

Luan H. B. de Araújo<sup>1</sup>

Camila C. da Nóbrega<sup>1</sup>

Richeliel A. R. Silva<sup>2</sup>

Cynthia A. G. Guerra<sup>2</sup>

José A. da S. Santana<sup>3</sup>

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/12/13. Aprovado em 14/03/2014.

<sup>1</sup> Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Caixa postal 07, 59280-000, Macaíba/RN; [luan\\_henriqueba@hotmail.com](mailto:luan_henriqueba@hotmail.com); [camila\\_cnobrega@hotmail.com](mailto:camila_cnobrega@hotmail.com);

<sup>2</sup> Estudante de graduação em engenharia florestal - UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Caixa postal 07, 59280-000, Macaíba/RN; [richeliel@yahoo.com.br](mailto:richeliel@yahoo.com.br); [cynthiaagg@hotmail.com](mailto:cynthiaagg@hotmail.com);

<sup>3</sup> Professor do Curso de Engenharia Florestal - UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Caixa postal 07, 59280-000, Macaíba/RN; [augusto@ufrnnet.br](mailto:augusto@ufrnnet.br).

ACSA



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO - ISSN

1808-6845

Artigo Científico

## Comportamento de mudas de espécies florestais em projeto de Restauração Ecológica sobre área de dunas em Natal, RN

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento de mudas de espécies arbóreas nativas, em plantios para Restauração Ecológica sobre dunas, no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, em Natal, RN. A área em processo de recuperação mede 474,25 m<sup>2</sup>, onde foram plantadas 61 mudas pertencentes a nove espécies ocorrentes na Mata Atlântica do entorno. As mudas foram plantadas no espaçamento 3 m x 2 m e adubadas com esterco orgânico, tutoradas, coroadas e irrigadas a cada dois dias. Foram realizadas quantificações de sobrevivência e medições de altura e diâmetro em três ocasiões, sendo a primeira em dezembro/2012 no momento do plantio e as demais a cada 60 dias. Após 120 dias do plantio observou-se taxa de mortalidade do plantio inferior a 10%, valor considerado reduzido em virtude do ambiente ser considerado como de baixa retenção de umidade, estar sujeito a ventos fortes, elevada insolação e possuir solo com reduzido níveis de fertilidade. Em termos de incremento de diâmetro destacou-se *Chorisia speciosa* e *Tabebuia impetiginosa*, enquanto em altura *Anacardium occidentale* mostrou melhor crescimento. Algumas espécies, como *Campomanesia nerriflora*, *Caesalpinia echinata* e *Machaerium brasiliense* sofreram ressecamento da gema apical, apresentando assim redução na taxa de crescimento em altura e evidenciando menor nível de adaptação ao ambiente restritivo.

**Palavras-chave:** Crescimento, Estabelecimento de mudas, Recuperação de áreas degradadas.

## Development and survival of seedlings for Ecological Restoration in dunes area, Natal, RN

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the behavior and survival of native tree species in plantations for Ecological Restoration on dunes. The experiment was conducted at the City Park Dom Nivaldo Monte, in an area of 474,25 m<sup>2</sup>, where 61 seedlings were planted at a spacing 3 m x 2 m, belonging to nine occurring in the Atlantic Forest species around. The seedlings were fertilized with organic manure, tutoradas, trimmed and watered every two days. Quantifications of survival and height and diameter measurements were

performed on three occasions, the first in December/2012 during the planting being, and the other made every 60 days. 120 days after planting was observed mortality rate lower planting to 10 %, which is considered low because of the environment have low moisture retention, is subject to strong winds and high insolation own soil with low fertility levels. In terms of increase in diameter was distinguished *Chorisia speciosa* and *Tabebuia impetiginosa* while *Anacardium occidentale* height showed better growth. Some species, like *Campomanesia nerriflora*, *Caesalpinia echinata* and *Machaerium* suffered dryness of the apical bud, so a reduction in the rate of growth in height and less than evidencing restrictive adaptation to environment.

**Keywords:** Seedling establishment, Growth, Recovery of degraded areas.

## INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, a atividade antrópica vem ocasionando a degradação dos ecossistemas e, devido a essa degradação, observam-se atualmente vários problemas ambientais, entre eles o aquecimento global. Perante essa situação, a restauração de áreas degradadas tem se tornado cada vez mais imprescindível para diminuir os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais (KAGEYAMA *et al.*, 2003).

A restauração de ambientes degradados tem como enfoque promover o restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual do ecossistema, sua biodiversidade e estabilidade em longo prazo (MARTINS, 2009).

O processo de degradação antrópica é mais acentuado nas áreas litorâneas do país, as quais apresentam diversificadas características quanto à fauna, flora, clima e solos, formando em conjunto ecossistemas específicos. As dunas litorâneas são um destes ecossistemas que têm gerado grande interesse científico, visto que apresentam vegetação bastante singular (SANTOS *et al.*, 2000).

As dunas são morros formados por partículas de areia carregadas pelo vento, que cobrem elevações do solo já existentes, podendo ser móveis (destituídas de vegetação) ou fixas (compostas por vegetação arbórea arbustiva) frequentemente compactas (RIZZINI, 1997). A interação entre o vento e areia com a vegetação característica desse ecossistema, dão início ao processo de fixação das partículas de areia, formando as dunas fixas. Essas são compostas por uma elevada diversidade florística, servindo de abrigo para fauna, além preservar uma das principais áreas de recarga de água subterrânea (NEMA, 2008).

Atividades de degradação ocasionada pela ação antrópica, agricultura e expansão dos centros urbanos, tem intensificado o processo de desmatamento do ambiente de dunas interiores, descaracterizando sua estrutura, constituída muitas vezes por densa vegetação de árvores e arbustos, deixando esses ambientes bastante vulneráveis (SHERMAN & NORDSTROM, 1994; VAN AARDE *et al.*, 2004).

Esse tipo de ambiente está sujeito condições

ambientais, como ventos alísios, mobilidade do substrato e rápida drenagem, bastante adversas (MIRANDA *et al.*, 1997). Segundo Zamith & Scarano (2006), o plantio direto de mudas é a melhor estratégia para ambientes hostis, como as dunas, tendo em vista que o estabelecimento de plântulas a partir de sementes é dificultado pelo tipo de solo, fertilidade, exposição à alta insolação e a baixa retenção hídrica. Para Martins (2009), o plantio de mudas é uma forma eficaz de ampliar o processo de restauração relativamente rápida da cobertura florestal e a proteção dos recursos hídricos e edáficos.

O estabelecimento vegetal em regiões litorâneas enfrenta dificuldades devido à ocorrência de solos muito arenosos, com alta salinidade, baixo teor de matéria orgânica, elevadas taxas de infiltração e reduzida umidade, com superaquecimento das camadas superficiais expostas à insolação (JOLY, 1970; KUHLMANN, 1977).

Em Natal, a composição florística da restinga é influenciada pela Mata Atlântica e Caatinga, além da pequena influência do Cerrado, caracterizado na vegetação de tabuleiro (campo cerrado) que se encontra sobre a Formação Barreiras. Os remanescentes de dunas constituem solos de grande valor para a manutenção de aquíferos, compõem habitats importantes para a manutenção das populações de espécies nativas e conservação de espécies de fauna e flora da Mata Atlântica, algumas das quais endêmicas ou já ameaçadas de extinção (SEMURB, 2008).

A preservação do ecossistema natural local é de suma importância para a regularização do clima da cidade de Natal-RN, fixação de dunas e a preservação de uma das principais áreas de recarga do aquífero subterrâneo da capital potiguar. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a sobrevivência de mudas em área de dunas, feita a partir de plantio direto como forma de Restauração Ecológica.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização da área*

O Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte é o segundo maior parque urbano do Rio Grande do Norte, sendo também a primeira Unidade de Conservação Municipal. A vegetação do parque é caracterizada como um ecótono, localizado na região dos Tabuleiros Costeiros, composta por espécies dos biomas Cerrado e de Dunas, com predomínio de vegetação arbórea arbustiva predominante do bioma Mata Atlântica. O Parque possui área de aproximadamente 64 hectares, mas para a realização do plantio, demarcou-se 474,25 m<sup>2</sup> de uma área degradada para sua restauração (Figura 1).

O clima da cidade é classificado como tropical úmido, com precipitação média anual em torno de 1551,7 mm e temperatura média de 26,2°C, com 70% de umidade relativa do ar e ventos predominantes de leste a sudeste e o tempo de sol chega há 2700 horas por ano. O solo presente na área é do tipo Neossolo Quartzarênico, ácido e com baixa fertilidade natural.

### *Plantio de mudas*

O plantio foi instalado em uma zona de proteção ambiental (ZPA-1), denominada de Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte e administrada pela prefeitura do Natal, Estado do Rio Grande do Norte, situada nas coordenadas 5°50'55.70"S e 35°13'47.70"W, com 61 m de altitude.

Realizou-se o plantio de 61 mudas durante o mês de dezembro de 2012, utilizando nove espécies nativas do

bioma Mata Atlântica (Tabela 1). Em virtude da área apresentar solo pobre em nutrientes, procurou-se utilizar mudas de porte mais elevado para aumentar as chances de sobrevivências das mesmas. A irrigação das mudas foi realizada a cada dois dias, tendo em vista que, a época de realização do plantio não era favorável, devido à baixa precipitação e as elevadas temperaturas durante esse período do ano.



**Figura 1.** Demarcação de área proposta para restauração, localizada no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, Natal-RN.

Fonte – Google Earth, 2013.

**Tabela 1.** Espécies utilizadas no plantio para recuperação da área no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte

Família	Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro
Bignoneaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Ipê roxo
	<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i>	Pau sangue
	<i>Amburana cearensis</i>	Cumarú
	<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau brasil
Myrtaceae	<i>Eugenia uvalha</i>	Ubaia doce
	<i>Campomanesia nerriflora</i>	Guabiroba
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Cumicha

As covas tinham dimensões mínimas de 40 cm<sup>3</sup>, espaçadas entre si em cerca de 3 x 2 m (6,0 m<sup>2</sup> por planta) e foram adubadas com aproximadamente 2 L de esterco bovino curtido. Para reduzir a competição com as ervas daninhas foi realizado o coroamento.

**Análise dos dados**

O crescimento foi acompanhado através de três medições dendrométricas, sendo a primeira realizada em dezembro/2012 (data de realização do plantio), a segunda em fevereiro/2013 (60 dias após o plantio) e a terceira em abril/2013 (120 dias após a realização do plantio). Como parâmetro de crescimento, foi medido o diâmetro do colo e a altura total das mudas desde o colo até a última gema apical do ramo principal com o auxílio de um paquímetro digital e barra de altura graduada, respectivamente. Para

avaliar o crescimento determinou-se da taxa de crescimento (TC), que corresponde ao incremento obtido entre a primeira e a avaliação sucedente em percentagem, calculado a partir da seguinte equação, conforme Araújo *et al.* (2013):

$$TC = \frac{A_i - A_1}{A_1} * 100$$

Onde:

TC= Taxa de crescimento (%);

A<sub>1</sub> = Valores reais mensurados na data de plantio;

A<sub>i</sub> = Valores reais mensurados nas avaliações subsequentes.

Por fim, a estatística descritiva das mensurações dendrométricas realizadas durante as três avaliações foram

analisados com auxílio do software Biostat 5.3 (AYRES, 2007) e a taxa de mortalidade foi avaliada pela percentagem remanescente de mudas da última avaliação em relação ao número inicial de mudas plantadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 61 mudas implantadas na área do parque, 49,18% dos indivíduos pertenciam às espécies *Tabebuia impetiginosa* (ipê roxo), *Chorisia speciosa* (paineira) e *Allophylus edulis* (cumicha), sendo 16,39% a densidade de cada espécie, enquanto 29,51% pertenciam às espécies *Machaerium brasiliense* (pau sangue), *Caesalpinia echinata* (pau brasil) e *Eugenia uvalha* (ubaia doce), sendo 9,84% a densidade relativa para cada espécie. Às espécies *Campomanesia nerriflora* (guabiroba), *Amburana cearensis* (cumaru) e *Anacardium occidentale* (cajueiro) apresentavam densidade de 11,48%, 8,20% e 1,64% respectivamente.

A taxa de mortalidade do plantio foi de 9,84%, sendo *Machaerium brasiliense* a espécie que apresentou maior mortalidade (4,92%), seguidas da *Amburana cearensis*, *Chorisia speciosa* e *Caesalpinia echinata* (1,64% por espécie). Martínez & García-Franco (2004) relatam que determinadas espécies se adaptam melhor a ambientes estressantes, sendo essas responsáveis por melhorar a qualidade do ambiente e permitir o estabelecimento de outras menos adaptadas. É provável que a mortalidade no plantio tenha ocorrido em virtude da dificuldade de adaptação dessas espécies ao ambiente estressante em que foi inserida, não sendo recomendadas para o estabelecimento inicial de dunas.

Zanella et al. (2010) em seu estudo realizado no Parque Municipal das dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis-SC, observou que das 11 espécies introduzidas por mudas, *Eugenia umbeliflora*, *Myrsine parvifolia* e *Gaylussacia brasiliensis* não sobreviveram.

A sobrevivência das mudas no plantio pode ser considerada elevada, devido às condições do solo de dunas, como baixa fertilidade e acidez. Isso pode ser explicado pelo porte elevado das mudas, considerando que essas seriam mais resistentes às condições adversas, além da irrigação realizada a cada dois dias, acarretando no aumento da disponibilidade de água presente no solo para as plantas, mesmo a época do plantio não sendo favorável (Figura 2). Para Paiva & Poggiani (2000), a baixa umidade do solo é um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento das mudas.

Cunha et al. (2003) avaliando a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, PB, verificaram que embora a irrigação não tenha influenciado a cobertura vegetal, acabou favorecendo o maior número de espécies. No entanto, o ambiente das dunas acabou tornando-se artificial, levando à ocorrência de espécies que ocorrem em várzeas da região, que desapareceram com a eliminação da irrigação.

Gomes Neto et al. (2004), avaliando um plantio de *Ipomoea pes-caprae* sobre dunas da praia Brava, Itajaí-SC, reportou que após 60 dias a taxa de mortalidade foi de 26%. O autor associou esse resultado ao estresse sofrido

pelas mudas nas primeiras semanas devido à baixa capacidade de retenção de água do solo, associada a elevadas temperaturas e ação do spray salino que ocorrem nas dunas frontais, gerando estresse hídrico e salino e restringindo as chances de sucesso do estabelecimento em campo.



**Figura 2.** Situação da área no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte após quatro meses do plantio.

Silva et al. (2006), também obteve resultados satisfatórios em seu estudo realizado nas dunas de Extremoz-RN para as espécies *Phaseolus panduratus* e *Ipomoea pes-caprae* com 30 e 5% de mortalidade respectivamente, em relação ao plantio inicial usando-se adubo orgânico bovino e pó de serragem.

Durante a mensuração das características avaliadas em questão, observou-se que *Chorisia speciosa* e *Amburana cearensis* foram às espécies que apresentaram maior e menor diâmetro, respectivamente, em todas as mensurações. A espécie que apresentou maior altura foi *Allophylus edulis* e a de menor altura foi *Amburana cearensis* para todas as mensurações realizadas.

Para variáveis avaliadas como parâmetro de crescimento, observou-se no plantio, que a média dos diâmetros das mudas medidas ao nível do coleto na primeira medição foi de 18,39 mm variando entre 8,47 a 45,49 mm. A altura do plantio por sua vez, apresentou média de 1,73 m, variando de 0,68 a 2,5 m (Tabela 2).

A altura média encontrada no plantio aos 60 dias foi de 1,73 m, com valores variando entre 0,68 e 2,7 m, com maior destaque para *Chorisia speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Allophylus edulis*.

Na terceira avaliação, aos 120 dias, a média encontrada para os diâmetros das mudas plantadas foi de 20,27 mm com variação entre 9,23 e 55,87 mm, com *Chorisia speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Amburana cearensis* apresentando maior incremento diamétrico e *Anacardium occidentale*, *Chorisia speciosa* e *Allophylus edulis* obtendo maior crescimento em altura.

Em relação à altura, observou-se incremento negativo em altura para as espécies *Campomanesia nerriflora*, *Caesalpinia echinata* e a *Machaerium*

*brasiliense*, e isso pode ter ocorrido devido às condições edafoclimáticas das dunas serem muito restritivas especialmente o solo com baixíssimos níveis de nutrientes, reduzida capacidade de retenção de água e forte insolação, além dos ventos fortes, provocando o possível ressecamento das ponteiros das mudas e a redução da altura nas medições posteriores.

Araújo *et al.* (2013), avaliando o desenvolvimento inicial de mudas de carnaúba em uma área experimental

da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), Macaíba-RN, observou resultados semelhantes quanto ao incremento médio negativo em altura dos indivíduos de carnaúba. Os autores atribuíram tal fato as condições edafoclimáticas da região com elevado período de estiagem durante o período avaliado, solo arenoso de baixa capacidade de retenção de água e de baixa fertilidade natural, provocando o amarelecimento das folhas, seguida da senescência foliar, acarretando redução das alturas nas medições posteriores.

**Tabela 2.** Taxa de crescimento médio das mudas em altura e diâmetro, plantadas no Parque da Cidade Dom Nivaldo, em Natal\_RN.

Espécies	Taxa de Crescimento			
	Diâmetro (%)		Altura (%)	
	60 dias	120 dias	60 dias	120 dias
<i>Chorisia speciosa</i>	11,76	15,06	2,64	1,89
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	10,38	13,36	1,05	0,53
<i>Eugenia uvalha</i>	2,49	10,59	-1,69	0,85
<i>Anacardium occidentale</i>	1,23	4,92	0,00	6,25
<i>Amburana cearensis</i>	10,63	12,22	-5,13	0,28
<i>Campomanesia nerriflora</i>	4,14	7,31	-0,22	-1,55
<i>Caesalpinia echinata</i>	6,55	3,58	0,60	-0,60
<i>Allophylus edulis</i>	1,87	2,64	0,94	1,34
<i>Machaerium brasiliense</i>	0,00	0,09	-0,29	-1,47

## CONCLUSÕES

A taxa de mortalidade do plantio pode ser considerada baixa considerando às condições dos solos das dunas;

A espécie *Machaerium brasiliense* apresentou maior taxa de mortalidade, não sendo recomendada para recuperação de áreas com essas características edafoclimáticas;

A espécie *Chorisia speciosa* apresentou melhor desenvolvimento em relação ao diâmetro, destacando-se também em altura, sendo recomendada para o estabelecimento inicial de recuperação de áreas com essas características ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, L. H. B.; Silva R. A. R.; Dantas, E. X.; Sousa, R. F.; Vieira, F. A. Germinação de Sementes da *Copernicia Prunifera*: Biometria, Pré-Embebição e Estabelecimento de Mudas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n.17; p.1517-1528. 2013.

Ayres, M. et al. **BioEstat 5.3**. Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.

Cunha, L. O.; Fontes, M. A. L.; Oliveira, A. D.; Oliveira-Filho, A. T. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.503-515, 2003.

Gomes Neto, A.; Emílio, T. C.; Bosa, P.; Cunha, S. R. **Plantio de *Ipomoea pes-caprae* nas dunas da Praia**

**Brava (Itajaí, SC): comparação de duas técnicas.** Notas Téc. FACIMAR, Itajaí, v.8, p.33-38, 2004.

Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L.; Gandara, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** FEPAF, Botucatu, p.27-48, 2003.

Kuhlmann, E. **Vegetação.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil; Região Nordeste. Rio de Janeiro, p.85-110, 1977.

Joly, A. B. **Conheça a vegetação brasileira.** São Paulo: USP, 1970. 181p

Martínez, M. L.; García-Franco, J. G.. **Plant-plant interactions in coastal dunes.** In coastal dunes, Ecology and Conservation, ed. M. L. Martínez and N. P. Psuty. Berlin: Springer-velarg, p.205-220. 2004.

Martins, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em áreas de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração.** Viçosa: Ed. Aprenda Fácil. 2009. 270p.

Miranda, R. U.; Barroso, D. G.; Marinho, C. S.; Carvalho, D. A. Estudo sobre a vegetação em dunas de rejeito de mineração no litoral norte do estado da Paraíba. **Revista Árvore**. Viçosa, v.21, n.3, p.337-344, 1997.

NEMA - **Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental.** Gestão ambiental das dunas costeiras: manejo e conservação. Rio Grande, 2008. 32 p. <http://www.NEMA-rs.org.br/teses/dunas.pdf>. 27 nov. 2013.

- Paiva, A. V.; Poggiani, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis** (IPEF), Piracicaba, v.57, p.141-151, 2000.
- Rizzini, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Âmbito cultural. 1997. 747p.
- Santos, M. Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.19-29, 2000.
- SEMURB, **Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo**. Dunas. Relatório e atlas do mapeamento e caracterização dos remanescentes de dunas do município de Natal, RN. Prefeitura do Natal. 2008. <http://www.natal.rn.gov.br/bvn/publicacoes/Dunas.pdf>. 13 dez 2013.
- Silva, M. A. P.; Lima, P. G.; Lima, F. G. C.; Luz, L. N.; Araújo, M. E. T.; Oliveira, I. G.; Silva, R. C. **Plantas herbáceas fixadoras de dunas - Extremoz - Rio Grande do Norte – Brasil**. Universidade Regional do Cariri. Crato: Cadernos de cultura e ciência. v.1, n.1, p.27-31, 2006.
- Sherman, D. J.; Nordstrom, K. F. Hazards of wind blown sand and sand drift. *Journal of Coastal Research*, Washington. p.263-275. 1994.
- Van Aarde, R. J.; Wassenaar, T. D.; Niemand, L.; Knowles, T.; Ferreira, S. **Coastal dune forest rehabilitation: a case study on rodent and bird assemblages in northern Kwazulu-Natal, South Africa**. In *Coastal Dunes, Ecology and conservation*, Ed. M. L. Martínez and N. P. Psuty. Berlin: Springer-Verlag, 103-115. 2004.
- Yarranton, G. A.; Morrison, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **The Journal of Ecology**. London. V.62, n.2, p.417-428, 1974.
- Zamith, L. R. Sacarano, F. R. Restoration of a Restinga Sandy coastal plain in Brazil: Survival and growth of planted wood species. **Restoration ecology**. Malden, v.14, p.87-88, 2006.
- Zanella, N. R. Z.; Prudencio, M.; Castellani, T. T. Análise da cobertura vegetal em duna semifixa dez anos após a aplicação de técnicas de restauração no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.23, n.3, p.49-58, 2010.