

# IDENTIFICANDO “ESPÉCIES-ESTRUTURA” EM TÉCNICA DE NUCLEAÇÃO APLICADA PARA RESTAURAÇÃO DE RESTINGAS

<sup>1</sup>Felipe Marauê Maques Tieppo; <sup>2</sup>Pedro Henrique Santin Brancalion;

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal M.Sc., Diretor Ekinata Restauração Florestal, Nova Friburgo, Estrada do Ribeirão das Voltas, n. 10, Lumiar, [marau@ekinata.com.br](mailto:marau@ekinata.com.br); <sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo D.Sc., Professor Doutor Esalq-USP, Piracicaba, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Av. Pádua Dias 11, 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

[pedrobrancalion@gmail.com](mailto:pedrobrancalion@gmail.com);

Apresentado no IV CBRA -Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental – 19 a 21 de outubro de 2016, Rio de Janeiro/RJ.

**Resumo:** Nosso objetivo foi avaliar o desenvolvimento de 22 espécies florestais plantadas em um desenho de nucleação aplicada, para a restaurar estrutura e composição das moitas de restinga no litoral do norte do estado do Rio de Janeiro, no município de São João da Barra. Este estudo foi realizado em um grande projeto de restauração compensatória com 3 anos de idade implantado na Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Caruara, pertencente ao grupo Prumo Logística S.A. A metodologia de plantio empregada neste trabalho utiliza os princípios da nucleação aplicada e é conhecida pelo nome de anéis hexagonais ou H-31, a qual imita a distribuição desigual das moitas restinga e tenta acelerar a regeneração natural através de plantio de potenciais espécies-estrutura. Neste trabalho comparamos o desenvolvimento em diâmetro a altura do solo, altura e área de copa, de 22 espécies de restinga que ocorrem naturalmente em partes altas de cordões arenosos e outras 7 que ocorrem naturalmente em partes baixas de cordões arenosos. *Schinus terebinthifolius* e *Inga Laurina* mostraram o melhor desenvolvimento geral ambos os ambientes estudados.

**Palavras chave:** mecanismo de facilitação; perda de habitats; restauração das florestas tropicais; regeneração natural; Recrutamento

## Introdução

Dentro do mega-diverso bioma Mata Atlântica, o ecossistema de restinga é o mais ameaçado e menos estudado (Ribeiro et al. 2009). Em contraste com os avanços na ciência e tecnologia para restaurar outros ecossistemas da Mata Atlântica (Rodrigues et al. 2009), poucas iniciativas foram adotadas para restaurar restingas degradadas (Zamith; Scarano 2006).

A restauração ecológica é o processo de ajudar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER 2004). No mesmo sentido, a nucleação Aplicada é o "estabelecimento de pequenas manchas de arbustos e/ou árvores para servir como áreas focais para a recuperação, pegando emprestado caminhos naturais de sucessão e restauração ativa para influenciar a direção da sucessão natural" (Corbin; Holl 2012, p. 37). Esta abordagem baseia-se na teoria da nucleação (Yarranton; Morrison 1974), que foi inicialmente concebido no contexto da sucessão de dunas de areia para mostrar o papel fundamental que manchas de arbustos e árvores podem desempenhar para facilitar o recrutamento de outras espécies, aumentando a dispersão de sementes e melhorando as condições locais para o estabelecimento das plântulas.

Enquanto a abordagem de nucleação aplicada vem sendo utilizada como um método de restauração que recria a facilitação, a abordagem espécies-estrutura (*framework species*) vem sendo utilizada como um método que seleciona espécies para o emprego na nucleação aplicada, e em outros métodos de restauração focados em ecossistemas florestais, e que imitam o papel das plantas-enfermeira.

Com base em pesquisas bibliográficas e observações diretas, é possível que a conceito de “espécies-estrutura”, estabelecido nas regiões tropicais da Austrália e sudoeste asiático (FORRU 2008), possa ser uma valiosa ferramenta para auxiliar a restauração de restingas. Nesta abordagem, através de uma única campanha de plantio, combinações de espécies consideradas “estruturantes”, visam acelerar a chegada da regeneração natural, e com o passar do tempo, tornar o ecossistema auto-suficiente (FORRU 2008). No presente caso, os plantios estão sendo realizados em um desenho chamado anéis hexagonais (ou H-31) (Tieppo 2011). Tal esquema de plantio simula a forma natural como a vegetação de restinga se distribui, utilizando espécies estratégicas e laçando mão dos princípios e técnicas da nucleação aplicada, que visam acelerar regeneração natural através do plantio ilhas de vegetação, para então, servir como área-focal para recuperação (Tieppo 2011; Corbin; Holl 2012). Nosso objetivo foi testar o um dos atributos de espécies-estrutura - o desenvolvimento em diâmetro de base, altura e área de copa, quando plantadas. As hipóteses que testamos foi que *Schinus terebinthifolius*, *Inga vera*, *Inga Laurina*, *Eugenia uniflora* e *Myrsine parvifolia* são espécies naturalmente mais resistentes à restrições abióticas, e portanto apresentariam o melhor desenvolvimento quando plantadas em partes altas de cordões arenosos; e que *S. terebinthifolius*, *I. vera* e *I. Laurina*, seriam as espécies mais adaptadas à condições de abióticas das partes baixas de cordões arenosos, e portanto, demonstrariam o melhor desenvolvimento quando plantadas.

## Material e métodos

A área de pesquisa é um plantio compensatório em restinga localizado no município de São João da Barra/RJ (21° 33'44.2 "S 41° 04'32.9" W) - na RPPN Fazenda Caruara, de propriedade do grupo Prumo Logística S.A. Tanto o plantio

quanto a criação da RPPN Fazenda Caruara fazem parte de um acordo legal para compensar os impactos oriundos da construção do complexo industrial e portuário denominado Superporto do Açú. O ecossistema de restinga é um mosaico heterogêneo de comunidades, determinadas principalmente pela distância do mar, e que sofrem influencia direta de fatores que o afetam, sobretudo num gradiente espacial (por exemplo, spray salino e vento) e temporal (por exemplo, idade substrato e teor de nutrientes), no que diz respeito a disponibilidade de recursos e formação de habitats (Assumpção; Nascimento 2000; Araujo; Pereira 2007). De fato, muitos autores tentaram classificar os diferentes tipos de restinga de acordo com suas fisionomias e condições locais. Da praia para o interior Araujo; Henriques (1984) e posteriormente Assumpção; Nascimento (2000) classificaram restinga em quatro formações vegetais: Formação Praia Gaminóide, Formação Praia com Moitas, Formação de Clusia e Mata de Restinga. Este estudo foi realizado na Formação Clusia, que tem estrutura determinada pela topografia, e é basicamente dividida em partes altas e baixas de cordões arenosos.

Nós avaliamos o desenvolvimento de 22 espécies plantadas em parte alta dos cordões arenosos: *Calyptanthes brasiliensis* Spreng., *Capparis flexuosa* (L.) L., *Clusia hilariana* Schltldl, *Cupania emarginata* Camb., *Eugenia* sp., *Eugenia umbelliflora* O. Berg, *E. uniflora* L., *Ficus tomentella* Miq., *Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundell, *I. laurina* Urban., *I. vera* Willd., *Maytenus obtusifolia* Mart., *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, *M. parvifolia* DC., *Pera glabrata* (Schott) Bail., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March, *Psidium* sp., *S. terebinthifolius* Raddi., *Sideroxylon obtusifolium* (R. & S.) P., *Tapirira guianensis* Aubl., *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. e *Scutia arenicola* (Casar.) Reissek.; e 7 espécies plantadas em partes baixas de cordões arenosos: *C. brasiliensis*, *F. tomentella*, *I. laurina*, *I. vera*, *M. obtusifolia*, *S. terebinthifolius* e *T. guianensis*.

O plantio em parte alta de cordões arenosos ocorreu em 2011, 2012, 2013 e 2014. Na parte baixa, o plantio ocorreu no ano de 2012.

As variáveis levantadas foram diâmetro a altura do solo (DAS), área de copa (média das medidas transversal e longitudinal) e altura (distância do solo até o ponto mais alto da gema apical). Para cada espécie e em cada ano de plantio 22 repetições foram feitas.

Para identificar espécies-estrutura, os indivíduos foram comparados de acordo com seu DAS, altura e área de copa em ambos os sítios de ocorrência, parte alta e baixa de cordões arenosos e através dos anos de plantio. Para tanto, criamos modelos de regressão linear para as espécies plantadas em partes altas usando os indicadores ecológicos como variáveis dependentes e as idades de plantio como variáveis independentes. Os coeficientes angulares (inclinação) obtidos a partir das regressões foram utilizados numa análise de agrupamento para agrupar as espécies de acordo com o seu desempenho diferencial, utilizando o método de "ligação média". Para partes baixas, também separamos as espécies em grupos, no entanto, como somente uma nos de plantio foi medido não houve necessidade de fazer regressão linear. Portanto, os desempenhos globais foram calculados diretamente com as médias obtidas no campo. Todas as análises foram feitas no software de análises estatísticas - SAS.

## Resultados e discussão

Em relação às comparações de desempenho das 22 espécies plantadas na parte superior dos cordões arenosos, a análise separou as espécies em 6 grupos de desempenho global (área basal, altura e área de copa). As espécies *S. terebinthifolius* e *I. Laurina* mostraram o melhor desempenho geral e ficaram posicionadas nos grupos 1 e 2, respectivamente. No grupo 3, duas espécies - *G. pernambucensis* e *T. guianensis* – ficaram juntas. As espécies com o pior desempenho global foram *C. flexuosa*, *Eugenia* sp., *E. uniflora*, *M. parvifolia*, *Psidium* sp., *S. arenicola* e *S. obtusifolium* – ranqueadas no grupo 6. Para a parte baixa dos cordões arenosos, onde 7 espécies forma comparada nas mesmas variáveis, 3 grupos foram obtidos. O primeiro com *I. Laurina*, que apresentou o melhor desenvolvimento geral. O segundo com *S. terebinthifolius* e *I. vera*, e o terceiro, com *C. brasiliensis*, *M. obtusifolia*, *F. tomentella* e *T. Guianensis*, com os piores desenvolvimentos respectivamente.

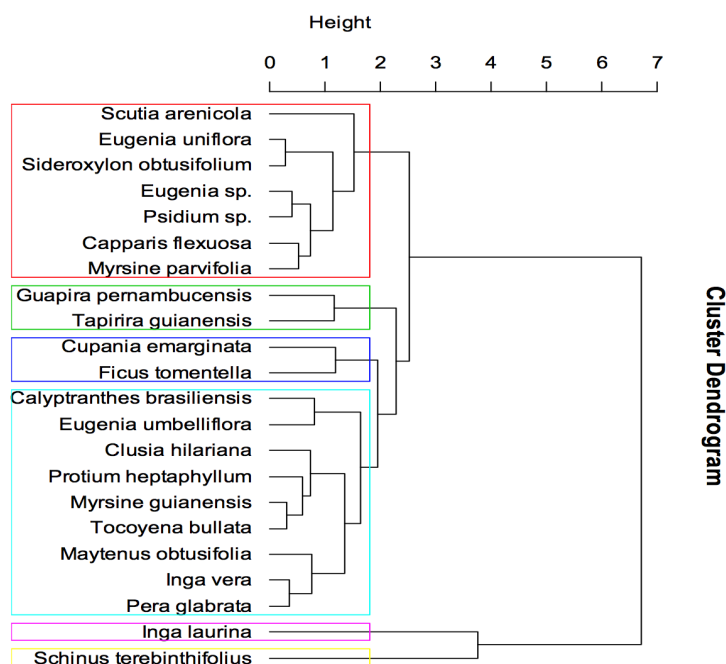


Figura 1 - Dendrograma com o agrupamento das espécies plantadas em parte alta de cordão arenoso

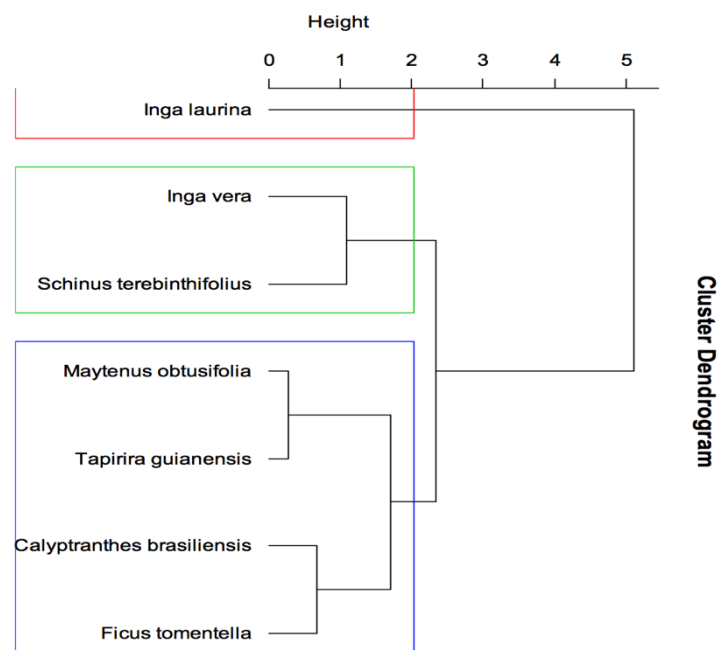


Figura 2 - Dendrograma com o agrupamento das espécies plantadas em parte baixa de cordão arenoso

Muitas das espécies de Ingá crescem em áreas com alta disponibilidade hídrica, tais como margens de rios e Possette; Rodrigues (2010). Isto pode explicar o excelente desenvolvimento de *I. Laurina* e *I. vera* em partes baixas de cordões arenosos, e o pobre desenvolvimento de *I. vera* em partes altas. No entanto, o bom desenvolvimento apresentado por *I. Laurina* em ambos os habitats pode indicar uma espécie de alta plasticidade ecológica e, portanto, com grande potencial para ser usada como espécie-estrutura.

Em condições semelhantes, mas usando tratamentos diferentes, Zamith; Scarano (2006) realizaram um estudo para investigar sobrevivência e crescimento de dezessete espécies de restinga (arbustos e árvores). Nosso estudo teve cinco espécies em comum com o deles – *C. emarginata*, *T. bullata*, *P. glabrata*, *T. guianensis* e *E. uniflora*. Em relação ao pior desenvolvimento, nossos resultados para *E. uniflora* ratificam o estudo destes autores, que em ambos os casos não mostrou incremento significativo. Para boas performances em desenvolvimento em altura, ambos os estudos tiveram *T. guianensis* e *C. Emarginata* como referência. No nosso caso *C. emarginata* teve o melhor desempenho em altura e *T. guianensis* foi o terceiro. No entanto, para *T. bullata* e *P. glabrata* nossos resultados não foram semelhantes, e embora Zamith e Scarano tenham encontrado bons resultados para estas duas espécies, em nosso estudo as duas demonstraram baixas taxas de incremento. Para a área basal, também tivemos resultados semelhantes para *T. guianensis*, que em ambos os casos ficou relativamente bem posicionada. Para o melhor desempenho geral temos semelhanças apenas para *T. Guianensis*. Se mesmo com diferentes abordagens *T. guianensis* e *C. emarginata* foram de alguma forma bem colocadas em ambos os estudos, estas espécies merecem destaque como possíveis espécies-estrutura ao planejar a projetos restauração em restinga.

A facilidade para produção de mudas é uma característica importante que deve ser considerada na escolha de espécies estratégicas (Blakesley et al. 2002; Elliott et al. 2003). Por exemplo, qualquer informação disponível sobre a produção de mudas de espécies-estrutura seria útil para agregar valor aos táxons que demonstraram bom desenvolvimento neste estudo. Em um dos poucos estudos disponíveis sobre esta questão para restinga Zamith; Scarano (2004) estudaram 10 das 22 espécies investigadas em nosso estudo. De acordo com o seu trabalho, as espécies mais fáceis de encontrar para coleta de sementes e sem quaisquer restrições para a produção de mudas foram *C. brasiliensis*, *C. emarginata*, *E. uniflora*, *M. obtusifolia*, *S. terebinthifolius*. Ao combinar os resultados obtidos no estudo de Zamith e Scarano ao nosso estudo, as melhores espécies de acordo com o desempenho em campo e facilidade de produção foram *S. terebinthifolius* e *T. guianensis*. Em contraste, a pior espécie foi *C. flexuosa*, que além de apresentar baixos incrementos em campo, as mudas não foram fáceis de produzir em viveiro.

## Conclusões

Nossos resultados fornecem recomendações claras para os gestores de áreas de restinga em restauração. O uso de métodos de nucleação aplicada pode representar uma alternativa relativamente barata e eficaz para acelerar o processo de restauração em ambientes estressantes como o de restinga. É possível obter este resultado através do uso de espécies-estrutura como pilares da abordagem H-31. Além disso o ecossistema de restinga possui ambientes distintos que mudam juntamente com pequenas variações na paisagem, portanto, o uso de espécies-estrutura deve ser estrategicamente pensado para cada um desses contextos, com a escolha das espécies que se adequem melhor a cada ambiente. Algumas destas espécies podem inclusive apresentar alta plasticidade, podendo ser utilizadas em ambientes distintos de restinga, logo, devendo ser empregadas prioritariamente em áreas com características mistas. Em áreas já estabelecidas, o

comportamento das espécies-estrutura, pode fornecer importantes informações no momento da escolha dos melhores táxons, portanto, é necessário recolher mais informações no ecossistema de referência e compará-las como aquelas coletadas em plantios, para agregar conhecimento sobre as melhores espécies a utilizar. Finalmente, existem outros parâmetros a serem testados para facilitar a tomada de decisões, quando da escolha de espécies-estrutura (p. ex. taxa de sobrevivência). Portanto, é recomendável conduzir mais estudos que testem estes parâmetros afim de definir as melhores espécies a se utilizar.

### **Referências bibliográficas**

- ARAUJO, D. S. D. DE; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. p.159–194, 1984. Niterói, RJ: CEUFF.
- ARAUJO, D. S. D.; PEREIRA, M. C. A. Sandy coastal vegetation. **Encyclopedia of life support systems (EOLSS); International Commission on Tropical Biology and Natural Resources**. EOLSS Publishers Co. Ltd., Oxford, UK, 2007.
- ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 301–315, 2000.
- BLAKESLEY, D.; ELLIOTT, S.; KUARAK, C.; et al. Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. **Forest Ecology and Management**, v. 164, n. 1, p. 31–38, 2002.
- CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**, v. 265, p. 37–46, 2012.
- ELLIOTT, S.; NAVAKITBUMRUNG, P.; KUARAK, C.; et al. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**, v. 184, n. 1–3, p. 177–191, 2003.
- FORRU, F. O. R. R. U. **Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide**. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand., 2008.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 2º ed. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009.
- SER. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Society for Ecological Restoration International Tucson, AZ, USA, 2004.
- TIEPPO, F. M. M. **Manejo florestal em restingas da Mata Atlântica: uma proposta para a recuperação ambiental deste ecossistema**. 2011. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/UNEP (Instituto Brasil PNUMA).
- YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **The Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417, 1974.
- ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 161–176, 2004.
- ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p. 87–94, 2006.