

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

Elise Lara Galitzki

**GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE
DALBERGIA ECASTOPHYLLUM (L.) TAUB. EM DUNA
FRONTAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de mestre em Ecologia.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Tânia Tarabini Castellani

Co-orientação: Prof^ª. Dr^ª Áurea Maria Randi

Florianópolis, SC, Brasil
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Galitzki, Elise Lara
GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE DALBERGIA
ECASTOPHYLLUM (L.) TAUB. EM DUNA FRONTAL [dissertação] /
Elise Lara Galitzki ; orientadora, Tânia Tarabini
Castellani ; co-orientadora, Áurea Maria Randi. -
Florianópolis, SC, 2013.
55 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Dalbergia ecastophyllum. 3. Germinação.
4. Soterramento. 5. Recrutamento. I. Castellani, Tânia
Tarabini. II. Randi, Áurea Maria. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia. IV. Título.

À beleza de estar
viva e ao par que foi instrumento para esta dádiva.

AGRADECIMENTOS

Para mim este é um momento de retrospectiva, tal qual fazemos todo final de ano agradecendo por tudo que foi bom e refletindo sobre o que podemos fazer melhor no ano seguinte. Durante cada período de nossas vidas muitas pessoas nos acompanham. Nesta retrospectiva pessoal tenho muito a quem agradecer e também ao que agradecer. Sou grata por todos os momentos, bons ou ruins, que vêm me proporcionando isto. E sou grata também a alguns punhados de pessoas, sujeitos desta história.

Agradeço com muito carinho aos meus amados pais, a quem tenho como modelos de determinação. Determinação que pareceu para mim não fazer parte dos meus genes na maior parte do tempo em que estive envolvida neste trabalho. Foram os dois que sempre tiveram refletido no brilho dos olhos a calma que está por vir após a tempestade. Foram e sempre serão meu porto seguro. Obrigada por terem me colocado neste mundo louco e nesta família linda.

Às minhas queridas irmãs, exemplos vivos da diversidade de personalidades que existem, com formas tão diferentes de encarar o mundo. Amo-as profundamente, pedacinhos lindos da minha vida!

Ao pedacinho mais pedacinho de todos, o pequeno Rafael, sobrinho querido. Que fez todos voltarem a ser criança e nos ensina todos os dias sobre o que é amor, doação, jogo de cintura e resistência física.

Ao Paulo, surpresa que apareceu na minha vida quando eu menos esperava. Um amor lindo, que não mede forças para me ajudar. E leva a sério a descrição de surpresa! Obrigada amor, você é minha vela de otimismo nessa vida!

À professora Tânia, que é e foi muito mais que uma orientadora para mim. Uma grande amiga, segunda mãe e um ser humano fantástico. Sem o seu apoio e a sua paciência eu teria certamente desistido da dissertação.

À professora Áurea, por todo auxílio, amparo e por servir de exemplo com seu jeito leve de conduzir a vida.

Ao professor Benedito, pela revisão das referências em um momento onde eu já não tinha habilidade para tal.

Aos meus tão especiais amigos de todas as horas. Bárbara e Fernanda, minhas irmãs nesta ilha. Amizade que dispensa descrições, já que não existem palavras tão intensas que sejam capazes de expressá-la. Obrigada por, durante todos esses anos, dividirem tantos momentos memoráveis comigo. Obrigada também por todas as broncas e alegrias

que vocês me proporcionam. Às meninas do meu quarteto do coração: Cíntia, Lari e Lise. Amo-as a qualquer distância, vocês nunca vão deixar de fazer parte da minha vida. Lise, obrigada também por sempre me fazer ver a comédia dentro de cada inconveniência que o universo pôs diante de mim. À Jésika, amiga mais do que especial, pessoa plena, que sempre me faz questionar meus próprios conceitos e observar minhas próprias atitudes. À singular dupla: Lu e Marquinhos, obrigada pela força e embriagante eloquência com que sempre afirmaram e acreditaram na conclusão desta minha etapa.

Agradeço também a todos os companheiros de campo pela ajuda: Félix, João (Montanha), Paulo, Tito e Bárbara. Agradeço em especial à Polliana pela ajuda inestimável não só durante as avaliações em campo, mas antes disso, por ceder a estrutura já montada em seu trabalho. Destino também especial gratidão à Isa, pelas impagáveis vezes que me acompanhou ao campo, pelo exemplo de pessoa, pelas risadas e pelo seu maravilhoso pão caseiro.

Ao Departamento de Botânica, pela flexibilização da minha jornada de trabalho, sem a qual teria sido impossível conduzir as atividades do mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e a todos que o compõe pela compreensão e paciência.

E obrigada a todos que, de alguma forma, se fizeram presentes cruzando ou me acompanhando por alguns passos nesta minha breve caminhada.

RESUMO

As condições ambientais em dunas costeiras apresentam fatores limitantes ao estabelecimento de espécies vegetais como o soterramento e a dessecação. *Dalbergia ecastophyllum* é uma espécie de arbusto que ocorre em dunas frontais e possui grande capacidade de expansão vegetativa, importante na ocupação de áreas adjacentes. Este estudo visou esclarecer a contribuição da reprodução sexuada na expansão desta espécie, avaliando o sucesso de germinação e recrutamento de *D. ecastophyllum* sob manchas estabelecidas e em áreas abertas à colonização, com ênfase no efeito do soterramento como fator limitante à germinação e emergência de plântulas. Para tanto foram acompanhadas em campo, ao longo de 13 meses, parcelas distando 1m da copa de um adensamento formado pela espécie e parcelas sob sua copa tanto em sítio menos protegido (voltado para o mar) quanto em sítio mais protegido (voltado para o interior das dunas). Estas parcelas foram analisadas em relação ao recrutamento, sobrevivência e mortalidade de plântulas de *D. ecastophyllum*. Em casa de vegetação foram conduzidos experimentos simulando o soterramento a 0cm, 2cm, 5cm e 10cm de profundidade e, em campo, experimentos a 0cm e 10cm. Os resultados indicaram que o recrutamento da espécie é maior em sítios mais protegidos, onde também as plantas estabelecidas atingem maior desenvolvimento em altura. Não foi registrado recrutamento de plântulas fora da copa da própria espécie, observações que sugerem uma relação de facilitação intra-específica (*self nursing*), e uma expansão da espécie no sentido interior das dunas. Este recrutamento ocorre ao longo de todo o ano, com maior intensidade no verão e menor no inverno. As sementes de *D. ecastophyllum* são capazes de germinar e emergir sob soterramento de ao menos de 10cm. Podem também permanecer viáveis por no mínimo nove meses em campo, na superfície do solo e sob soterramento, não estando a perda de viabilidade relacionada com a profundidade de soterramento. O soterramento aumentou a taxa de germinação, porém houve uma tendência de menor emergência das plântulas com o aumento da profundidade. A menor taxa de germinação na superfície e/ou a tendência para uma menor taxa de emergência nas maiores profundidades podem estar relacionadas à ausência de registro de plântulas em áreas abertas, mais suscetíveis ao soterramento. Os resultados encontrados neste estudo sugerem que *Dalbergia ecastophyllum* é uma espécie capaz de suportar algumas condições de estresse típicas do ambiente onde ocorre, tal como o soterramento.

Porém, o grande número de plântulas recrutando sob o adensamento de indivíduos adultos e a existência de registros apenas ocasionais de recrutamento em locais específicos fora desses adensamentos, indicam uma estratégia de facilitação para o próprio recrutamento.

Palavras-chave: *Dalbergia ecastophyllum*, germinação, soterramento e recrutamento.

ABSTRACT

The environmental conditions in coastal dunes show limiting factors to the settlement of vegetal species, such as burial and desiccation. *Dalbergia ecastophyllum* is a species of shrub which occurs in frontal dunes and has great capacity of vegetation spreading, which is important to occupy neighboring areas. This study aimed to clarify the contribution of sexual reproduction in this species' spread, assessing the success in germination and recruitment of *D. ecastophyllum* under established dense areas and in areas open to colonization with emphasis on the burial effect as limiting factor to germination and emergence of seedlings. For such, parcels within 1-metre-distance from a densification canopy formed by the species have been observed in the field throughout 13 months, along with parcels under its canopy both in less protected site (towards the sea) and in more protected site (towards the dunes center). These parcels have been analyzed in relation to the recruitment, survival and mortality of *D. ecastophyllum* seedlings. In a greenhouse, experiments have been conducted by simulating burial 0cm, 2cm, 5cm and 10cm deep, and in the field, experiments from 0 to 10cm deep. The results indicated that the species recruitment is larger in better protected sites, where also the established plants reach better development in height. There have not been records of seedlings recruitment outside the canopy of their own species, which suggests a self-nursing relation, and a spread of the species inwards the dunes. This recruitment occurs throughout the year, being more intense during the summer and less intense during the winter. *D. ecastophyllum* seeds are capable of germinating and emerging under burial of at least 10cm. They may also remain viable for a minimum of nine months in field, on the surface of the soil and buried, without the loss of viability being related to the deepness of burial. Burial has increased germination rates, but there has been a tendency for lesser emergence of seedlings when more deeply buried. The least germination rate on surface and/or the tendency for a lesser emergency rate in deeper areas might be related to the absence of records for seedling in open spaces, more susceptible to burial. The results found in this study suggest that *Dalbergia ecastophyllum* is a species capable of enduring a few stress conditions typical to their occurrence environment, such as burial. However, the great number of seedlings recruiting under densification of adult plants and the presence of only occasional records for recruitment in specific

locations outside these densifications indicate a facilitation strategy for the recruitment itself.

Keywords: *Dalbergia ecastophyllum*, germination, burial and recruitment.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização da área de estudo e detalhe ampliado correspondente a foto aérea da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. A linha amarela indica o Sítio Frontal e a linha laranja o Sítio Interior do adensamento de *Dalbergia ecastophyllum* avaliado neste estudo..... 20
- Figura 2: Valores médios de temperaturas (linha) e pluviosidade (barras) de julho de 2010 a março de 2012, Florianópolis, SC. Fonte: EPAGRI/CIRAM 21
- Figura 3: Aparência geral de *Dalbergia ecastophyllum*, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC..... 22
- Figura 4: Frutos de *Dalbergia ecastophyllum* coletados na duna frontal da Praia da Joaquina, utilizados nos experimentos executados em campo e em casa de vegetação..... 23
- Figura 5: Plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* sendo marcadas em parcela sob a copa de indivíduos adultos da espécie na Praia da Joaquina, SC..... 28
- Figura 6: Plântula de *Dalbergia ecastophyllum* emergindo do experimento com soterramento a 10cm em casa de vegetação 35
- Figura 7: Número de plântulas recrutadas de dezembro de 2010 a janeiro de 2012 por 0,25m² sob a copa do adensamento formado por *Dalbergia ecastophyllum* no Sítio Frontal (voltado para o mar, n_{total}=30) e no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, n_{total}=30) da duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC 38
- Figura 8: Altura (m) máxima dos ramos de *Dalbergia ecastophyllum* em janeiro de 2011, no adensamento formado pela espécie no Sítio Frontal (voltado para o mar, n_{total}=30) e no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, n_{total}=30) da duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC..... 39

Figura 9: Relação entre o número de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* estabelecidas de dezembro de 2012 e janeiro de 2012 por 0,25 m² e a altura (m) dos ramos no adensamento formado pela espécie na duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis,SC. Coeficiente de Sperman significativo ($r= 0,47$; $p < 0,001$)40

Figura 10: Número de sementes de *Dalbergia ecastophyllum* por 0,25m² coletadas no folhio do Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, $n_{total}=15$) e no Sítio Frontal (voltado para o mar, $n_{total}=15$), sob a copa do adensamento formado pela espécie na duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Efeito de soterramento em campo na germinação de sementes e emergência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum*. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas, $p \leq 0,01$ 30
- Tabela 2: Efeito de soterramento em campo na viabilidade de sementes de *Dalbergia ecastophyllum* que não germinaram. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas e letras maiúsculas entre colunas, em nível menor ou igual a 5% de probabilidade. O teste t foi realizado para se comparar dados com variâncias homocedásticas e o teste U quando isto não ocorria 31
- Tabela 3: Efeito do soterramento na germinação de sementes e emergência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* em casa de vegetação. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas em nível de 5% de probabilidade..... 32
- Tabela 4: Efeito do soterramento em casa de vegetação na viabilidade de sementes não germinadas de *Dalbergia ecastophyllum*. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas e letras maiúsculas entre colunas em nível de 5% de probabilidade..... 33
- Tabela 5: Altura média, desvio padrão, valores mínimos e máximos de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* oriundas de sementes submetidas aos tratamentos de soterramento em Casa de Vegetação e em Campo. Os valores de altura apresentados correspondem à altura total das plântulas, tanto da porção soterrada quanto da porção que ultrapassou o soterramento, quando foi o caso. 34
- Tabela 6: Número total de plântulas recrutadas ao longo do período de acompanhamento, em parcelas permanentes de $0,25m^2$, sob a copa do adensamento formado por *Dalbergia ecastophyllum* no Sítio Frontal (voltado para o mar, $n_{total}=30$), no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, $n_{total}=30$) e totais. Duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC..... 36

Tabela 7: Relação de parcelas nos Sítios Interior ($n_{total}=30$) e Frontal ($n_{total}=30$) onde não foi registrado o recrutamento de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* de dezembro de 2010 a janeiro de 2012. Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.....38

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
2	Objetivo geral.....	17
2.1	Objetivos específicos	17
3	Hipóteses	18
4	Metodologia	19
4.1	Área de estudo.....	19
4.2	Condições climáticas.....	21
4.3	Espécie em estudo	21
4.4	Efeito do soterramento na germinação e emergência de plântulas.....	23
4.4.1	Coleta de material.....	23
4.4.2	Soterramento no campo	24
4.4.3	Soterramento em casa de vegetação	24
4.4.4	Teste de viabilidade de sementes	25
4.4.5	Análise estatística dos dados.....	26
4.5	Avaliações da densidade de plântulas, recrutamento e sobrevivência	26
4.5.1	Amostragem e monitoramento	26
4.5.2	Caracterização do sítio de ocorrência na mancha de <i>Dalbergia ecastophyllum</i>	28
4.5.3	Análise estatística dos dados.....	29
5	Resultados	30
5.1	Efeito do soterramento na germinação e emergência de plântulas.....	30
5.2	Avaliação da densidade de plântulas, recrutamento e sobrevivência	35
6	Discussão.....	43

6.1 Efeito do soterramento na germinação e emergência de plântulas.....	43
6.2 Avaliação da densidade de plântulas, recrutamento e sobrevivência	45
7 Considerações finais	49
Referências.....	50

1 INTRODUÇÃO

Dunas costeiras são naturalmente instáveis devido às grandes flutuações espaço-temporais do substrato, que criam variações micro ambientais mediadas pela ação dos ventos e das ondas. Assim, fatores como a perda de habitat pelo avanço e regressão da linha da maré, o *spray* salino, o soterramento por areia e a exposição das raízes pela erosão do substrato, além da textura arenosa deste com baixa umidade e disponibilidade de nutrientes, a competição, a herbivoria e diversas atividades humanas atuam como fatores limitantes ao estabelecimento de plantas nestes ambientes (Maun 1994).

O nível de estresse ambiental ao qual essas plantas estão expostas é atenuado ao longo de um gradiente da costa ao interior das dunas (Hesp 1991, Lane *et al.* 2008), podendo variar de forma significativa em alguns metros no sentido mar-interior (Hesp 1991). Desta forma, a umidade do solo, a maior parte dos nutrientes e a acumulação de matéria orgânica aumentam com a distância à costa, enquanto que o transporte de areia, o pH do solo e o *spray* salino decrescem (Cordazzo *et al.* 2006; Lane *et al.* 2008) determinando, em parte, a distribuição das espécies.

Quanto ao vento, este atua na diminuição da umidade e aumento da transpiração das plantas e ainda dissipa o *spray* salino, danoso às gemas de crescimento (Larcher 2000). Desta forma, a vegetação exposta aos ventos predominantes mostra-se menos desenvolvida (Bresolin 1979). Teixeira e Coura Neto (1986) apontam o vento como principal agente de transformação do solo através do transporte de areia. Assim, o vento, fator de estresse temporal, além de variável limitante ao desenvolvimento vegetal, também é o responsável pela deposição de novo material arenoso, fator de estresse constante.

Em função do vento, o soterramento é um evento previsível nos ambientes de dunas, sendo fortes as pressões seletivas para adaptação ao ambiente (Maun 1998). O soterramento altera todos os aspectos microambientais do solo para a planta, tais como temperatura, umidade, nutrientes, e níveis de oxigênio. Esta alteração física do microambiente pode aumentar a quantidade de microorganismos no solo, modificar a proporção entre bactérias aeróbicas e anaeróbicas, prejudicar fungos micorrízicos, aumentar a taxa de respiração e reduzir a fotossíntese das plantas (Maun 2004). Muitas espécies que vivem neste tipo de ambiente possuem adaptações genéticas, morfológicas e fisiológicas para suportar tais condições (Maun 1998). As respostas ao soterramento dependem

das características de cada espécie, do estágio de desenvolvimento e hábito de vida das plantas, além da profundidade e duração do período de soterramento (Harris e Davy 1988).

Eventos de soterramento em menores escalas podem ser importantes para a germinação de algumas espécies. Como em profundidades maiores existe mais umidade, as sementes soterradas podem vir a obter vantagem se apresentarem reservas energéticas suficientes para sobreviver ao período de soterramento e forem capazes de alongar suficientemente seu epicótilo para a emergência da plântula. Sementes de *Cirsium pitcheri* (Torr. ex Eaton) Torr. & A. Gray (Asteraceae), por exemplo, são capazes de germinar em diferentes profundidades, mas conforme o soterramento aumenta, há uma diminuição da germinação e da emergência das plântulas (Chen e Maun 1999). Maun e Lapierre (1986) observaram menores porcentagens de germinação das gramíneas *Elymus canadensis* L. e *Ammophila breviligulata* Fernald (Poaceae) e de *Cakile edentula* (Bigelow) Hook. (Brassicaceae), quando estas não estavam soterradas, devido ao ressecamento das sementes. Porém, foi também observado um decréscimo na germinação e emergência de plântulas com o aumento da profundidade de soterramento.

Dependendo da espécie o aumento da profundidade de soterramento pode aumentar o número de sementes dormentes (Chen e Maun 1999) e este mecanismo pode ser importante para formação de bancos de sementes. Este banco pode favorecer a colonização após distúrbios, o que pode ser o caso de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae), cujas sementes permanecem viáveis por pelo menos três anos sob soterramento em duna (Castellani 2003; Castellani e Santos 2006).

O período compreendido pelo outono/inverno é descrito para algumas localidades de dunas, como nos estados do Ceará e de Santa Catarina, como o de maior germinação. Isto seria devido às condições mais amenas em relação ao verão, quando as altas temperaturas e elevada evapotranspiração são consideradas estressantes (Castellani *et al.* 1999). Já outros estudos associam a germinação a períodos favoráveis de umidade (Cordazzo e Seeliger 1988).

Em dunas recém formadas, a colonização inicial e consequente fixação do substrato pode se dar pelo recrutamento de novos indivíduos, tanto de espécies estoloníferas, como *Ipomoea pes-caprae*, (Castellani e Santos 2006), como de espécies de porte arbustivo/subarbustivo, como *Scaevola plumieri* (L.) Vahl (Goodeniaceae) (Knevel e Lubke 2004). Esta espécie arbustiva é importante como pioneira, mas não prospera

nas partes interiores do sistema de dunas. A colonização de dunas recém formadas pode ocorrer através da chuva de sementes oriunda de indivíduos maduros, já estabelecidos na duna frontal (Knevel e Lubke 2004).

Além da colonização pelo recrutamento de novos indivíduos, algumas espécies estabilizadoras de dunas possuem alta capacidade para a expansão vegetativa, o que auxilia o sucesso de colonização de novas áreas (Castellani e Santos 2006; Boudreau *et al.* 2010). Este é o caso de *Empetrum hermaphroditum* (Lange ex Hagerup) Böcher (Ericaceae), uma espécie que ocorre em dunas subárticas que combina eficientemente a expansão vegetativa com o recrutamento de novos indivíduos (Boudreau *et al.* 2010). Tem-se ainda o exemplo de *Ipomoea pes-caprae*, que além da eficiente propagação vegetativa aloca considerável quantidade de recursos para produção de um grande número de sementes, importantes na ocupação de dunas recém formadas (Castellani e Santos 2006).

Alguns modelos elaborados para plantas clonais, onde a propagação vegetativa é uma estratégia determinante, ponderam sobre a importância do estabelecimento de plântulas após a colonização inicial. Reconhecem-se dois modelos extremos onde: 1) em uma população já estabelecida pode não ocorrer o recrutamento de novos indivíduos (*IRS* – *initial seedling recruitment*) e 2) quando este recrutamento pode ser contínuo (*RSR* – *repeated seedling recruitment*). Em 60% dos casos estudados, observa-se o padrão *IRS*. Porém, mesmo sendo menos freqüente, o recrutamento constante de novas plântulas influencia de forma mais intensa os processos de dispersão, a estrutura genética e a dinâmica das populações (Eriksson 1989).

Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub. (Fabaceae) é uma espécie lenhosa de arbustos apoiantes e semi-prostrados, amplamente ramificados (Camargo 2005), que ocorre na costa oeste da África e ao longo da costa leste do continente americano, da Flórida nos Estados Unidos ao Brasil, tendo seu limite sul no estado de Santa Catarina (Carvalho 1997). Seus galhos podem se estender sobre a copa de pequenas árvores e contornar pequenos obstáculos (Francis 2010).

Esta espécie é associada aos estuários de rios, manguezais e dunas, onde seu hábito semi-prostrado e "ramificado" auxilia na fixação da areia. A espécie cresce também nos solos arenosos da restinga como um arbusto robusto ou uma pequena árvore (Carvalho 1997) podendo formar densos agrupamentos (Guimarães 2006, Silva e Brites 2005). A espécie é bem adaptada a condições salinas e seus frutos podem flutuar,

podendo ser dispersos pelo mar, sendo talvez muito frágeis para um prolongado transporte marinho (Carvalho 1997)

Em Santa Catarina, a espécie é observada em dunas frontais e interiores (Falkenberg 1999). Nas dunas frontais da Praia da Joaquina (Ilha de Santa Catarina) forma um denso agrupamento que se estende quase de forma ininterrupta cobrindo grande porção desta duna (Guimarães 2006, Zocche-de-Souza 2010). Esta população, em especial, se encontra em rápida expansão de cobertura vegetal, apresentando aumento de 117% de 1994 a 2007. Este aumento esteve associado à diminuição da diversidade de espécies sob a copa de *D. ecastophyllum*, sendo sugerido um potencial inibidor desta leguminosa para a manutenção e colonização de outras espécies na área (Zocche-de-Souza 2010). O crescimento vegetativo tem grande importância nesta expansão, que é mais intensa no sítio abrigado do mar (Zocche-de-Souza 2010), porém nenhuma avaliação foi feita sobre o sucesso de recrutamento e crescimento de plântulas sob esta mancha, assim como na colonização de áreas adjacentes.

Considerando a representatividade de *Dalbergia ecastophyllum* em dunas costeiras no estado de Santa Catarina (Camargo 2005), em especial nas dunas frontais da praia da Joaquina e a dinâmica de expansão da espécie que está associada a modificações na diversidade da comunidade vegetal, este estudo espera entender aspectos associados à germinação e recrutamento de plântulas da espécie neste local.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral entender o sucesso de germinação e estabelecimento de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* sob manchas estabelecidas e em áreas abertas à colonização, com ênfase no efeito do soterramento como fator limitante à germinação.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito de diferentes profundidades de soterramento na germinação e emergência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* em condições experimentais;
- Avaliar a densidade de plântulas de *D. ecastophyllum* sob cobertura de indivíduos adultos e fora desta e a relação desta densidade com as características dos sítios de ocorrência;
- Determinar o período de recrutamento e padrão de sobrevivência e crescimento de plântulas de *D. ecastophyllum* sob cobertura de plantas adultas.

3 HIPÓTESES

Este estudo trabalha com a hipótese de que o soterramento está relacionado com a germinação e emergência de plântulas, assim como sítios abrigados afetam a germinação e sobrevivência de plântulas. Assim, espera-se que: 1) o soterramento em maiores profundidades limite a germinação e a emergência de plântulas, enquanto que profundidades menores interfiram positivamente nestes processos; 2) maior recrutamento e sobrevivência de plântulas nos sítios mais protegidos de duna frontal e sob a mancha estabelecida da espécie, e 3) com maior recrutamento no outono.

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A população de *Dalbergia ecastophyllum* avaliada neste estudo encontra-se na praia da Joaquina, situada na porção centro-leste da Ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas 27°37' S e 48°27' O e 27°38' S e 48°27' O, estando quase que inteiramente restrita às dunas frontais. A vegetação deste local é descrita como restinga herbácea/subarbustiva, constituída por plantas herbáceas com estolões ou rizomas, com populações esparsas ou formando touceiras e incluindo também subarbustos (Falkenberg 1999). *Dalbergia ecastophyllum* é descrita como característica para a duna frontal (Falkenberg 1999) e no local de estudo se expande por grande extensão (Guimarães 2006; Zocche-de-Souza 2010). Toda a área encontra-se dentro do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, que se estende do sul desta lagoa até a praia do Campeche, com 563 ha (CECCA 1997).

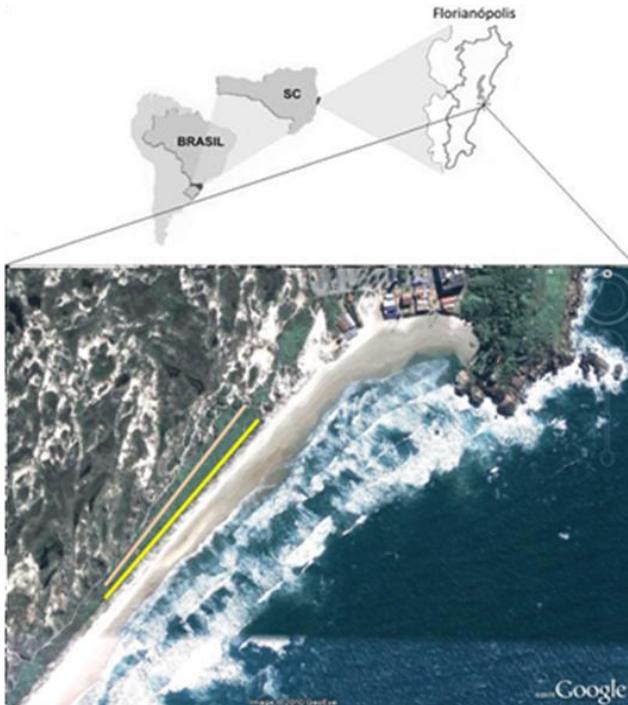


Figura 1: Localização da área de estudo e detalhe ampliado correspondente a foto aérea da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. A linha amarela indica o Sítio Frontal e a linha laranja o Sítio Interior do adensamento de *Dalbergia ecastophyllum* avaliado neste estudo.

A região da duna ora referida como de duna frontal apresenta superfície irregular com altura até 5 metros e largura variando entre 15 e 20 metros. Em alguns pontos, *Dalbergia ecastophyllum* recobre totalmente a duna frontal, tornando impossível a visualização da separação entre esta e as dunas internas. A vegetação desta duna inclui cerca de 100 espécies com altura aproximada de 0,6 m, podendo atingir até 2 m em certas porções. *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hill) Mears (Amaranthaceae), *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae) e *Alternanthera maritima* (Mart.) A. St.-Hill (Amaranthaceae) são características deste hábitat, onde também são abundantes *Spartina ciliata* Brongn. e *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng (Poaceae), *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.

(Asteraceae), *Polygala cyparissias* A. St.-Hill & Moq. (Polygalaceae) (Guimarães 2006).

4.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A Ilha de Santa Catarina possui clima mesotérmico úmido, tipo Cfa de Köppen, com verões quentes e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A temperatura média mensal é de 21°C, variando de 16°C em julho a 25°C em fevereiro. A média pluviométrica anual é 1.700 mm, com maiores índices em janeiro e fevereiro e menores índices de junho a agosto (Castellani e Santos 2005). Durante o período de estudo (Figura 1), meses com maior pluviosidade ocorreram de janeiro a março de 2011, havendo, no entanto, uma alta concentração de chuvas em agosto de 2011. As médias de temperatura mensal variaram de 16, °C, no mês de julho/2011 a 25,6°C em janeiro/2011 (Figura 1).

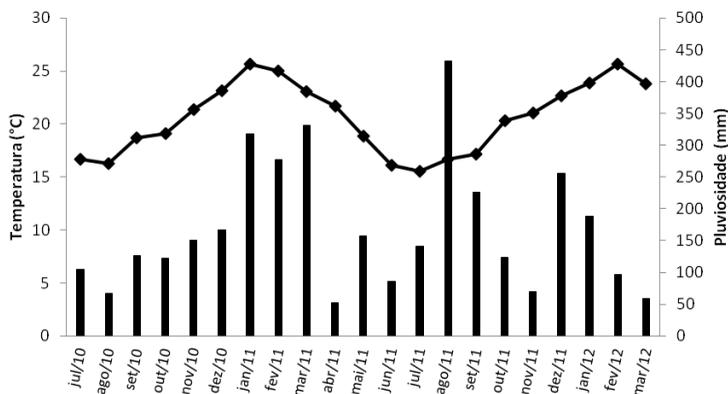


Figura 2: Valores médios de temperaturas (linha) e pluviosidade (barras) de julho de 2010 a março de 2012, Florianópolis, SC. Fonte: EPAGRI/CIRAM.

4.3 ESPÉCIE EM ESTUDO

Dalbergia ecastophyllum é uma espécie de arbusto escandente ou semi-prostado (Figura 3) com folhas simples e com pecíolos de 5-

12mm de comprimento, de forma oval ou elíptica com lâminas de 2,5-14cm de comprimento e 2-8cm de largura. Elas são coriáceas, de verde brilhante, arredondadas na base, e pontiagudas no ápice, pubescentes na parte inferior. As flores são pequenas e brancas, agrupadas em panículas nas axilas das folhas. Possui frutos lenticulares indeiscentes de coloração acobreada a cinza-marrom com cerca de 1,5cm a 3,0cm de comprimento (Francis 2010). O peso médio dos frutos é de 0,449g (SD= 0,10; n=100) (Galitzki, dados não publicados). Estes contêm uma semente achatada de cor castanha (Francis 2010), sendo dispersos pela água (Carvalho 1997) e também pelos constantes ventos na faixa litorânea (Camargo 2005).



Figura 3: Aparência geral de *Dalbergia ecastophyllum*, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

No estado de Santa Catarina a espécie pode ser encontrada do litoral norte até o município de Palhoça. Em Florianópolis está presente na restinga de diversas praias além da Joaquina, entre elas as restingas das praias da Daniela e Jurerê, tendo sido registrada em flor nos meses de dezembro a fevereiro e frutificando de janeiro a julho (Camargo 2005). Na praia da Joaquina nos densos agrupamentos que forma na duna frontal, não é possível distinguir os indivíduos. Nas dunas internas semi-fixas, a espécie ocorre de modo bem menos abundante (Guimarães 2006).

4.4 EFEITOS DO SOTERRAMENTO NA GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

4.4.1 Coleta de material

Os frutos de *D. ecastophyllum* utilizadas nos experimentos de soterramento foram coletados entre maio/junho de 2011 de matrizes na duna frontal da praia da Joaquina, ao longo de aproximadamente 500 metros, nos ramos periféricos do grande adensamento formado pela espécie. Os frutos foram coletados ao redor de toda mancha, tanto em sua face voltada para o mar quanto para o interior do sistema de dunas, de forma a se obter uma amostra representativa das sementes produzidas na população. Estes foram acondicionadas em sacos plásticos, descartando-se frutos atrofiados, atacados por insetos ou que possuíam alguma injúria, sendo os restantes mantidos sob temperatura ambiente até o início dos experimentos. Para todos os experimentos as sementes não foram retiradas de dentro dos frutos, pois este é um processo trabalhoso e desnecessário já que as sementes, além de serem muito delicadas sendo facilmente danificadas durante a retirada do exocarpo, germinam atravessando-o sem dificuldade (Francis 2010).



Figura 4: Frutos de *Dalbergia ecastophyllum* coletados na duna frontal da Praia da Joaquina, utilizados nos experimentos executados em campo e em casa de vegetação.

4.4.2 Soterramento em campo

Para o experimento, foram utilizados unicamente frutos com apenas uma semente. Com o intuito de reduzir-se a contaminação por fungos, os frutos foram anteriormente tratados com solução de água sanitária a 10% por 15 minutos sendo enxaguados de forma abundante em água corrente e postos a secar sobre papel filtro. Os frutos foram dispostos em 10 lotes de 25 unidades dentro de sacos planos de 15cm x 15cm confeccionados em tela de nylon com trama de ~1,5mm. Estes foram então levados em julho de 2011 para a mesma região da população que de origem, onde cinco destes lotes foram enterrados distando cerca de 30 cm da borda da copa do adensamento de *D. ecastophyllum* na face voltada para o interior das dunas, em disposição aleatória a 10cm de profundidade e, logo acima destes, outros cinco lotes foram mantidos na superfície (0cm). Os locais foram devidamente marcados com estacas para posterior localização, na borda do adensamento formado pela espécie. Os lotes com sementes foram recolhidos em março de 2012 (oito meses após o soterramento), sendo avaliados quanto à emergência da plântula acima do solo ainda em campo e levados ao laboratório onde as sementes foram classificadas em germinadas (quando apresentaram radícula em desenvolvimento), não germinadas e predadas. As sementes que não germinaram foram submetidas ao teste com tetrazólio para verificar-se sua viabilidade. As sementes que se encontravam deterioradas na data de término do experimento foram incluídas na classe “não viável”.

4.4.3 Soterramento em casa de vegetação

Os experimentos realizados em casa de vegetação foram conduzidos na estrutura do Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis – SC). Para tal experimento foi utilizado substrato arenoso proveniente do local de origem das sementes. As sementes utilizadas foram também tratadas com água sanitária diluída a 10% durante 15 minutos, sendo enxaguadas abundantemente em água corrente após este tempo. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada uma das profundidades de soterramento testadas: 0cm, 2cm, 5cm e 10cm. O experimento foi implantado em setembro de

2011, em bandejas de polietileno perfuradas no fundo para drenagem do excesso de água, tendo sido utilizado feltro no fundo das bandejas para evitar a perda do substrato. Sobre este feltro foi colocada uma base de substrato de 3cm de profundidade onde as sementes foram dispostas, sendo estas então soterradas em bandejas separadas para cada repetição a 2cm, 5cm e 10cm utilizando-se este mesmo substrato. Além destes foi também montado um tratamento com ausência de soterramento (0cm), onde as sementes foram dispostas sobre uma base de substrato da mesma forma que nos demais tratamentos. Depois de montados, os experimentos conduzidos em casa de vegetação foram regados inicialmente com volumes iguais de uma solução de Benlate a 1% (adaptado de Viviane e Randi 2008), e posteriormente, sempre que necessário, somente com água. O experimento foi encerrado em março de 2012 (seis meses após o soterramento), sendo as plântulas avaliadas quanto à emergência acima do solo no momento em que se desmontou cada bandeja. Em laboratório as plântulas foram medidas e também classificadas em germinadas (quando apresentaram radícula em desenvolvimento), não germinadas e predadas. Assim como no experimento conduzido em campo, as sementes que não germinaram foram submetidas ao teste com tetrazólio para verificar sua viabilidade. As sementes que se encontravam deterioradas na data de término do experimento foram incluídas na classe “não viável”.

4.4.4 Teste de viabilidade das sementes

Para verificar-se a viabilidade das sementes que não germinaram foi realizado o teste com cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio que funciona como um indicador do processo de respiração de células vivas do eixo embrionário. Neste processo, íons de H^+ liberados durante o processo de respiração dos tecidos vivos são transferidos por um grupo de enzimas, particularmente, a desidrogenase do ácido málico, e interagem com o tetrazólio, o qual é reduzido a um composto vermelho, estável e não difusível chamado de trifetil formazan. Como esta reação se processa no interior das células vivas e o composto não se difunde, há nítida separação dos tecidos vivos e coloridos que respiram, daqueles mortos e que não colorem (Brasil 2009).

A metodologia para a realização do teste com as sementes de *D. ecastophyllum* foi baseada em testes realizados para outras espécies (Brasil 2009; Ferreira *et al.* 2001) e testes pilotos realizados com a

espécie em questão de forma a se definir o melhor protocolo para a mesma. Desta forma as sementes foram embebidas em água destilada por 24h ainda dentro do fruto para se evitar danos à sua superfície durante a manipulação. Após este período as sementes foram separadas do restante do fruto, sendo cortadas longitudinalmente com bisturi para facilitar a penetração do sal de tetrazólio. Elas foram então imersas em solução de tetrazólio a 1% por 18 horas, em temperatura ambiente (21°C - 24°C). Após este período a solução de tetrazólio foi trocada por água destilada e as sementes foram então fotografadas em suas duas faces e avaliadas quanto à coloração para avaliação da viabilidade.

4.4.5 Análise estatística dos dados

O número de sementes germinadas, não germinadas e predadas foi transformado em porcentagem, sendo esta considerada a porcentagem absoluta. Análises de variância (ANOVA) foram realizadas para examinar diferenças nas porcentagens de germinação e na viabilidade de sementes dos experimentos realizados no campo e em casa de vegetação. O teste de Tukey foi aplicado quando diferenças significativas foram apontadas pela ANOVA. Para os dados que não apresentaram homocedasticidade foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e havendo indicação de diferenças significativas, foi aplicado o teste de Student-Newman-Keuls. Os resultados dos tratamentos realizados em campo foram analisados através dos testes t-Student e Mann-Whitney (Zar 1999). As análises foram feitas com o auxílio dos programas Statistic 7 (Statsoft, 2004) e BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007).

4.5 AVALIAÇÕES DA DENSIDADE DE PLÂNTULAS, RECRUTAMENTO E SOBREVIVÊNCIA

4.5.1 Amostragem e monitoramento

Ao longo de 14 meses foram realizadas cinco avaliações para registro e monitoramento de plântulas, sendo estas em dezembro/2010, março/2011, julho/2011, outubro/2011 e janeiro/2012. Para este estudo foram selecionados os sítios Frontal (voltado para o mar) e Interior

(voltado para o interior do sistema de dunas) de uma área densamente recoberta por *Dalbergia ecastophyllum* da duna frontal da praia da Joaquina. As plântulas da espécie são características, sendo facilmente identificáveis no campo e estando muitas vezes ainda ligadas a resquícios dos cotilédones e, mais frequentemente, dos frutos. Foi despendida especial atenção para não confundir brotamentos subterrâneos de ramos/caules, mais espessos, com as plântulas. Em casos de dúvida escavou-se cuidadosamente ao redor das plantas para elucidar a origem dos caules.

Em cada sítio foram avaliadas 30 parcelas sob a copa de *D. ecastophyllum* (0,5m dentro da copa) e 30 parcelas distando um metro da borda do adensamento da espécie. Para as avaliações sob a copa da espécie foram estabelecidas, aleatoriamente, parcelas permanentes de 0,25m², marcados com auxílio de canos de PVC enterrados na areia. Na área fora da copa da espécie as parcelas não foram marcadas, pois qualquer tipo de marcação fixa seria facilmente visualizada, estando sujeita a constante remoção por transeuntes. Por isso, para estas avaliações fora da copa, foram utilizados quadrados confeccionados com canos de PVC com área interna de 0,25m², que eram alocados em frente dos 60 quadrados fixos no interior do adensamento (30 do sítio Frontal e 30 do Sítio Interior), distando sempre distando um metro da borda. Caso plântulas fossem encontradas o quadrado seria então marcado.

Todas as plântulas encontradas nas parcelas de 0,25m² foram marcadas com auxílio de hastes de metal com etiquetas numeradas protegidas por plástico auto-adesivo transparente. Em cada avaliação todas as plântulas presentes eram registradas, anotando-se as sobreviventes, as mortas e as novas plântulas recrutadas. Para cada plântula eram tomadas medidas de altura, da base até o meristema apical e número de folhas. Foram consideradas como plântulas recrutadas em cada uma das avaliações as plântulas novas, oriundas de sementes que germinaram após a avaliação imediatamente anterior.



Figura 5: Plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* sendo marcadas em parcela sob a copa de indivíduos adultos da espécie na Praia da Joaquina, SC.

4.5.2 Caracterização do sítio de ocorrência na mancha de *Dalbergia ecastophyllum*

Como ferramentas para avaliação do sítio de desenvolvimento das plântulas foram utilizadas medidas tomadas por Zoche-de-Souza, em Janeiro de 2011 (dados não publicados). Para cada uma das 60 parcelas fixas amostradas nos Sítios Frontal e Interior foi registrada a altura máxima atingida pelos ramos de *D. ecastophyllum* e a porcentagem de cobertura da espécie. Esta avaliação foi feita através de estimativa visual utilizando-se intervalos de classe conforme metodologia proposta por Assunção e Nascimento (2000).

A mancha de *D. ecastophyllum* também foi avaliada quanto à abundância de sementes no solo. Em outubro de 2011, sob a copa de *D. ecastophyllum*, foram demarcados 15 quadrados de 0,25m² no Sítio Frontal e outros 15 no Sítio Interior. Todo o material, composto basicamente por folhiço oriundo quase que exclusivamente da espécie, foi recolhido e identificado separadamente por unidade de área e sítio. Posteriormente, em laboratório, esse material foi triado, separando-se os frutos de *D. ecastophyllum* aparentemente saudáveis, ou seja, que não apresentavam sinais de decomposição, que foram então contados.

4.5.3 Análise estatística dos dados

Devido à natureza dos dados foram aplicadas análises não paramétricas, sendo as medianas utilizadas como medidas de tendência central. Aplicou-se o teste de Mann-Whitney para verificar se a densidade, número de folhas e altura de plântulas eram similares entre os dois sítios amostrados. Para avaliar-se a existência de relação entre densidade de plântulas e altura das plantas adultas de *D. ecastophyllum* foi utilizado o teste de correlação de Spearman. As análises foram realizados utilizando-se o software STATISTICA 7 (Statsoft 2004).

5 RESULTADOS

5.1 EFEITO DO SOTERRAMENTO NA GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Sob todos os níveis de soterramento as plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* foram capazes de germinar e emergir, tanto nos experimentos conduzidos em campo quanto em casa de vegetação (Tabela 1 e 3). Em campo sementes foram capazes de germinar e produzir plântulas sob soterramento de 10cm, sendo que a germinação total foi significativamente maior para as sementes que estavam soterradas a 10cm do que para aquelas que foram mantidas na superfície (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito de soterramento em campo na germinação de sementes e emergência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum*. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas, $p \leq 0,01$.

Soterramento (cm)	Média \pm desvio padrão % absoluta	
	Emergência de plântulas	Germinação total
0	•	42,4 \pm 19,3 a
10,0	16,0 \pm 12,0	79,2 \pm 11,1 b
Análise entre linhas		t=-3,69; p=0,00

Dentre as sementes que não germinaram, as porcentagens de sementes viáveis e não viáveis a 0cm não diferiram estatisticamente entre si. Já a 10cm foram encontradas diferenças significativas entre as porcentagens das viáveis e não viáveis, sendo que a maioria das sementes que não germinou permaneceu viável nesta profundidade (Tabela 2).

Tabela 2: Efeito de soterramento em campo na viabilidade de sementes de *Dalbergia ecastophyllum* que não germinaram. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas e letras maiúsculas entre colunas, em nível menor ou igual a 5% de probabilidade. O teste t foi realizado para se comparar dados com variâncias homocedásticas e o teste U quando isto não ocorria.

Soterramento (cm)	Média ± desvio padrão % absoluta				
	Viáveis que não germinaram	Inviáveis	Análise entre colunas	Predadas	Total
0	28,8 ± 14,3 aA	27,0±19,9 aA	t=0,15; p=0,06	2,0 ±2,0	57,6±19,3 a
10,0	17,6 ±12,8 aA	3,0±3,4 bB	U=2,5; p=0,02	0,0	20,8±11,1 b
Análise entre linhas	t=1,31; p=0,11	U=4,00; p=0,03			t=3,69; p=0,00

Houve diferenças estatisticamente significativas na germinação de sementes soterradas em laboratório, entre as profundidades de 0cm e 5 cm, 0cm e 10cm, e entre 2cm e 5cm. Nota-se que ocorreu um aumento da porcentagem de germinação nos tratamentos de soterramento em comparação com a germinação na superfície do solo (Tabela 3). Quanto à emergência de plântulas, nota-se uma tendência para maior emergência em menores profundidades, apesar de não ter sido observada diferença significativa.

Tabela 3: Efeito do soterramento na germinação de sementes e emergência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* em casa de vegetação. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas em nível de 5% de probabilidade.

Soterramento (cm)	Média(%) ± desvio padrão	
	Emergência de plântulas	Germinação total
0	•	3,0±4,0 a
2,0	11,0±13,0	35,0±41,0 ab
5,0	3,0±6,0	81,0±7,0 c
10,0	1,0±2,0	79,0±9,0 bc
Análise entre linhas	H _{2,12} =1,05; p =0,59 H _{3,16} = 9,70; p= 0,02	

Após o término do experimento nota-se que parte das sementes que não germinaram mantiveram-se viáveis. A porcentagem de sementes viáveis e não viáveis foi igual em todas as profundidades, exceto na de 0cm, onde a porcentagem de sementes que se mantiveram viáveis foi maior (Tabela 4).

Observa-se, por fim, diferenças significativas entre tratamentos quanto à porcentagem de sementes que permaneceram viáveis, refletindo em parte as diferenças ocorridas nas porcentagens de germinação e na perda de viabilidade nos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4: Efeito do soterramento em casa de vegetação na viabilidade de sementes não germinadas de *Dalbergia ecastophyllum*. Letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre linhas e letras maiúsculas entre colunas em nível de 5% de probabilidade.

Soterramento (cm)	Média (%) ± desvio padrão				
	Viáveis que não germinaram	Inviáveis	Análise entre colunas	Predadas	TOTAL
0	85,0±6,0 aA	10,0±5,0 abB	U=0,0; Z=2,31; p=0,01	2,0±2,0	97,0±4 a
2,0	49,0±41,0 abA	16,0±3,0 aA	U=4,0; Z=1,15; p=0,12	0,0	65,0±41,0 ac
5,0	7,0±6,0 bA	12,0±3,0 abA	U=3,5; Z=1,30; p=0,10	0,0	19,0±7,0 b
10,0	15,0±11,0 bA	6,0±2,0 bA	U=4,0; Z=1,15; p=0,12	0,0	21,0±0,09 bc
Análise entre linhas	H _{3,16} = 9,08; p=0,03	H _{3,16} = 8,49; p=0,04			H _{3,16} = 9,85; p=0,02

Sementes com sinais de predação foram encontradas tanto nos experimentos realizados em campo como em casa de vegetação e apenas nos tratamentos sem soterramento (0cm), com baixíssima ocorrência (Tabelas 2 e 4).

A altura que as plântulas atingiram após germinar é apresentada na Tabela 5. Não há registro de altura para as plântulas que germinaram a 0 cm na casa de vegetação pois estas emitiram apenas radícula. Para as demais, a medida apresentada é o comprimento a partir do meristema apical até a base de inserção da raiz, não havendo distinção da porção soterrada e da porção que ultrapassa o soterramento. Para o experimento de campo observou-se alturas significativamente maiores para as plântulas soterradas a 10cm em relação às não soterradas. No experimento em casa de vegetação não foi observada diferença entre as alturas. A Figura 2 mostra a plântula que ultrapassou o soterramento a 10cm em casa de vegetação.

Tabela 5: Altura média, desvio padrão, valores mínimos e máximos de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* oriundas de sementes submetidas aos tratamentos de soterramento em Casa de Vegetação e em Campo. Os valores de altura apresentados correspondem à altura total das plântulas, tanto da porção soterrada quanto da porção que ultrapassou o soterramento, quando foi o caso.

Soterramento (cm)	Altura das plântulas (cm) Média ± Desvio padrão	Min-Max
<i>Casa de Vegetação</i>		
0	•	•
2,0	3,41±2,65 (n=21)	0,4 – 9,1
5,0	2,53±1,28 (n=68)	0,3 – 8,1
10,0	2,36±1,58 (n=67)	0,3 – 10,8
Análise entre linhas	H= 2,08; p= 0,35	
<i>Campo</i>		
0	5,22±3,24 (n=23)	1,1 – 13,3
10	7,04±4,34 (n=84)	0,2 – 21,1
Análise entre linhas	t= 1,87; p=0,03	



Figura 6: Plântula de *Dalbergia ecastophyllum* emergindo do experimento com soterramento a 10cm em casa de vegetação.

5.2 AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLÂNTULAS, RECRUTAMENTO E SOBREVIVÊNCIA

Entre dezembro de 2010 a janeiro de 2012 foi registrado e acompanhado um total de 884 plântulas nas parcelas fixas sob a copa de *D. ecastophyllum*. Deste total, 38 pertenciam ao Sítio Frontal e 846 ao Sítio Interior (Tabela 6). Nas parcelas avaliadas distando um metro da borda do adensamento da espécie, nenhuma plântula foi encontrada.

Tabela 6: Número total de plântulas recrutadas ao longo do período de acompanhamento, em parcelas permanentes de 0,25m², sob a copa do adensamento formado por *Dalbergia ecastophyllum* no Sítio Frontal (voltado para o mar, n_{total}=30), no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, n_{total}=30) e totais. Duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Número de plântulas	Avaliações				
	2010	2011			2012
	Dezembro	Março	Julho	Outubro	Janeiro
Sítio Frontal					
Plântulas vivas (Nº)	5	36	31	23	8
Plântulas Recrutadas (Nº)	-	31	0	2	0
Plântulas Mortas (Nº)	-	0	5	10	15
Plântulas Sobreviventes (Nº)	-	5	31	21	8
Sítio Interior					
Plântulas vivas (Nº)	26	379	336	276	260
Plântulas Recrutadas (Nº)	-	358	224	83	155
Plântulas Mortas (Nº)	-	5	267	143	171
Plântulas Sobreviventes (Nº)	-	21	112	193	105
Total					
Plântulas vivas (Nº)	31	415	367	299	268
Plântulas Recrutadas (Nº)	-	389	224	85	155
Plântulas Mortas (Nº e %)	-	5 (16,1%)	272 (65,5%)	153 (41,7%)	186 (62,2%)
Plântulas Sobreviventes (Nº e %)	-	26 (83,9%)	143 (34,5%)	214 (58,3%)	113 (37,8%)

Houve recrutamento ao longo de todo o período monitorado, com maior intensidade no período de Dezembro a Março, concentrando 44% das plântulas que recrutaram durante todo o período de avaliação. De Março a Julho ocorreram 25% dos registros. De Julho a Outubro houve um recrutamento equivalente a 9,4%, que voltou a aumentar no período de Outubro a Janeiro (17,5%).

Assim como o recrutamento, houve mortalidade de plântulas ao longo de todo o período. As maiores mortalidades em relação ao número de plântulas vivas na avaliação anterior foram observadas no período Março a Julho e de Outubro a Janeiro (Tabela 6), sendo alta também a mortalidade no período Julho/Outubro. As maiores taxas de sobrevivência foram encontradas de Dezembro a Março e Julho a Outubro.

O total de plântulas recrutadas por 0,25 m², de dezembro de 2010 a janeiro de 2012, diferiu entre os dois sítios (U= 127,0; p<0,001) sendo maior no Sítio Interior (Mediana= 11 plant./0,25m²) do que no Sítio Frontal (Mediana= 0 plant./0,25m) (Figura 3). A Tabela 7 mostra o número de quadrados onde nenhum recrutamento foi observado neste período, sendo que a maior parte deles no Sítio Frontal.

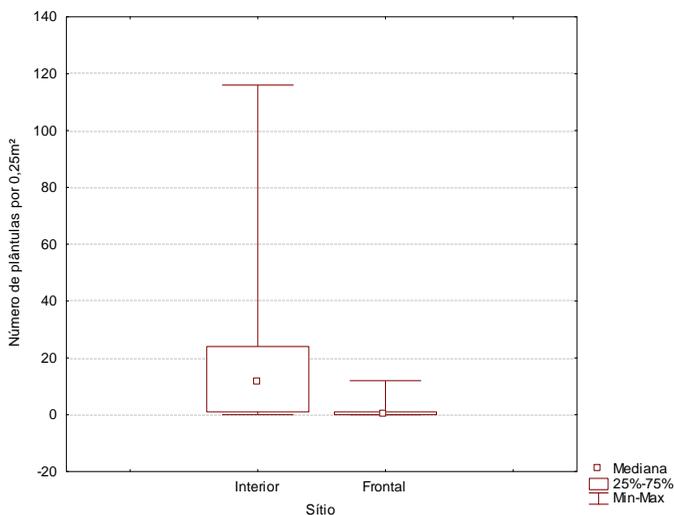


Figura 7: Número de plântulas recrutadas de dezembro de 2010 a janeiro de 2012 por 0,25m² sob a copa do adensamento formado por *Dalbergia ecastophyllum* no Sítio Frontal (voltado para o mar, n_{total}=30) e no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, n_{total}=30) da duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Tabela 7: Relação de parcelas nos Sítios Interior (n_{total}=30) e Frontal (n_{total}=30) onde não foi registrado o recrutamento de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* de dezembro de 2010 a janeiro de 2012. Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Sítio	Número de parcelas sem plântulas de dez/10 a jan/12
Interior	4
Frontal	21
Geral	25

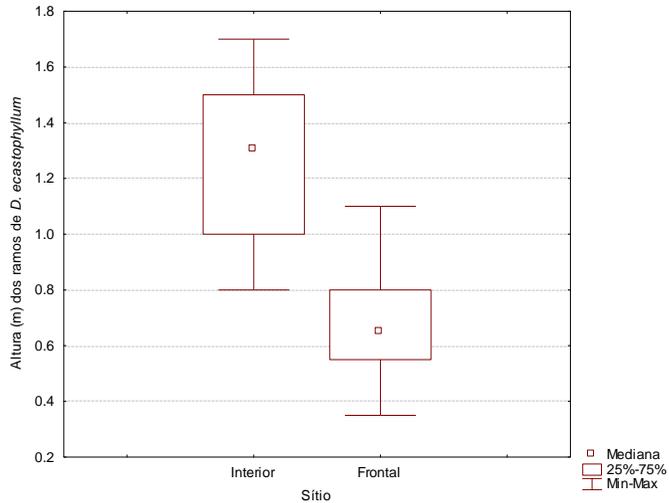


Figura 8: Altura (m) máxima dos ramos de *Dalbergia ecastophyllum* em janeiro de 2011, no adensamento formado pela espécie no Sítio Frontal (voltado para o mar, $n_{\text{total}}=30$) e no Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, $n_{\text{total}}=30$) da duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Foi encontrada uma relação positiva entre o total de plântulas recrutadas com a altura dos ramos dos indivíduos do adensamento de *D. ecastophyllum* ($r= 0,47$; $p=0,00$) (Figura 5) o que não ocorreu em relação à cobertura da espécie ($r=0,23$, $p=0,08$).

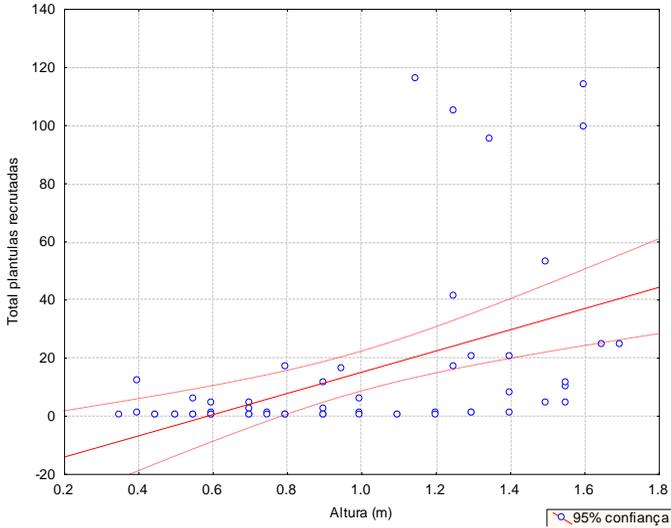


Figura 9: Relação entre o número de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* estabelecidas de dezembro de 2012 e janeiro de 2012 por 0,25 m² e a altura (m) dos ramos no adensamento formado pela espécie na duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis,SC. Coeficiente de Spearman significativo ($r = 0,47$; $p < 0,001$).

Ainda quanto ao sítio de estabelecimento das plântulas não se encontrou diferença significativa entre a densidade de sementes no solo no Sítio Frontal e Interior do adensamento de *D. ecastophyllum* (Figura 6). Apesar da mediana para o número de sementes por 0,25m² ser 10 vezes maior no Sítio Interior (Mediana_{Interior}= 58; Mediana_{Frontal}= 5), há grande variação de densidade dentro de cada zona. O número máximo de sementes por área no Sítio Interior representa quase o dobro do número máximo de sementes encontrado no Sítio Frontal, porém não foi observada diferença significativa no aporte de sementes entre o Sítio Frontal e o Interior ($U = 78,0$; $p = 0,15$).

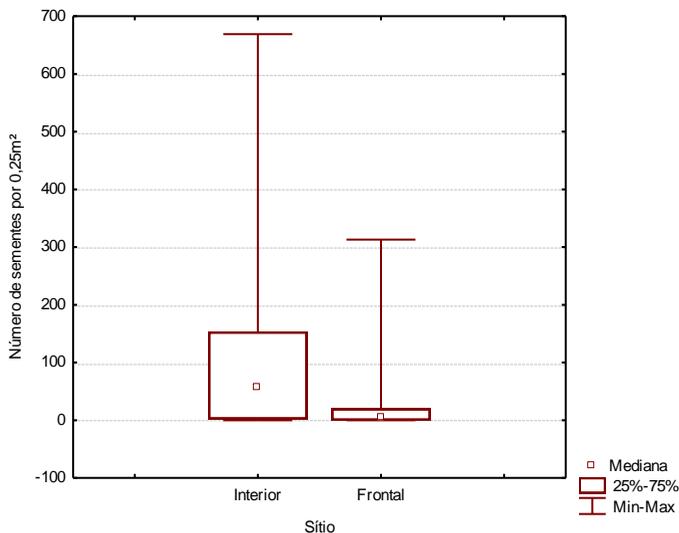


Figura 10: Número de sementes de *Dalbergia ecastophyllum* por 0,25m² coletadas no folhíço do Sítio Interior (voltado para o interior do sistema de dunas, $n_{total}=15$) e no Sítio Frontal (voltado para o mar, $n_{total}=15$), sob a copa do adensamento formado pela espécie na duna frontal da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Do total de 884 plântulas registradas de Dezembro de 2010 a Janeiro de 2012, 268 (30%) estão vivas em Janeiro de 2012, sendo 113 (12,7%) sobreviventes de coortes anteriores. Os dados de altura e o número de folhas das plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* sobreviventes ao final do período de acompanhamento são apresentados na Tabela 8, separadamente por coorte. As plântulas mais antigas, com cerca de um ano e um mês de desenvolvimento, atingiram uma altura máxima de 26cm e 12 folhas neste período.

Tabela 8: Altura (cm) das plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* encontradas sob a copa do adensamento formado pela espécie, por coorte, ao final do período de acompanhamento entre os meses de dezembro de 2010 a janeiro de 2012, Praia da Joaquina, SC.

	Coorte dezembro/10 (n=4)	Coorte março/11 (n=31)	Coorte julho/11 (n=63)	Coorte outubro/11 (n=13)	Coorte Janeiro/12 (n=155)
<i>Altura (cm)</i>					
Média	16,55	13,7	13,93	12,22	11,39
Max	26,30	24,60	21,00	22,20	19,30
Min	9,40	5,90	3,00	6,00	4,90
<i>Nº de folhas por plântulas</i>					
Média	7,25	2,68	1,95	1,85	2,08
Max	12,00	8,00	5,00	4,00	5,00
Min	3,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Observações adicionais quanto à ocorrência de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* fora dos adensamentos da espécie foram feitos por meio de caminhamentos na duna frontal. Em um único episódio, foram encontradas plântulas de *D. ecastophyllum* fora das parcelas de avaliação. Estas foram marcadas, porém encontravam-se distantes do adensamento de indivíduos à margem de um caminho utilizado, através da praia, para acessar o complexo de dunas. Estas plântulas estavam em um aglomerado de material que se assemelhava a “lixo de maré” que muito provavelmente foi depositado ali pela equipe de limpeza da prefeitura da cidade, que retira esse tipo de material da praia e o deposita nas dunas frontais. Estas plântulas foram marcadas e medidas, porém por estarem em uma zona de maior trânsito de pessoas e mobilidade do substrato não sobreviveram, pois foram pisoteadas e soterradas pelo movimento da areia.

6 DISCUSSÃO

6.1 EFEITO DO SOTERRAMENTO NA GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Para *D. ecastophyllum* a presença de soterramento atuou de forma a aumentar a porcentagem de germinação tanto em experimento conduzido em campo quanto em casa de vegetação. Isto difere ao encontrado por muitos autores para outras espécies (Zhang e Maun 1990a; Martínez *et al.* 1992; Chen e Maun 1999), onde as menores porcentagens de germinação ocorrem nas maiores profundidades de soterramento. Esta resposta positiva encontrada para *Dalbergia ecastophyllum* pode ser relacionada ao fato de que, sob soterramento, as condições de umidade tornam-se mais estáveis, tal como sugerido por Maun (2004), que observou uma menor porcentagem de germinação de sementes de *Panicum virgatum* na superfície, assim como nas menores profundidades de soterramento testadas. Maun e Lapierre (1986) também observaram menores porcentagens de germinação na superfície e em pequenas profundidades de soterramento para três de quatro espécies estudadas e o mesmo foi encontrado por Zhang e Maun (1990b). Pequenos soterramentos para uma dada espécie podem não causar estresse sendo na verdade benéficos ao provocar nas plantas uma resposta positiva, aumentando a porcentagem de germinação. Mas, a partir de um determinado nível de soterramento, específico para cada espécie, este pode se tornar um fator de estresse efetivo, inibindo a germinação (Maun 2004; Cordazzo 2007), o que não ocorreu para *D. ecastophyllum* na profundidade de até 10cm testada neste experimento.

Quanto à capacidade das plântulas emergirem ao soterramento, apesar desta ter maiores valores nas menores profundidades, as diferenças não foram significativas no experimento em casa de vegetação. O experimento em campo, no entanto, mostra que 16% das plântulas são capazes de emergir de 10cm de soterramento, sendo que estas apresentaram maior tamanho do que as não soterradas. Este maior tamanho poderia ser resultado de um processo de estiolamento sofrido pelas plântulas que, sob soterramento, encontravam-se na ausência de luz até atingirem a superfície (Maun 2004).

Seguindo a fórmula proposta por Bond *et al.* (1999) para a predição da profundidade máxima de soterramento que uma semente poderia ultrapassar de acordo com a sua massa, as sementes de *D.*

ecastophyllum seriam capazes de emergir de um soterramento de no máximo 18,47cm. Os dados obtidos neste trabalho demonstram que a espécie tem capacidade para ultrapassar um soterramento de 10cm de areia, máximo avaliado no presente estudo, com um sucesso de 16% em campo. Isto sugere que ultrapassar 18,47cm seria improvável, o que não exclui a necessidade de testar-se esta hipótese. Além disso, deve ser lembrado que para este cálculo foi utilizado um coeficiente obtido para um grupo de espécies que não compartilham do mesmo ambiente e do mesmo formato de sementes da espécie em estudo.

O fato de sementes com sinais de predação terem sido encontradas apenas na superfície (0cm), tanto no campo quanto na casa de vegetação, sugere que o soterramento pode atuar como forma de proteção quanto à perda de sementes para predadores, conforme comenta Maun (1994). Por terem sido encontradas sementes predadas nos dois locais de realização dos experimentos, é possível que tal tipo de predador oviponha nas sementes enquanto estas ainda estão presas na planta mãe e que tais ovos só completem seu desenvolvimento tempos depois. Assim, as sementes que foram submetidas aos tratamentos de soterramento também poderiam conter ovos que, no entanto, não foram capazes de continuar seu desenvolvimento sob as condições geradas pelo soterramento, não prejudicando a viabilidade das sementes.

Não foi possível detectar relação entre maior profundidade e maior mortalidade de sementes, tal como foi relatado por Chen e Maun (1999). Em casa de vegetação os dados sugerem menor perda de viabilidade para as sementes sem soterramento, porém no campo o inverso foi observado. As sementes de *D. ecastophyllum* que não germinaram e permaneceram viáveis na superfície e sob soterramento, sugerem que pode ocorrer a formação de um banco de sementes para a espécie. Isto poderia proporcionar tanto a recolonização de uma área após a ocasional perda dos indivíduos adultos, quanto a disponibilidade de um reservatório de sementes para dispersão durante um episódio de remoção do substrato da duna frontal causado pelo efeito de uma eventual elevação da maré combinada com a ação de fortes ventos (ressaca). A maioria das espécies em dunas possui um banco de sementes transitório, onde a quantidade de sementes que persistem de um ano para o outro não é significativa (Maun 2004). No caso de *D. ecastophyllum* espera-se encontrar sementes no solo ao longo de todo o ano, uma vez que as sementes permaneceram viáveis em campo por pelo menos nove meses (julho/2011 a maio/2012), tempo de duração do experimento de soterramento, havendo registros de plantas em frutificação nos meses de dezembro, de fevereiro a julho (Guimarães

2006), de maio a setembro (Castellani *et al.* 1999), com alta intensidade de maio a julho e novembro a dezembro (Galitzki, dados não publicados).

6.2 AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLÂNTULAS, RECRUTAMENTO E SOBREVIVÊNCIA

Neste estudo os únicos locais avaliados onde a presença de plântulas de *Dalbergia ecastophyllum* foi registrada foram exclusivamente sob a copa de indivíduos adultos. Segundo Francis (2004), a presença de plântulas de *D. ecastophyllum* estabelecidas de forma natural é comum nas proximidades de indivíduos adultos. Sabe-se que arbustos podem favorecer o estabelecimento de outras espécies sob suas copas por fornecerem condições mais amenas em ambientes de duna (Martínez 2003). Sugerimos que esta facilitação possa também ocorrer entre arbusto e plântulas de uma mesma espécie, como parece ser o caso com *D. ecastophyllum*. Observa-se em campo que, devido ao hábito da espécie e desta estar densamente agrupada, grande parte da produção de sementes fica depositada sob suas copas, juntamente com a serrapilheira, sendo apenas uma pequena parcela dispersa. A serrapilheira em ambientes de restinga tem o potencial de melhorar as condições edáficas ao proporcionar o aumento do armazenamento de água e nutrientes, regulação do pH, e aumento da capacidade de troca catiônica (Moraes *et al.* 1999; Pires *et al.* 2006), o que pode atuar de forma importante para a germinação e desenvolvimento das plântulas.

Levando em conta que *Dalbergia ecastophyllum* é uma espécie que apresenta grande capacidade para expansão vegetativa (Zocche-de-Souza 2010), pode-se afirmar que se assemelha às espécies clonais no que diz respeito às características para expansão e colonização de novas áreas. *Dalbergia ecastophyllum* mostrou capacidade para recrutar sob seu próprio adensamento o que, mesmo que em baixas densidades, nos leva a concluir que ela se encaixa em um padrão de recrutamento contínuo (RSR). Este tipo de padrão pode levar a uma maior diversidade genética dentro da população (Soane e Watkinson 1979), dependendo do tipo de sistema reprodutivo da espécie. A maioria das espécies clonais, no entanto, apresenta o padrão de IRS (Erikson 1989), tal como sugerido para *Ipomoea pes-caprae*, espécie colonizadora de dunas, que mostra maior taxa de crescimento de plântulas em situações de recrutamento

inicial após perturbações que removem os “genetas” (Castellani e Santos, 2006).

Apesar do recrutamento de novos indivíduos de *Dalbergia ecastophyllum* ter sido registrado durante todo o período de acompanhamento, este se deu de forma mais concentrada no verão, período com maiores temperaturas e pluviosidades. De Julho a Outubro, período com as menores temperaturas, ocorreu a menor taxa de recrutamento. Este padrão difere do encontrado por Castellani *et al.* (1999) em um estudo realizado com diversas espécies no mesmo local, onde foi registrada a ocorrência de maior quantidade de episódios de germinação no outono e inverno. Tais períodos teriam temperaturas mais amenas, porém ainda favoráveis ao estabelecimento das plântulas, padrão sugerido em estudos com espécies de dunas em regiões temperadas (Ernst 1985). O fato de recrutamento da espécie ocorrer ao longo de todo o ano pode refletir a presença de sementes disponíveis no solo e a constante entrada de novas sementes na população ao longo do ano, como discutido acima.

As maiores mortalidades de plântulas foram observadas no período Março/Julho e entre Outubro/Janeiro (66% e 63% respectivamente). Nestes períodos ocorreram os meses onde foram registradas as menores pluviosidades, abril com 52,7mm e novembro com 69,3mm, e que tiveram temperaturas médias em torno de 21°C. Os riscos na fase de emergência e estabelecimento de plântulas são muito elevados, principalmente na duna frontal (Maun 1994), sendo os períodos iniciais os que concentram maiores mortalidades (Harper 1977). A baixa umidade é um dos fatores que prejudica tanto o recrutamento quanto a sobrevivência, (Jong & Klinkhamer 1988; Maun 1994; Huang & Gutterman 1998; Castellani *et al.* 2001), o que poderia explicar as maiores taxas nestes períodos. Apesar da intensa mortalidade registrada, os dados sugerem um aumento no número de novas plântulas sob o adensamento de *Dalbergia ecastophyllum* no período monitorado.

Não foi encontrada diferença no total de sementes por área de acordo com o sítio (Frontal ou Interior) de desenvolvimento das plântulas, o que pode ter sido gerado por um baixo número de amostras e/ou pela grande variação nos dados. Apesar disso, foi observada uma grande diferença no recrutamento de plântulas de acordo com o sítio. Praticamente 96% do total de plântulas recrutadas de dezembro de 2010 a janeiro de 2012 pertenciam ao Sítio Interior. Sabe-se que a intensidade do vento e do spray salino diminuem em trechos mais distantes ao mar (Cordazzo *et al.* 2006; Lane *et al.* 2008) e, desta forma, é possível que este recrutamento diferencial tenha sido resultado do atenuamento de

tais fatores abióticos. Outro ponto importante neste gradiente ambiental é que os ramos de *Dalbergia ecastophyllum* mostraram-se mais desenvolvidos no Sítio Interior e isto esteve relacionado com o maior recrutamento de plântulas da espécie. De acordo com Cordazzo *et al.* (2006) e Lane *et al.* (2008) a umidade no solo, nutrientes e quantidade de matéria orgânica tendem a aumentar com a distância da linha do mar, sendo em parte derivado do maior desenvolvimento da vegetação.

O maior recrutamento de plântulas ocorreu onde a altura das plantas adultas é maior. Devido ao hábito da espécie, os ramos novos que se desenvolvem crescem se apoiando nos antigos, resultando em um arbusto densamente complexo. Desta forma, quanto maior a altura dos indivíduos adultos, maior o número e tamanho dos ramos o que, possivelmente fornecem um ambiente mais abrigado e propício para a germinação. Além disso, devemos considerar a possibilidade de que tanto a altura dos ramos quanto a maior quantidade de plântulas recrutando neste sítio interior de dunas esteja refletindo as condições mais protegidas deste Sítio.

Além de um menor número de plântulas recrutando no Sítio Frontal, o número de quadrados/unidades amostrais que permaneceram sem nenhum registro de recrutamento de plântulas de dezembro de 2010 a janeiro de 2012 foi maior neste sítio. Isto reforça a idéia de menor sucesso do estabelecimento desta espécie no Sítio Frontal do que no Sítio Interior. Estes dados indicam que a expansão de *Dalbergia ecastophyllum* por reprodução sexuada está ocorrendo no sentido de áreas mais protegidas. Zocche-de-Souza (2010) mostra que a expansão vegetativa de *D. ecastophyllum* também é maior em direção a áreas mais protegidas de dunas; em um ano 80% das áreas adjacentes monitoradas foram ocupadas pela espécie no Sítio Interior enquanto que no Sítio Frontal apenas 27% foram ocupadas. Outro estudo sobre expansão populacional de arbusto de duna, *Empetrum nigrum* (Empetraceae), demonstra que os indivíduos se estabelecem inicialmente em depressões, com recrutamento de novos indivíduos em seu entorno, aumentando a agregação da população (Boudreau *et al.* 2010).

Como esperado, o maior registro de altura e número de folhas foi encontrado para a coorte mais antiga, com maior tempo de desenvolvimento, assim como o maior número de folhas por plântula. Francis (2004) relata que um pequeno grupo de plântulas de *D. ecastophyllum* atingiu cerca de 15cm em cinco meses, sendo o crescimento nas fases iniciais lento, porém constante. Em campo, as plântulas acompanhadas atingiram uma altura média de 14cm aos 6 meses e 17cm com treze meses, com média 7 folhas.

Sugere-se que a espécie, após colonização inicial do ambiente, tenha maior probabilidade de recrutar novos indivíduos com sucesso no sítio mais protegido, voltado para o interior da duna. Sugere-se que ocorra um tipo de *self nursing*, com a própria espécie fornecendo sítios favoráveis ao estabelecimento de novos indivíduos, dado o maior número de plântulas encontradas neste sítio. A ausência de plântulas nas parcelas distando 1m da copa da espécie não exclui a possibilidade de *D. ecastophyllum* recrutar nesta situação. Em situações isoladas é possível observar indivíduos de pequeno porte, com copa não contínua ao grande adensamento presente na área. Estes indivíduos, ainda próximos ao adensamento, aparentemente recrutaram em depressões nas dunas, locais que oferecem certo abrigo do vento e maior umidade.

Dalbergia ecastophyllum mostra a capacidade de germinar e emergir de soterramentos típicos de áreas abertas. Porém, em campo, vêem-se poucas plântulas fora da cobertura de *D. ecastophyllum*, o que talvez possa ser explicado pela redução da germinação na superfície, provavelmente devido à dessecação, e/ou à limitação para vencer o soterramento em grandes profundidades. Riscos posteriores de soterramento estão também presentes nestas áreas, o que aumentaria a mortalidade. Outro fator que limitaria a ocorrência de plântulas fora da copa da espécie seria uma baixa dispersão das sementes. Apesar do fruto ser referido como anemocórico, a própria estrutura do adensamento de ramos dificulta a dispersão. Observa-se em campo que, devido ao hábito da espécie e desta estar densamente agrupada, grande parte da produção de sementes fica depositada sob suas copas, juntamente com a serrapilheira, sendo apenas uma pequena parcela dispersa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- *Dalbergia ecastophyllum* é capaz germinar e emergir pelo menos 10cm de soterramento.

- O soterramento aumentou a porcentagem de germinação de *Dalbergia ecastophyllum*, porém houve uma tendência a menor emergência das plântulas com o aumento da profundidade.

- As sementes são capazes de permanecerem viáveis por pelo menos nove meses em campo, tanto sob soterramento, quanto na superfície do solo potencializando a formação de um banco de sementes. Não foi observada relação entre a perda de viabilidade das sementes em relação à profundidade de soterramento.

- Foi observado recrutamento de plântulas apenas sob a copa de indivíduos já estabelecido de *D. ecastophyllum*, sugerindo uma facilitação intraespecífica (*self nursing*).

- A menor porcentagem de germinação na superfície e/ou a tendência para uma menor taxa de emergência nas maiores profundidades podem estar relacionadas à ausência de registro de plântulas em áreas abertas.

- O recrutamento da espécie é maior em sítios mais protegidos, isto é, voltados para o interior do sistema de dunas, onde também as plantas estabelecidas atingem maior desenvolvimento em altura. Tais observações sugerem uma expansão da espécie no sentido interior das dunas.

- O recrutamento da espécie ocorre ao longo de todo o ano, com maior intensidade no verão e menor no inverno.

- Maiores porcentagens de mortalidade foram observadas nos períodos que compreenderam os meses de menores pluviosidades.

REFERÊNCIAS

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 Brasílica**, Feira de Santana, v. 14, n. 3, p. 301-315, 2000.

AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, T. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Editora do Instituto de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá, 2007. 364 p.

BOND, W. J.; HONIG, M.; MAZE, K. E. Seed size and seedling emergence: an allometric relationship and some ecological implications. **Oecologia**, Marburg, v. 120, p. 132-136, 1999.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395 p.

BRESOLIN, A.. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v. 10, p. 1-54, 1979.

BOUDEAU, S.; ROPARS, P.; HARPER, K. A. Population dynamics of *Empetrum hermaphroditum* (Ericaceae) on a subarctic sand dune: evidence of rapid colonization through efficient sexual reproduction. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 97, n. 5, p. 770-781, 2010.

CAMARGO, R. A. **A tribo Dalbergieae (Leguminosae-Faboideae) no estado de Santa Catarina, Brasil**. 2005. 140 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

CARVALHO, A. M. A synopsis of the genus *Dalbergia* (Fabaceae: Dalbergieae) in Brazil. **Brittonia**, New York, v. 49, n. 1, p. 87-109, 1997.

CASTELLANI, T. T. **Estrutura e dinâmica populacional de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Brown (Convolvulaceae) na Ilha de Santa**

Catarina. 2003. 206 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

CASTELLANI, T. T.; SANTOS, F. A. M. Abundância de ramos reprodutivos e produção de sementes em populações de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 19, n. 2, p. 251-264, 2005.

CASTELLANI, T. T.; SANTOS, F. A. M. Abundância, sobrevivência e crescimento de plântulas de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae) na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n. 4, p. 875-885, 2006.

CASTELLANI, T. T.; CAUS, C. A.; VIEIRA, S. Fenologia de uma comunidade de duna frontal no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 13, p. 1, p. 99-114, 1999.

CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. DE S. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth: demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 123-134, 2001.

CECCA (Centro de Estudos Cultura e Cidadania). **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina:** caracterização e legislação. Florianópolis: Editora Insular, 1997. 160 p.

CHEN, H.; MAUN, M. A. Effects of sand burial depth on seed germination and seedling emergence of *Cirsium pitcheri*. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 140, p. 43-60, 1999.

CORDAZZO, C. V. Effects of salinity and sand burial on germination and establishment of *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears (Amaranthaceae) on backshore of southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 94-100, 2007.

CORDAZZO, C. V.; SEELIGER, U. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 75, p. 169-173, 1988.

CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. **Guia Ilustrado** – Plantas das dunas da costa sudoeste atlântica. Pelotas: USEB, 2006. 107 p.

ERIKSSON, O. Seedling dynamics and life histories in clonal plants. **Oikos**, Ghent, v. 55, p. 231-238, 1989.

ERNST, W. H. O. Some considerations of and perspectives in coastal ecology. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 62, n. 1/3, p. 533-545, 1985.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 28, p. 1-30, 1999.

FERREIRA, R. A.; GUIMARÃES, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R.; TONETTI, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas e avaliação da viabilidade da semente de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth., Fabaceae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 108-115, 2001.

FRANCIS, J. K. **Wildland shrubs of the United States and its territories**: thamnisc descriptions. International Institute of Tropical Forestry: United States Department of Agriculture, Forest Service. 2004. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Dalbergia%20castaphylla.pdf>>. Acesso em: 15 março 2010.

GUIMARÃES, T. B. **Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. Bangor: Univ. Coll. N. Wales, 1977. 900 pp.

HARRIS, D.; DAVY, A. J. Carbon and nutrient allocation in *Elymus farctus* seedlings after burial with sand. **Annals of Botany**, Oxford, v. 61, p. 147-157, 1988

HESP, P. A. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. **Journal of Arid Environments**, Chubut, v. 21, p. 165-191, 1991.

HUANG, Z.; GUTTERMAN, Y. *Artemisia monosperma* achene germination in sand: effects of sand depth, sand/water content, cyanobacterial sand crust and temperature. **Journal of Arid Environments**, Chubut, v. 38, p. 27-43, 1998.

JONG, T. J.; KLINKHAMER, P. G. L. Seedling establishment of the biennials *Cirsium vulgare* and *Cynoglossum officinale* in a sand-dune area: the importance of water for differential survival and growth. **Journal of Ecology**, London, v. 76, n. 2, p. 393-402, 1988.

KNEVEL, I. C.; LUBKE, R. A. Reproductive phenology of *Scaevola plumieri*; a key colonizer of the coastal foredunes of South Africa. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 175, p. 137-145, 2004.

LANE, C.; WRIGHT, S. J.; RONCAL, J.; MASCHINSKI, J. Characterizing environmental gradients and their influence on vegetation zonation in a subtropical coastal sand dune system. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, v. 24, n. 4C, p. 213-224, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

MARTÍNEZ, M. L. Facilitation of seedling establishment by an endemic shrub in tropical coastal sand dunes. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 168, p. 333-345, 2003.

MARTÍNEZ, M. L.; MORENO-CASASOLA, P. Effects of burial by sand on seedling growth and survival in six tropical sand dune species from the Gulf of Mexico. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, v. 12, n. 2, p. 406-419, 1996.

MARTÍNEZ, M. L.; VALVERDE, T.; MORENO-CASASOLA, P. Germination response to temperature, salinity, light and depth of sowing of ten tropical dune species. **Oecologia**, Heidelberg, v. 92, p. 343-353, 1992.

MAUN, M. A. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 111, p. 59-70, 1994.

MAUN, M. A. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. **Canadian Journal of Botany**, Ontario, v. 76, p. 713-738, 1998.

MAUN, M. A. Burial of plants as a selective force in sand dunes. In: MARTINEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Eds.) **Ecological Studies 171**. Berlin: Springer-Verlag, 2004. p. 67-84.

MAUN, M. A.; LAPIERRE, J. Effects of burial by sand on seed germination and seedling emergence of four dune species. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 73, n. 3, p. 450-455, 1986.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-16, 1999.

OOSTING, H. J.; BILLINGS, W. D. Factors effecting vegetation zonation on coastal dunes. **Ecology**, New York, v. 23, p. 131-142, 1942.

PIRES, L. A.; BRITTEZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.

SILVA, S. M.; BRITTEZ, R. M. A vegetação da planície costeira. In MARQUES, M. C. M.; BRITTEZ, R. M. (Eds.) **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora UFPR, 2005. p. 49-84.

SOANE, I. D.; WATKINSON, A. R. Clonal variation in populations of *Ranunculus repens*. **The New Phytologist**, New York, v. 82, p. 557-573, 1979.

STATSOFT. **Statistica** (data analysis software system): versão 7.0. 2004.

TEIXEIRA, M. B.; COURA NETO, A. B. Vegetação. In: TEIXEIRA, M. B.; COURA NETO, A. B.; PASTORI, U. & RANGEL FILHO, A. L.

R. **Levantamento de recursos naturais**, 33. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. p. 541-632.

VIVIANE, D.; RANDI, A.M. Effects of pH, temperature and light intensity on spore germination and growth analysis of young sporophytes of *Polypodium lepidopteris* (Pteridophyta, Polypodiaceae). **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 751-760, 2008.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4 ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc. 1999. 662 p.

ZHANG, J.; MAUN, M. A. Effects of sand burial on seed germination, seedling emergence, survival and growth of *Agropyron psammophilum*. **Canadian Journal of Botany**, Ontario, v. 68, p. 304-310, 1990b.

ZHANG, J.; MAUN, M. A. Sand burial effects on seed germination, seedling emergence and establishment of *Panicum virgatum*. **Holarctic Ecology**, Lund, v. 13, p. 56-61, 1990a.

ZOCHE-DE-SOUZA, P. **Dinâmica espaço-temporal de *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. em restinga no sul do Brasil**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.