem a manifestação das espécies nativas.

Técnicas nucleadoras para a restauração

Transposição de solo

A transposição de pequenas porções (núcleos) de solo não degradado representa grandes probabilidades de recolonização da área, com microorganismos, sementes e propágulos de espécies vegetais pioneiras (Reis *et al.* 2003b). Além disso, segundo os autores, são reintroduzidas populações de diversas espécies da micro, meso e macro fauna/flora do solo (microorganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, algas, etc.), importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo.

A transposição de solo consiste na retirada da camada superficial do horizonte orgânico do solo (serapilheira mais os primeiros cinco centímetros de solo) de uma área com sucessão mais avançada (Reis *et al.* 2003a). Winterhalder (1996) demonstrou as vantagens desta técnica para a restauração e Rodrigues & Gandolfi (2000) propuseram a retirada de uma camada mais profunda de até 20 cm de solo.

Discute-se, ainda, se a transposição de solo de comunidades avançadas (com grande diversidade de micro, meso e macro organismos) é preferível à de solo com processo de sucessão intermediária e predominância de biota de caráter mais pioneiro (Reis *et al.* 2003b). Desta forma, os autores, sugerem transpor solos de distintos estádios sucessionais.

Quando o “novo” banco de sementes é disposto na área degradada, grande parte das sementes de espécies pioneiras que originalmente estavam enterradas no solo ficam na superfície e tendem a germinar, já que em geral estas sementes são fotoblásticas positivas. As sementes que após a transposição continuarem enterradas, e não germinarem, comporão o novo banco de sementes na área degradada.

Esta ação é parte integrante de um programa de resgate da biota, pois representa uma forma eficiente de garantir a sobrevivência de muitas populações de micro, meso e macrorganismos que vivem no solo (Reis *et al.* 2003b).

Semeadura direta e hidrossemeadura

A ação do homem em promover a formação de núcleos capazes de intensificar a chuva de sementes permite um expressivo aumento na colonização de uma área degradada.

As sementeiras diretas ou hidrossementeiras, tradicionalmente, utilizam coquetéis de gramíneas perenes exóticas e leguminosas que rapidamente fornecem cobertura ao solo. Por outro lado, ao se instalarem, permanecem na área através de processos regenerativos, evitando a nucleação e, conseqüentemente, impedindo a sucessão. Estes coquetéis são fontes comuns de contaminação biológica em Unidades de Conservação.

Algumas características ecológicas são desejadas nas espécies que impulsionam o início do processo de restauração: o crescimento rápido para a cobertura do solo e interrupção do processo erosivo; o desenvolvimento de sistemas radiculares profundos que promovem a percolação de água e de nutrientes e a aeração do solo, necessárias para o desenvolvimento de microorganismos; contribuição para o acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo e imobilização de nutrientes na comunidade. Estas características favorecem o melhoramento das condições edáficas da área degradada, permitindo a instalação de espécies mais exigentes. Neste sentido, cada espécie atua como elemento nucleador, propiciando o desenvolvimento não somente de espécies vegetais, como também de animais e microorganismos ao seu redor.

As gramíneas, diante de sua alta capacidade de colonização, de produção de matéria orgânica e de melhoria da qualidade do solo, são fundamentais neste primeiro momento do processo de restauração. Dentro do princípio da nucleação, recomenda-se a utilização de gramíneas anuais, capazes de produzir palhada e propiciar o processo sucessional.

Para promover a cobertura inicial do solo e a formação de um novo banco de sementes, é sugerida a utilização de sementeira com alta diversidade. Para isto, pode-se utilizar a sementeira direta ou a hidrossementeira ecológica. Esta é uma técnica mecanizada onde uma mistura de sementes, água, fertilizantes e agentes cimentantes favorecem a aderência das sementes ao substrato na área a ser restaurada. Recomenda-se, ainda, quebrar a dormência de apenas uma parte das sementes (Reis *et al.* 2003b).

Poleiros artificiais

Aves e morcegos são os animais mais efetivos na dispersão de sementes, principalmente quando se trata de transporte entre fragmentos de vegetação. Propiciar ambientes para que estes animais possam pousar, constitui uma das formas mais eficientes

para aumentar o aporte de sementes em áreas degradadas (Reis *et al.* 2003b). Holl (1999) considera as baixas taxas de chegada de sementes como o principal fator limitante da regeneração de áreas degradadas.

Neste sentido, alguns estudos foram realizados verificando a eficiência dos poleiros (Guevara *et al.*, 1986; McDonnell & Stiles, 1983). McClanahan & Wolfe (1993) verificaram que em área altamente fragmentada, os poleiros para avifauna (árvores mortas erguidas) aceleraram a sucessão inicial, aumentando a diversidade de espécies e a quantidade de sementes em 150 vezes, principalmente de espécies pioneiras.

Recomenda-se, portanto, a implantação de poleiros artificiais para descanso e abrigo de aves e morcegos dispersores de sementes como técnica de nucleação para a restauração de grandes áreas abertas. Esta técnica resulta em núcleos de diversidade ao redor dos poleiros que, com o tempo, irradiam-se por toda a área degradada.

Por ser uma técnica de baixo custo, pode-se, opcionalmente, maximizar sua função, propiciando um ambiente favorável para que as sementes depositadas sob os poleiros possam germinar e produzir plantas nucleadoras.

Propõe-se diversos tipos de poleiros artificiais, entre eles: poleiro seco, poleiro vivo, “torre de cipó” e poleiro de cabo aéreo.

O poleiro seco imita galhos secos de árvores para que as aves os utilizem principalmente como locais de observação para o forrageamento, principalmente de insetos.

O poleiro vivo imita o aspecto de galhos de árvores com folhagem, sendo que as aves podem usá-lo para repouso, visualização de caça e também para alimentação.

A “torre de cipó” imita árvores dominadas por cipós em bordas de mata que têm o papel de abrigo para aves e, principalmente morcegos, além de propiciar um microclima favorável no interior de sua estrutura para implantação de espécies esciófitas. As torres de cipó merecem mais estudos devido ao seu potencial diversificado no controle de microclima e no abrigo para morcegos.

O poleiro de cabo aéreo imita a fiação dos postes da rede elétrica, forma de poleiro já integrada na paisagem para muitos pássaros. Esta técnica pode ser utilizada de forma a ampliar a função dos poleiros secos, através da união dos mesmos com cordas ou qualquer outro material disponível.

Transposição de galharia

As leiras de galharia no campo constituem, além de incorporação de matéria orgânica no solo e potencial de rebrotação e germinação, abrigos e microclima adequados para diversos animais, como roedores, cobras e avifauna, pois são locais para ninhos e alimentação. Estas leiras normalmente são ambientes propícios para o desenvolvimento de larvas de coleópteros decompositores da madeira, cupins e outros insetos (Reis *et al.*, 2003a).

Em áreas destinadas à mineração ou ao represamento de hidrelétricas, onde grandes áreas de solo são removidas (áreas de empréstimo e bota-fora), a principal causa da degradação ambiental está na total ausência de nutrientes no solo (Reis *et al.*, 2003a). Qualquer fonte de matéria orgânica disponível na região deve ser utilizada, principalmente aquelas com nutrientes imobilizados.

Esta técnica foi utilizada com sucesso na restauração de áreas de empréstimo nas Hidrelétricas de Itá e Quebra-queixo, SC, onde foi observado que a galharia recolhida da área do lago, além de seu efeito nucleador, contribuiu para em um efetivo resgate da flora e da fauna. Aderidos à galharia foram transportados, também, sementes, raízes, alguns caules com capacidade de rebrota, pequenos roedores, répteis e anfíbios. Estas leiras colonizaram e irradiaram diversidade nas áreas de empréstimo (Reis, 2001).

Plantios de mudas em ilhas de alta diversidade

A implantação de mudas produzidas em viveiros florestais é uma forma de gerar núcleos capazes de atrair maior diversidade biológica para as áreas degradadas. O plantio de toda uma área degradada com mudas geralmente é oneroso e tende a fixar a composição no processo sucessional por um longo período, promovendo apenas o crescimento dos indivíduos das espécies plantadas.

A produção de ilhas, como defendido por Reis *et al.* (1999) e Kageyama & Gandara (2000), sugere a formação de pequenos núcleos onde são colocadas plantas de distintas formas de vida (ervas, arbustos, lianas e árvores), geralmente com precocidade para florirem e frutificarem de forma a atraírem predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados. Isso gera, rapidamente, condições de adaptação

e reprodução de outros organismos, como as plantas nucleadoras registradas nos trabalhos que embasaram a teoria desta proposta de restauração.

A efetividade do conjunto de núcleos criados através das ilhas de alta diversidade concretiza-se em sua máxima atividade quando o planejamento destes núcleos previr uma contínua produção de alimento durante todo o ano da forma mais diversificada possível. O planejamento inclui as variações fenológicas e todas as formas de vida.

Transposição de chuva de sementes

Uma das formas de garantir o abastecimento de sementes durante todo o ano e de forma diversificada é a colocação de coletores de sementes permanentes dentro de comunidades vegetacionais estabilizadas, como sugeriram Reis *et al.* (1999). Estes coletores distribuídos em comunidades vizinhas das áreas degradadas, em distintos níveis de sucessão primária e secundária, captam parte da chuva de sementes nestes ambientes, propiciando uma diversidade de formas de vida, de espécies e de variabilidade genética dentro de cada uma das espécies (Reis *et al.*, 2003a).

O material captado nos coletores pode ir para canteiros de semeadura indireta (sementeiras) ou ser semeado diretamente no campo, onde formará pequenos núcleos com folhas e sementes dentro das áreas degradadas (Reis *et al.*, 2003a).

Considerações finais

A atividade de restauração, tendo como princípio básico a nucleação, tende a facilitar o processo sucessional natural, tornando-se mais efetiva quanto mais numerosos e diversificados forem estes núcleos.

A utilização de ações nucleadoras, capazes de proporcionar uma maior resiliência na sucessão secundária de áreas degradadas, representa um compromisso em reproduzir processos sucessionais primários e secundários naturais. Refazer ecossistemas de forma artificial representa um desafio no sentido de iniciar o processo de sucessão da forma mais semelhante possível com os processos naturais, formando comunidades diversificadas biologicamente que tendam a uma estabilização o mais rapidamente possível com a mínima entrada artificial de taxas energéticas.

A definição de técnicas nucleadoras para uma determinada área deve primar pela utilização do maior número possível, pois estas se complementarão no sentido de formar rapidamente uma comunidade mais estabilizada. Quanto maior o número de ações nucleadoras maiores serão as chances de aumento do ritmo de sucessional.

A proposta de restauração através do princípio da nucleação tornar-se-á uma realidade quando houver, efetivamente, maiores esclarecimentos na legislação e no esforço em formar recursos humanos voltados a reproduzir a natureza em seus princípios sucessionais.

Referências bibliográficas

Bechara, F.C. 2003a. Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 125p.

Bourcheid, K. Jucá, H.C. L.; Reis, A. 2003. Re-infestação de *Pinus* spp. Em área sujeita a restauração ambiental, no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. Anais do Seminário Nacional: Degradação e Recuperação Ambiental – Perspectiva Social. Foz do Iguaçu (No prelo).

Brown, JR. K. 1987. O papel dos consumidores na conservação e no manejo *in situ*. **IPEF** 37. Piracicaba, pp. 61-69.

Guevara, S., Purata, S. E. & Van Der Maarel, E. 1986. The role of remnant trees in tropical secondary succession. **Vegetatio** 66: 77-84. Holanda.

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

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

Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. *In*: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 261 p. Universidade de São Paulo/Fapesp. São Paulo.

Kageyama, P. Y. 2003. Reflexos e potenciais da resolução SMA 21, de 21/11/2001, na conservação da biodiversidade específica e genética. **Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas**. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 07-12.

Lambers, H.; Chapin III, F. S.; Pons, T. L. 1998. **Plant physiological ecology**. Springer-Verlag, New York, 540 p.

McClanahan, T. R. & Wolfe, R. W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology** 7 (2): 279-288.

McDonnell, M. J. & Stiles, E. W. 1983. The structural complexity of the old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. **Oecologia** 56: 109-116. Berlim.

Miller, G. 1978. A method of establishing native vegetation on disturbed sites, consistent with the theory of nucleation. *In*: **Proceedings of the 3rd Annual Meeting**, Canadian Land Reclamation Association. Laurentian University. Sudbury, pp. 322-327.

Reis, A. 2001. Avaliação da recuperação de taludes de área de empréstimo na Usina Hidrelétrica de Itá, através da sucessão e dispersão de sementes. **Relatório FAPEU-GERASUL** (não publicado). Florianópolis, 24 p.

Reis, A., Zambonin, R. M. & Nakazono, E. M. 1999. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera** 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 42 p.

Reis, A. & Kageyama, P.Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: Kageyama et al. Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Botucatu, FEPAF, P. 91-110.

Reis, A.; Espíndola M. B. de; Vieira, N. K. 2003a. A nucleação como ferramenta para restauração ambiental. **Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas**. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 32-39.

Reis A.; Bechara, F. C.; Espíndola M. B. de; Vieira, N. K. 2003b. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. **Revista Natureza & Conservação**. v. 1, n. 1.

Ricklefs, R. E. 1996. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica**. 3ª edição. Ed. Guanabara/Koogan. Rio de Janeiro, pp. 357-358.

Robinson, G. R. & Handel, S. N. 1993. Forest Restoration on a closed landfill rapid addition of new species by bird dispersal. **Conserv. Biol.** 7:271-278.

Rodrigues, R. R. & Gandolfi, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F., **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp. São Paulo, pp. 241-243.

Rogalski, J. M.; Berkenbrock, I. S.; Reis, A. 2003. Sucessão e manutenção da diversidade biológica e variabilidade genética: ferramentas básicas para a restauração ambiental. **Anais do Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**. Foz do Iguaçu, no prelo.

Scarano, F. R. 2000. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic Forest periphery. **Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica.** EMBRAPA/Sociedade Botânica do Brasil. Brasília, pp. 176-182.

Thompson, K. 1992. The Functional Ecology of Soil Seed Banks. *In:* FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.** CAB International, Wallingford, U.K. Pages 231-258.

Winterhalder, K. 1996 [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.udd.org/francais/forum1996/TexteWinterhalder.html>. **The restoration of industrially disturbed landscape in the Sudbury, Ontario mining and smelting region.** Arquivo capturado em 24 de junho de 2002.

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