

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE ÁREA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: USANDO A TEORIA DA NUCLEAÇÃO

PRELIMINARY EVALUATION OF A RESTORATION ECOLOGY AREA: USING THE NUCLEATION THEORY

Bechara, F. C.¹; Sgarbi, A. S.²; Barretto, K. D.³; Bufo, L. V. B.⁴; Gabriel, V. A.³; Santos, V. S.³

1 – Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Engenharia Florestal, Estrada para Boa Esperança, km 04, 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil, bechara@utfpr.edu.br, tel 55-46-35368900, ramal 8962, fax 55-46-35368905

2 – Graduanda do curso de Engenharia Florestal- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR, Brasil.

3 – Casa da Floresta Assessoria Ambiental, Av. Joaquina Morganti 289, 13415-030, Piracicaba, Brasil, www.casadafloresta.com.br, tel/fax 55-19-34337422

4 – Ex-pesquisador da Casa da Floresta Assessoria Ambiental.

RESUMO

Ações de restauração devem recriar comunidades viáveis, protegendo e facilitando a sucessão natural dos ecossistemas degradados e integrando-os na paisagem. É apresentada uma avaliação inicial do uso da teoria da nucleação aplicada em área degradada por pastagem, isolada de fragmentos florestais. Foram testadas as seguintes técnicas de nucleação: poleiros e abrigos artificiais, transposição de solo e de placas de mudas germinadas de chuva de sementes dos fragmentos mais próximos e plantio de árvores em grupos adensados de Anderson. A avaliação preliminar do experimento revelou que a nucleação apresentou, considerando o conjunto de técnicas, uma densidade estimada de 15 plantas/m² e compreendendo uma riqueza de 82 espécies nativas, em apenas um ano. Estes resultados indicam a eficácia da restauração das áreas degradadas através de uma abordagem estocástica e ecossistêmica.

Palavras-chave: sucessão, heterogeneidade ambiental, interações interespecíficas, paisagem

SUMMARY

Restoration actions should recreate sustainable communities, protecting and facilitating the natural succession of degraded ecosystems and integrating them in the landscape. The use of nucleation theory employs techniques such as artificial shelters for animals, introduction of herbaceous shrub life forms, soil and seed bank translocation, seed rain translocation's seedling set, artificial perches and plantation of native trees in groups. We presented here an initial assessment of nucleation applied on a degraded pasture area, isolated from forest patches. A preliminary evaluation of the techniques set revealed an estimated density of 15 plants/m² comprising 82 native species richness, after just one year. These results therefore confirm the efficacy of restoration of degraded areas by means of a stochastic and ecosystematic approach.

Key words: facilitation, succession, heterogeneity, landscape connectivity, degraded areas

INTRODUÇÃO

Ações de restauração devem recriar comunidades ecologicamente viáveis, porém protegendo e facilitando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas (Engel e Parrota,

2003; Gomez-Aparicio *et al.*, 2004). No Brasil, muitos autores têm avaliado os plantios mistos de espécies arbóreas nativas para restauração ambiental, através de vários indicadores ambientais (Souza e Batista, 2004; Sorreano, 2002; Hardt *et al.*, 2006; Damasceno, 2005). Alguns autores (Reis *et al.*, 2003; Bechara *et al.*, 2007; Reis e Tres, 2007 e Reis *et al.*, 2007, Reis *et al.*, 2010) têm se proposto ao estudo de técnicas baseadas nas teorias da nucleação de Yarranton e Morrison (1974) que já vem sendo empregadas em diversos projetos do Brasil, incluindo ações governamentais e de empresas hidrelétricas e florestais dos estados de Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (onde os órgãos ambientais orientam o uso da nucleação no modelo de PRADs), São Paulo (onde a Resolução SMA 08/2007 recomenda o uso da nucleação) e, mais recentemente no Paraná (onde estão sendo desenvolvidas pesquisas com o apoio do CNPq, dentro do programa CT-Hidro, relacionado à Agência Nacional de Águas).

O uso de técnicas de nucleação, empregadas em sinergia, possibilita a restauração com abordagem estocástica e ecossistêmica (Reis *et al.*, 2010). Quanto maior os níveis de heterogeneidade ambiental proporcionada, maior a biodiversidade local (Wilson, 2002). A nucleação acelera a sucessão natural através não só da produção vegetal, mas também pelo estímulo de interações interespecíficas decorrentes da ação de consumidores e decompositores (Reis e Kageyama, 2003). As ações de nucleação trazem a biodiversidade dos remanescentes naturais mais próximos à área degradada, e, num segundo momento, possibilitam, num mecanismo de *feedback*, o restabelecimento de fluxos naturais da área em restauração para a paisagem (Griffith e Toy, 2005; Metzger, 2006; Reis *et al.*, 2010).

Foi testado o seguinte conjunto de técnicas de nucleação em área degradada de pastagem: poleiros e abrigos artificiais, transposição de solo e de mudas germinadas da chuva de sementes e plantio de árvores em grupos adensados de Anderson, com coberturas anuais e colares de proteção de mudas. Este trabalho apresenta resultados preliminares onde já nota-se a heterogeneidade ambiental (Wilson, 2002), proporcionada pelo sistema de restauração através da nucleação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi intensamente degradada pelo cultivo de batata, cana-de-açúcar, milho e dez anos de pastagem com capim-braquiária (*Brachiaria* sp. (Trin.) Griseb.) até o início deste experimento, quando o gado foi retirado e a área cercada. Logo em seguida a instalação da cerca no local, foi iniciada a implantação da nucleação. Trata-se de uma paisagem isolada de fontes de sementes, composta de matriz de pastagens e recentes plantios de eucalipto (*Eucalyptus* sp. L'Hér.). A região apresenta precipitação anual de 1.240 mm, com déficit hídrico de abril a setembro, temperatura média de 21,6°C e altitude média de 544 m (Esalq, 2007). A área experimental possui manchas de neossolo litólico e está em domínio de Floresta Estacional Semidecidual Montana, entre as coordenadas 45°42'40''W e 23°15'38''S, Município de Jambeiro, Estado de São Paulo, Brasil.

O delineamento experimental da área de nucleação foi constituído de quatro blocos casualizados de 2.500 m², totalizando uma área de um hectare. Em cada bloco foram implantadas dez parcelas de 10 x 25 m. Em cada uma destas, foi aplicada uma técnica diferente de nucleação, amostrada em seis sub-parcelas de 1 m², totalizando 192 m² de área amostral, mais 48 m² de tratamentos-controle em sub-parcelas de mesmo tamanho.

Todas as sub-parcelas receberam retirada da camada superficial de solo (20 cm de profundidade) e descompactação do solo (com enxada). Decorridos cinco e onze meses, foram feitos coroamentos (com herbicida) de 1 m de raio ao redor de todas as sub-parcelas amostrais. As técnicas de nucleação (Reis *et al.*, 2003, Reis *et al.*, 2010) são descritas a seguir:

Poleiros artificiais

Foi instalado um poleiro de cada tipo no centro de cada parcela, compondo três tratamentos: 1) "Torre seca" composta de três varas de eucalipto de 10-12 m, enterradas no solo e unidas a 6 m de altura; 2) "Torre de cipó" constituída da mesma estrutura da torre seca, com adição de plantio da trepadeira em sua base; 3) "Poleiro de cabos" fundado com uma única vara de eucalipto (10-12 m) enterrada no solo e três cordas amarradas do ápice do poleiro até o chão de forma equidistante, para o pouso de aves. A 5 m de cada poleiro, foram montados dois abrigos artificiais compostos de pilhas de 1 m³ de lenha. Desta forma, foram totalizados 24 abrigos e 12 poleiros/ha.

Transposição de solo

Seis porções de 1 m² de solo (com 10 cm de profundidade mais a serapilheira) foram retiradas do fragmento florestal conservado mais próximo e transpostas para cada parcela da área degradada, em época úmida. Assim, foram totalizados 24 m² de transposição de solo/ha.

Transposição de placas de mudas germinadas da chuva de sementes

Foi capturada, mensalmente, a chuva de sementes no fragmento conservado mais próximo da área degradada em uma trilha de 60 coletores de sementes (bolsas de sombrite), dispostos a cada 15 m. O material coletado foi semeado em caixas de germinação (com substrato inerte de viveiro, composto por 70-80% de *Sphagnum* sp. L.). Estas formaram placas de mudas de 27 x 39 cm. A cada 3-4 meses foi feita a expedição de seis placas de mudas procedentes de cada mês formando núcleos de 1 m², em cada sub-parcela.

Plantio de árvores em grupos de Anderson

Foram conduzidos três tratamentos de plantio de árvores nativas. O primeiro contou com a implantação de grupos de Anderson (1953) de cinco mudas com espaçamento bem adensado entre plantas (0,5 x 0,5 m) e amplamente espaçado entre grupos (96 grupos/ha). Em cada parcela foram implantados seis grupos monoespecíficos de espécies de rápido crescimento e atrativas de fauna ou copa densa para bom sombreamento: *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Trema micrantha* (L.) Blume, *Croton floribundus* Spreng. e *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby. Os métodos de "limpeza", adubação de base e cobertura e replantio foram os mesmos do plantio tradicional de mudas (ver adiante), porém com o diferencial de não ser feito em área total, mas somente dentro dos grupos.

O segundo tratamento de plantio contou com os mesmos materiais e métodos do primeiro tratamento, com a inclusão de implantação de cobertura anual composta de um coquetel de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) e girassol (*Helianthus annuus* L.), semeado em duas faixas de 3 x 25 m de largura recobrando os grupos de mudas. O coquetel recebeu adubação nas entrelinhas, de 400 kg/ha da fórmula 4-28-6 (NPK).

Para o terceiro tratamento também foram implantados os mesmos materiais e métodos do primeiro tratamento, adicionando o uso de colares de proteção de mudas. Os colares são confeccionados com papel, reciclado e biodegradável, de 0,50 cm de diâmetro.

Tratamentos-controle

O primeiro tratamento-controle, intitulado "Sucessão", contou simplesmente com a marcação do solo com estacas. Este tratamento amostrou a regeneração natural propriamente dita, diferente do tratamento-controle, denominado "Testemunha" (vide a seguir), que amostrou a regeneração após a intervenção da confecção das sub-parcelas, a qual incluiu retirada de solo superficial.

No segundo tratamento-controle, as sub-parcelas "Testemunha" foram feitas do mesmo modo que a dos outros tratamentos (exceto o tratamento "Sucessão"): retirada da camada superficial de 20 cm de solo e descompactação do mesmo, com enxada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Poleiros artificiais

A implantação dos poleiros funcionou como atrativo para muitas aves, pois lhes serviram como pontos de repouso, observação, vocalização e alimentação, resultando em centros de aporte de sementes da região de área de uso das aves (Shiels e Walker, 2003). Nas sub-parcelas sob os poleiros de cabos, torres secas e torres de cipó foram encontradas 37, 36 e 35 espécies vegetais nativas e 16, 18 e 16 plântulas/m², respectivamente. Ocorreram 12 espécies zoocóricas, provavelmente disseminadas por aves que foram avistadas usando os poleiros, tais como, sanhaços (*Thraupis sayaca* (Linnaeus, 1766)) e tiranídeos (*Myiozetetes similis* (Spix, 1825) e *Elaenia flavogaster* (Thunberg, 1822)), provavelmente trazendo sementes dos fragmentos mais próximos. Entre as espécies vegetais zoocóricas, foram registradas as arbóreas *Alchornea sidifolia* Müll. Arg., *Cecropia pachystachya* Trécul, *Lithraea molleoides* Engl, *Solanum granuloso-leprosum* Dunal, *Solanum variabile* Mart, e *T. micrantha*; e as herbáceas *Commelina diffusa* Burm. f., *Physalis pubescens* L., *Sida rhombifolia* L., *Solanum americanum* Mill., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e *Tilesia baccata* (L.) Pruski.

Transposição de solo

Foram introduzidas nas sub-parcelas, através da transposição de solo, 39 espécies nativas regionais com dez plântulas/m². Foram detectadas diversas espécies zoocóricas com potencial de atração de aves (*A. sidifolia*, *Momordica charantia* L., *T. baccata* e *T. micrantha*), de morcegos (*C. pachystachia*, *S. americanum*, *S. granuloso-leprosum*, *Solanum palinacanthum* Dunal, *S. variabile*) e até mesmo de pequenos e grandes mamíferos (*S. rhombifolia* e *Pereskia grandifolia* Haw.). A espécie que apresentou maior densidade foi *T. micrantha* com 1,5 indivíduos por m².

Transposição de placas de mudas germinadas da chuva de sementes

O uso de placas de mudas germinadas da chuva de sementes foi potencial para a manutenção da sobrevivência de mudas na época de estiagem. Com a chuva de sementes, de apenas três meses de coleta, formaram-se densos agrupamentos de diversidade nas sub-parcelas, com 64 plântulas/m² de 32 espécies nativas, permitindo a formação de um microclima mais ameno e propício para a emergência de plântulas esciófitas na área degradada.

Diversas espécies vegetais atrativas de fauna foram introduzidas na área através desta técnica, a saber: *A. sidifolia*, Bromeliaceae, *Campomanesia* sp. Ruiz & Pav., *C. pachystachia*, *C. diffusa*, *Citharexylum myrianthum* Cham, *L. molleoides*, *Machura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud., *Maytenus robusta* Reissek, *Passiflora amethystina* J.C. Mikan, *Psidium* sp. L., *S. terebinthifolius*, *S. granuloso-leprosum*, *S. variabile* e *Symplocos* sp. Jacq.

Plantio de árvores em grupos de Anderson

Nas sub-parcelas sob o tratamento grupo de mudas com cobertura anual de milho e girassol, foram encontradas 12 plântulas/m² de 25 espécies nativas (incluindo as cinco mudas plantadas). Houve destaque em densidade para a erva *Diodia alata* Nees & Mart. (autocoria) e para a arbórea *T. micrantha*, com 1 e 2 plântulas/m², respectivamente. Não foi registrado recrutamento de milho e girassol.

No tratamento grupo de mudas com colar foram amostradas 8 plântulas/m² de 26 espécies nativas (contendo aquelas plantadas via mudas). A planta que atingiu maior densidade foi *T. micrantha*, espécie que além de ter sido plantada via mudas também fora encontrada na regeneração.

Os grupos de mudas sem cobertura viva e colar de proteção apresentaram 29 espécies nativas e 12 plântulas/m², incluindo as cinco mudas plantadas. As espécies com maior densidade foram: o arbusto *Eupatorium* sp. L. e a erva *S. rhombifolia*, capaz de atrair animais em poucos meses.

Os grupos de Anderson rapidamente formaram “moitas” sombreadas em meio à pastagem, formando núcleos de diversidade. Um fato curioso registrado foi que 4% dos grupos de Anderson apresentaram nidificação por tiziu (*Volatinia jacarina* (Linnaeus, 1766)), sendo 3% em mudas de *G. ulmifolia* e 1% em mudas de *S. terebinthifolius*. Não foram encontrados ninhos de aves no plantio tradicional.

Sucessão

Nas sub-parcelas do tratamento-controle denominado “Sucessão”, onde não foi aplicada nenhuma técnica de restauração, apresentou-se baixa densidade (2 plântulas/m²) e riqueza, com apenas sete espécies nativas, sendo apenas duas espécies zoocóricas: a liana *M. charantia* e a erva *S. rhombifolia*. Este dado indicou a baixa resiliência ambiental (Pimm, 1991) da área degradada sem a aplicação de técnicas de restauração.

Testemunha

O tratamento denominado testemunha, o qual incluiu somente a retirada do solo superficial, apresentou bons resultados de riqueza e densidade de espécies nas sub-parcelas, com 26 espécies nativas (8 zoocórica) e 9 plântulas/m². Portanto, a simples retirada da camada superficial de solo, em parcelas de 1 m², se mostrou um interessante tratamento para o controle de invasão de *Brachiaria* e acréscimo de diversidade vegetal. Isto ocorreu, provavelmente, devido à retirada do banco de sementes de *Brachiaria* associado com o incremento de chuva de sementes na área devido às outras técnicas de nucleação.

Análise preliminar da nucleação

O conjunto de técnicas de nucleação exibiu uma densidade de plantas de 15 indivíduos/m² e uma riqueza florística de 82 espécies nativas. Foram registradas espécies de várias formas de vida, incluindo ervas, arbustos, árvores, lianas e até mesmo uma espécie de bromeliácea, família de extrema importância na atração de animais em áreas degradadas, principalmente pelo seu acúmulo de água. Finalmente, a nucleação contou apenas com espécies nativas, essencialmente regionais, e muitas de difícil produção em viveiros florestais (Fig. 1).

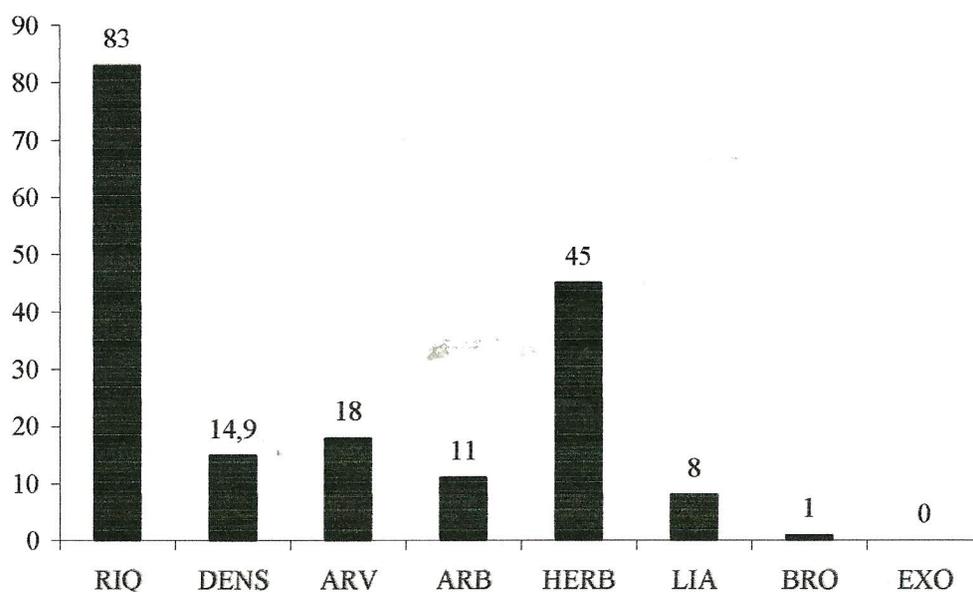


Figura 1: Características de plântulas (inclui mudas plantadas) amostradas em 192 parcelas de 1 m² em sistema de nucleação, aos 12 meses de idade. Onde: RIQ = riqueza (nº de espécies vegetais nativas), DENS = densidade (nº de indivíduos/m²), ARV = nº de espécies arbóreas, ARB = nº de espécies arbustivas, HERB = nº de espécies herbáceas, LIA = nº de espécies de lianas, BRO = nº de espécies bromeliáceas, EXO = espécies exóticas

CONCLUSÕES

Com um ano de idade, apesar de ser um estudo ainda de caráter preliminar, já se pôde notar o potencial das técnicas de nucleação, usadas em conjunto. Percebeu-se uma diversidade de micro-condições ambientais, que provavelmente disponibilizaram abrigo e recursos alimentares e reprodutivos para espécies da fauna e flora, os quais são fundamentais na reestruturação de interações ecológicas perdidas com a degradação do habitat natural. Os núcleos trabalhados ocuparam apenas 15% da área total, promovendo heterogeneidade espacial e temporal (Stewart *et al.*, 2002). Nos 85% de área destinada aos “espaços vazios” para expressão da regeneração natural ainda ocorre infestação por *Brachiaria*. No entanto, diversas espécies herbáceo-arbustivas, tais como as popularmente chamadas “mata-pasto” (Asteraceae), têm construído a base da sucessão inicial (Gomez-Aparicio *et al.*, 2004) nestes espaços, florindo e frutificando rapidamente. Foram re-introduzidas várias espécies zoocóricas dos fragmentos mais próximos para a área degradada, o que denota maior probabilidade de fluxo gênico na paisagem. Desta forma, a área degradada recebeu um aporte de biodiversidade dos fragmentos ocorrentes na paisagem. Com o desenvolvimento sucessional, espera-se uma maior biodiversidade na área, podendo ocorrer um incremento nos fluxos ecológicos, em um mecanismo de retroalimentação entre a área restaurada e a paisagem (Reis *et al.*, 2010). É importante salientar que o monitoramento ambiental de áreas em restauração, ao longo prazo, é primordial para uma avaliação mais concisa do sucesso do sistema implantado.

No atual estágio de conhecimento, parece ser consenso entre os ecólogos da restauração no Brasil, que é necessário permitir uma natureza participativa, incluindo a aceleração da própria sucessão natural, com abordagem ecossistêmica, não-determinística e ao nível de paisagem (Rodrigues *et al.*, 2009). Inferiu-se que a nucleação proporcionou alta heterogeneidade ambiental na área degradada e uma probabilidade de conectividade de fluxos ecológicos na paisagem.

Agradecimentos

ÓRGÃOS FINANCIADORES: Votorantim Celulose e Papel; Casa da Floresta Assessoria Ambiental; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, M. L. 1953. Spaced-Group planting. *Unasylva*. Roma. v. 7, n. 2, p. 1-14.
- BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D.; GABRIEL, V. A.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. 2007. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre. v.5, p.9-11.
- DAMASCENO, A. C. F. 2005. Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema. 107 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. 2003. Definindo a Restauração Ecológica: Tendências e Perspectivas Mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES L. F. D.; ENGEL V. L.; GANDARA, F. B (Org.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. FEPAF. Botucatu. p. 1-26.
- ESALQ - ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Núcleo de Monitoramento Agroclimático. Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html>>.
- GOMEZ-APARICIO, L.; ZAMORA, R.; GOMEZ, J. M.; HODAR, J. A.; CASTRO, J.; BARAZA, E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*. Tempe. v. 14, n. 4, p. 1128-1138.
- GRIFFITH, J. J.; TOY, T. J. 2005. O modelo físico-social da recuperação ambiental. *Brasil Mineral*. São Paulo. v. 42, p. 166-174.
- HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E. F. L.; ZAKIA, M. J. B.; LIMA, W. P. 2006. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. *Scientia forestalis*. Piracicaba. n. 70, p. 107-123.
- METZGER, J. P. 2006. How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented areas. *Natureza & Conservação*. Curitiba. v. 4, n. 2, p. 125-137.
- PIMM, S. L. 1991. *The balance of nature: ecological issues in the conservation of species and communities*. The University of Chicago Press. Chicago. 434 p.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. 2003. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. *Natureza & Conservação*. Curitiba. v. 1, n. 1, p. 85-92.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*. Piracicaba. v.67, n.2, p.244-250.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES L. F. D.; ENGEL V. L.; GANDARA, F. B (Org.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. FEPAF. Botucatu. p. 98-110.
- REIS, A.; TRES, D. R. 2007. Recuperación de áreas degradadas: la función de la nucleación. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, 2. Proceedings. Santa Clara.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. 2007. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo. v.55, p.67-73.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*. London. v. 142, p. 1242-1251.
- SHIELS, A. B.; WALKER, L. R. 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology*. Malden. v. 11, n. 4, p. 457-465.
- SORREANO, M. C. M. 2002. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades. 145 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. 2004. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*. Cambridge. v. 196, p. 275-285.
- STEWART, A. J. A.; JOHN, E. A.; HUTCHINGS, M. J. 2002. The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. In: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A.; STEWART, A. J. A. (Ed.). *The ecological consequences of environmental heterogeneity*. University Press. Cambridge. p.1-8.
- WILSON, S. D. 2002. Heterogeneity, diversity and scale in plant communities. In: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A.; STEWART, A. J. A. (Ed.). *The ecological consequences of environmental heterogeneity*. University Press. Cambridge. p.52-69.
- YARRANTON, G. A.; MORRISON, R.G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology*. Oxford. v. 62, n. 2, p. 417-428.