



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

KAUANNA DOMINGUES CABRAL DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE GERMINATIVA EM *Sophora tomentosa* L.
SUBMETIDA A DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS.**

Prof. Dr. SILVIA APARECIDA MARTIM
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

KAUANNA DOMINGUES CABRAL DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE GERMINATIVA EM *Sophora tomentosa* L.
SUBMETIDA A DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dra. SILVIA APARECIDA MARTIM
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2014

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE GERMINATIVA EM *Sophora tomentosa* L.
SUBMETIDA A DIFERENTES POTENCIAIS OSMÓTICOS.**

KAUANNA DOMINGUES CABRAL DE ANDRADE

Monografia defendida em 27 de novembro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Silvia Aparecida Martim – UFRRJ
Orientadora

Prof. Dra. Denise Monte Braz – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Tiago Böer Breier – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus companheiros espirituais por toda força e amparo nos momentos difíceis dessa trajetória. Aos meus pais Márcia Valéria Domingues, Eduardo Cabral de Andrade, Cristiano Roberto Dias e Arlete Ramos Cardoso por todo apoio, incentivo e amor incondicional. Aos meus pequeninos Aninha e Dudu, por todos os sorrisos, beijos e abraços cheios de carinho. Aos meus preciosos Avós pelo exemplo de caráter e determinação. Gratidão ao meu companheiro amoroso e incansável Camilo Yunes Neto por toda paciência, serenidade e afeto dedicados a mim ao longo de minha formação intelectual e pessoal.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela graduação e por todo amadurecimento que conquistei ao longo desses cinco anos. A minha queridíssima Orientadora Silvia Aparecida Martim, por toda inspiração e conhecimento transmitido e por ter sido um ombro amigo inúmeras vezes. Agradeço a banca examinadora, Professor Tiago Böer e Professora Denise Braz, pelas sugestões e pela confiança. Gratidão ao Professor Joecildo Francisco Rocha pela atenção e por ter separado algumas horas do seu dia para contribuir com o trabalho. E a todos os mestres que de alguma forma plantaram uma semente de carinho, respeito e dedicação pela minha profissão.

A todos os meus amigos irmãos que ganhei de presente da Rural e aqueles que já se faziam presentes em minha vida. Em especial ao meu tripé Laís de Oliveira e Vitória Cabral, ao grande amigo Lucas Avellar e as lindas flores que enfeitavam a minha rotina Caterina Buratta e Fernanda Martins. Muito obrigada!

Agradeço a família TESM, por toda luz e conforto espiritual que recebi para chegar até aqui.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do estresse osmótico induzido por manitol, em sementes de *Sophora tomentosa* L. na presença e ausência de luz, com o intuito de averiguar a interferência do estresse na germinação das sementes. Trata-se de uma espécie leguminosa arbustiva, típica de dunas móveis e semifixas, conhecida popularmente como feijão-da-praia, feijão-bravo, cambuí-da-restinga, sófora e comandaíba. As sementes foram escarificadas mecanicamente com o uso de lixa nº 80 para superação da dormência tegumentar, e acomodadas em câmara de germinação à temperatura constante de 25°C, em presença (fotoperíodo de 12 horas) e ausência de luz. Utilizou-se dois métodos experimentais para a germinação das sementes: 1) uso de placas de petri e papel germitest e 2) uso de caixas gerbox e areia lavada estéril. Em função da elevada contaminação por fungos observada no método 1, este foi descartado, sendo adotado somente o método 2 nos próximos experimentos. Após a etapa de desinfestação das sementes com hipoclorito, as mesmas foram submetidas aos seguintes potenciais osmóticos: controle, T0 (0,0); T2 (-1,2); T3 (-2,4); T3 (-3,7) e T4 (-4,9) Mpa e foram realizadas as análises de: teste de germinação, extravasamento de eletrólitos, teores de açúcares redutores e testes histoquímicos para marcação de amido, lipídeos, compostos de parede celular e compostos fenólicos. Os resultados obtidos evidenciaram um padrão de resposta inversamente proporcional entre a porcentagem de germinação e os teores de açúcares redutores. As análises histoquímicas indicaram a presença de compostos fenólicos em áreas específicas e um espessamento da parede celular no potencial osmótico de -3,7 Mpa, sugerindo uma possível adaptação ao estresse osmótico imposto. Considerando-se a boa taxa de germinação e os demais resultados observados nos menores potenciais osmóticos concluiu-se que as sementes de *Sophora tomentosa* L apresentaram tolerância ao estresse a que foram submetidas.

Palavras-chave: Estresse osmótico, açúcares redutores, extravasamento de eletrólitos, restinga.

ABSTRACT

This following work aimed to assess the effect of induced osmotic stress on the *Sophora tomentosa* L seeds germination in the presence and absence of light. It is shrubby legumes specie, fixed dunes and semi fixed typical, popularly known as feijão-da-praia (bech beans), feijão-bravo (angry beans), cambuí-da-restinga, sófora e comandaíba. The seeds were mechanically scarified using sandpaper number 80 for break integumentary numbness dormancy, and accommodated in germination chamber with 25° C constantly temperature, in presence (twelve hours photoperiod) and absence of light. Were two experimental methods for seeds germination: 1) were used of Petri dish and germitest paper. 2) The use of polyethylene boxes (gerbox) and sterile washed sand. Because of the high of fungi contamination observed in method number one, this was discarded; therefore, only method number two was implanted. After the stage of seeds disinfection, with hypochlorite, the same has been submitted for following experiments osmotic potentials: control, T0 (0,0); T2 (-1,2); T3 (-2,4); T3 (-3,7) e T4 (-4,9) Mpa, and the realized the analyses were germination percentage, electrolytes leakage, reducers sugars and histochemical tests marking for starch and lipids, cell wall and phenolic compounds. The results has a pattern of answer with inversely proportion between germination percent and reducers sugars. The histochemical analyses indicated of the phenolic compound presence in specific areas and cell wall thickening on osmotic potential of -3,7 Mpa, which suggest a possible adaptation for the forced osmotic stress. Considering good germination tax and the smaller osmotic potentials results obtained, it can be conclude that *Sophora tomentosa* L. has demonstrated tolerance to the stress which it was submitted.

Key-words: osmotic stress, reducers sugars, electrolytes leakage, restinga.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 O Bioma Mata Atlântica	2
2.2 O Ecossistema Restinga	2
2.3 <i>Sophora tomentosa</i> L.	3
2.4 Germinação de Sementes	4
2.5 Estresse Osmótico	5
3. OBJETIVOS GERAIS	6
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5. MATERIAIS E MÉTODOS	7
5.1 Curva de Absorção de Água.....	8
5.2 Teste de Germinação.....	8
5.3 Extração e Quantificação de Açúcares Redutores	8
5.4 Análises Histoquímicas	9
5.5 Extravasamento de Eletrólitos.....	9
6. RESULTADO E DISCUSSÃO	9
7. CONCLUSÃO	17
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Potencial osmótico dos diferentes tratamentos induzido por Manitol.....	7

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1: Exemplar de <i>Sophora tomentosa</i> L. (Praia do Campeche, Florianópolis, SC.).....	4
Figura 2: Curva de embebição de água por sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. (g/h) recém escarificadas.....	10
Figura 3: Mediana, quartis e amplitude de variação dos testes de germinação de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na ausência de luz e temperatura contante de 25°C. Cada tratamento com quatro repetições (25 sementes). Os percentuais de germinação encontrados foram: T0: 85%; T1: 57%; T2: 58%; T3: 24%; T4: 64%. Não foi detectada diferença significativa entre os tratamento pelo teste Kruskal-Wallis a 5%.....	11
Figura 4: Mediana, quartis e amplitude de variação dos testes de germinação de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na presença de fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C. Cada tratamento com quatro repetições (25 sementes). Os percentuais de germinação encontrados foram: T0: 77%; T1: 74%; T2: 40%; T3: 69%; T4: 62%. Não foi detectada diferença significativa entre os tratamento pelo teste Kruskal-Wallis a 5%.....	11
Figura 5: Concentração de açúcares redutores em sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. recém escarificadas e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na ausência de luz e temperatura contante de 25°C.....	13
Figura 6: Concentração de açúcares redutores em sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. recém escarificadas e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na presença de fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C.....	13
Figura 7: Corte anatômico de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. submetidas ao corante Lugol para evidenciação do amido.....	14
Figura 8: Cortes anatômicos de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. corados com Safrablau a fim de evidenciar a espessura da parede celular resultante dos tratamentos T0 (controle) e T3(-3,7).....	15

Figura 9: Corte anatômico próximo à região escarificada, evidenciando a presença de fenóis na imagem (A) corada com Cloreto férrico e a desidratação celular na imagem (B) corada com Safrablau.....	16
Figura 10: Corte anatômico da semente de <i>Sophora tomentosa</i> L., na ausência de reagentes, a fim de evidenciar os espaços vazios intercelulares.....	16
Figura 11: Porcentagem de extravasamento de eletrólitos de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. recém escarificada, dura (intácta) e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0:Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na presença de fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C.....	17
Figura 12: Porcentagem de extravasamento de eletrólitos de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> L. recém escarificada, dura (intácta) e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0:Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na ausência de luz e temperatura contante de 25°C.....	17

1. INTRODUÇÃO

O histórico de ocupação humana no bioma Mata Atlântica deixou uma herança de destruição drástica de seus ecossistemas e uma intangível perda de biodiversidade e fertilidade dos solos. Sua área de abrangência no Brasil está na faixa litorânea, que se estende do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, onde foram desenvolvidos os principais ciclos econômicos que moveram a economia do País. Tal fato contribuiu para que hoje estejam inseridos nestas áreas os grandes centros urbanos e uma maior densidade demográfica.

Dentre as formações mais perturbadas deste bioma, destaca-se a restinga, que continuamente sofre com as pressões da especulação imobiliária e da extração de areia. Atualmente são raras as áreas que possuem suas características naturais preservadas, e poucas são as resguardadas por unidades de conservação, embora sejam áreas protegidas por lei.

Despertada a necessidade emergencial de recuperação das áreas costeiras, é clara a importância do estudo de espécies como a *Sophora tomentosa* L, recomendada por Duarte (2004) para o enriquecimento e reabilitação de áreas degradadas de restingas.

A *Sophora tomentosa* L. (Fabacea-Faboideae), é considerada uma espécie típica de dunas móveis e semifixas e é conhecida popularmente como feijão-de-praia, feijão-bravo, cambuí-da-restinga, sófora e comandaíba. Tal espécie é frequentemente observada ao longo da costa brasileira e na maioria das vezes, encontrada formando moitas que oferecem boa cobertura para o solo. A germinação de sementes em solos com baixo potencial hídrico depende da habilidade de cada espécie. Sementes de *S. tomentosa* costumam apresentar certa tolerância à salinidade do substrato e ao soterramento por areia.

Devido à importância destacada da espécie em se adaptar e auxiliar na recuperação dos ambientes costeiros despertou-se a curiosidade de compreender melhor os processos fisiológicos e químicos responsáveis por tais habilidades. Deste modo, o presente trabalho visa avaliar os efeitos do estresse osmótico induzido por manitol na germinação de sementes de *Sophora tomentosa* L. em presença e ausência de luz.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda floresta tropical com maior biodiversidade do mundo, considerada um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta, por esse motivo, incluído na lista dos hotspots mundiais. Embora tenha sido em grande parte destruída, ela ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Myers et al., 2000). A biodiversidade da Mata Atlântica brasileira é resultado de um conjunto de fitofisionomias que propiciam uma significativa diversidade de ambientes, proporcionando condições adequadas para a evolução de um complexo biótico de natureza vegetal e animal altamente rico (MMA, 2010).

Altamente heterogêneo em sua composição, o bioma Mata Atlântica cobre um amplo rol de zonas climáticas e formações vegetacionais, que vai de tropicais a subtropicais. A elevação vai do nível do mar até 2.900 m, com mudanças abruptas no tipo e profundidade dos solos e na temperatura média do ar (Mantovani, 2003).

Dentre os principais fatores responsáveis pelo desmatamento do bioma em questão, estão o desenvolvimento da pecuária e a expansão das fronteiras agrícolas. O uso predatório da terra e de seus recursos florestais acarretou prejuízos irreparáveis, colocando em risco a sustentabilidade econômica, social e ambiental (Costa et al., 2014).

Segundo informações do MMA (Brasil, 2010), no início da colonização do território brasileiro, a Mata Atlântica recobria aproximadamente 15% do território nacional, atualmente, ocupa somente 1,19% do território ou 7,91% de sua área original.

Ainda que nos dias atuais exista um maior apelo para a conservação da Mata Atlântica e de seus ecossistemas, dados recentes da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) alertam sobre o crescimento contínuo do desmatamento no bioma. Tal estudo aponta o desmatamento de 23.948 hectares (ha), ou 239 Km², de remanescentes florestais nos 17 Estados da Mata Atlântica no período de 2012 a 2013, um aumento de 9% em relação ao período anterior (2011-2012), que registrou 21.977 ha (Brasil, 2014)

A denominação genérica de Mata Atlântica inclui as áreas primitivamente ocupadas pelas seguintes formações vegetais: Florestas Ombrófilas (densas, mistas e abertas), Florestas Estacionais (semidecíduais e decíduais), manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (IBGE, 1993).

2.2 O Ecossistema Restinga

É um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florísticas e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral em solos pouco desenvolvidos. As comunidades vegetais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços. Em função da fragilidade dos ecossistemas de restinga, sua vegetação exerce papel fundamental para a estabilização dos sedimentos e para a manutenção da drenagem natural, bem como para a preservação da fauna residente e migratória (Conama, 1996).

As vegetações ocorrentes nas restingas brasileiras variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas cujo dossel

varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20 m (Conama, 1996). Além disso, compreende seis formações vegetais diferentes: formação halófila, psamófila reptante, pós-praia, arbustiva aberta, arbustiva fechada e mata de restinga (Oliveira e Maia, 2005). As plantas colonizam a areia logo à linha de maré alta, amenizando, no caso de planícies arenosas, a ação dos agentes erosivos sobre o ecossistema (Lamêgo 1974).

O solo onde ocorre a vegetação de restinga é tipicamente arenoso, profundo e móvel, além de ser pobre em nutrientes e em matéria orgânica, o que dificulta o desenvolvimento das plantas. Em certas áreas de ocorrência desse tipo de vegetação, em particular, as mais próximas ao mar, o solo apresenta alta salinidade, aspecto que, ao ser combinado à sua alta permeabilidade, torna a água menos disponível. (Bresolin, 1979; Waechter, 1985; Hesp, 1991; Seeliger, 1992; Falkenberg, 1999).

As restingas ocorrem de maneira descontínua ao longo de todo litoral brasileiro, de 4°N a 34°S (Villock, 1987). Essa região abriga cerca 70% da população nacional, formando um complexo urbano-industrial (Marroni e Asmus, 2005). Desta maneira, essas são áreas consideradas de usos múltiplos, onde diferentes atividades são desenvolvidas envolvendo os recursos naturais, sendo muitas dessas atividades realizadas de forma predatória e nada sustentável para o ambiente. Os ecossistemas litorâneos têm sido historicamente muito descaracterizados ou até mesmo totalmente dizimados, não somente pela facilidade de acesso, como também pela sua beleza natural (Fraga et al., 2010). Nas últimas décadas os impactos antrópicos sobre as restingas se intensificaram, principalmente devido à especulação imobiliária e a extração de areia (Santos e Medeiros, 2003).

Segundo as informações do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, divulgado 2014 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Fundação SOS Mata Atlântica a maior supressão na vegetação de restinga (observada ao longo do litoral) aconteceu em São João da Barra (RJ), com 937 hectares, para implantação do Superporto do Açu.

2.3 *Sophora tomentosa* L.

O gênero *Sophora* pertence à subfamília Faboideae, família Leguminosae, e inclui ervas perenes, arbustos e árvores, com aproximadamente 45-50 espécies, largamente distribuídas principalmente na Eurásia e América do Norte (Peña et al., 2000). Espécies pertencentes a este gênero podem ser encontradas no Chile (*S. macrocarpa*), Nova Zelândia (*S. prostata*, *S. microphylla*), e litoral de todas as regiões tropicais ao redor do mundo (*S. tomentosa*). Segundo Bechara (2003), no Brasil a ocorrência de *S. tomentosa* vai do Nordeste até o Sul, sendo a dispersão das sementes autocórica e hidrocórica (tanto o fruto inteiro como as sementes podem flutuar na água do mar).

Popularmente conhecida como feijão-da-praia, feijão-bravo, cambuí-da-restinga, sófora e comandaíba, esta espécie é tipicamente encontrada em dunas móveis e semifixas, um arbusto que pode alcançar três metros de altura (Weiler Jr, 1998), sendo comumente observado o agrupamento de vários indivíduos em moitas (Nogueira, 2003). Possui sistema radicular bastante desenvolvido alcançado tamanho até três vezes maior que a parte aérea da planta (Barros, 1990), e apresentam nodulação com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, visíveis no primeiro mês após a germinação das sementes (Oliveira, 2001). Apresentam inflorescência racemosa com flores amarelas vistosas (Weiler Jr, 1998), frutos moniliformes e sementes globosas (Barroso et al., 1984). É considerada uma espécie de frutificação contínua, pois sua produção de frutos ocorre ao longo do ano com esporádicas interrupções (Zamith e Scarano, 2004). Nogueira e Arruda (2006) relatam que a frutificação

começa logo após o início do período de floração e estende-se até o início da floração seguinte.

A ocorrência de dormência em *Sophora tomentosa* L. ainda é um pouco controversa, sendo observado uma germinação de apenas 5,6% em sementes recém coletadas se *S. tomentosa* da polinésia francesa e germinação acima de 70% em sementes da praia dos Ingleses e Campeche, em Santa Catarina (Delgado, 2011). Além disso, em conformidade com Delgado e Paulilo (2011), a época de colheita e o período de armazenamento contribuem para uma maior ou menor porcentagem de germinação das sementes de *S. tomentosa*.

As espécies que predominam nas regiões costeiras denotam certa tolerância à salinidade do substrato e ao constante soterramento por areia comumente ocorridos naturalmente nestas regiões. *Sophora tomentosa* L. considerada uma espécie característica e exclusiva de dunas móveis e semi-fixas (Bressolin, 1979) é indicada para a restauração de áreas degradadas que apresentem altas concentrações de sais, devido a sua tolerância (Santos et al., 2001 e Duarte, 2004).



Figura 1: Exemplar de *Sophora tomentosa* L. - Praia do Campeche, Florianópolis, SC. (Fonte: <http://ecoselvagem.wordpress.com/category/geral/>).

2.4 Germinação de Sementes

Entende-se por germinação o processo que inicia com a retomada do crescimento pelo embrião das sementes, desenvolvendo-se até o ponto em que forma uma nova planta com plenas condições de nutrir-se por si só, tornando-se independente (Kramer e Kozlowski, 1972).

A germinação que se inicia com a absorção de água (embebição), é caracterizada por eventos fisiológicos sequenciais, influenciados por fatores externos como luz, temperatura,

água e oxigênio e por fatores internos à semente, como os inibidores e promotores da germinação. O desenvolvimento da semente é um evento bastante complexo, cujos múltiplos sistemas de regulação e controle ainda são objetos de investigação (Cardoso, 2004).

Entende-se como dormência a incapacidade de germinação de uma semente mesmo quando submetida a ótimos níveis de oxigenação, umidade e temperatura, podendo ser um processo físico, fisiológico, morfológico, morfofisiológico ou a combinação de físico e fisiológico (Baskin e Baskin, 2001).

No contexto fisiológico a germinação está sob o comando de dois fitormônios: giberelina e ácido abscísico, os quais atuam de forma antagônica (Taiz e Zeiger, 2010), sendo a presença da giberelina requerida em pelo menos uma das variadas etapas: ativação do crescimento vegetativo do embrião, enfraquecimento da camada de aleurona que circunda o embrião e mobilização das reservas do endosperma. Após a absorção de água, ocorre o estímulo para síntese de giberelina no embrião a qual é transportada para a camada de aleurona e estimula a síntese de enzimas que farão a degradação do amido e consequente liberação de reserva para utilização pelo embrião.

Antagonicamente à giberelina, o ácido abscísico (ABA) inibe a germinação precoce das sementes, sendo encontrados elevados níveis deste fitormônio nos estágios médio e tardio do desenvolvimento das sementes (Taiz e Zeiger, 2010). A ação do ácido abscísico na dormência das sementes ocorre na inibição da síntese das enzimas responsáveis pela hidrólise das reservas. A dessecação que ocorre gradativamente ao longo do desenvolvimento da semente e comandado pelo ácido abscísico, é um ponto extremamente relevante para que o embrião tolere os baixos níveis de água no período de pós-dispersão e retomada do crescimento (Cardoso, 2004).

De acordo com o critério fisiológico, a germinação é completa quando uma parte do embrião, em geral a radícula, penetra e trespassa os tecidos que o envolvem. Durante o processo de germinação, com o aumento da entrada de água por embebição, o metabolismo celular é reativado, tal reativação metabólica provoca uma série de mudanças fisiológicas. Uma das consequências é o aumento da taxa respiratória, associado à necessidade da utilização das reservas energéticas existentes no endosperma ou nos cotilédones. Entretanto para que ocorra a embebição, é necessário que os tecidos que envolvem o embrião sejam permeáveis à água. (Cardoso, 2004)

Segundo Bewley e Black (1994), o processo de absorção de água pelas sementes geralmente se distribuem num padrão trifásico, onde na fase I o teor de água na semente aumenta rapidamente, na fase II ocorre uma estabilização que é mantida até o início da germinação visível, quando inicia-se a fase III, havendo outro aumento no teor de água, em decorrência do crescimento do embrião.

2.5 Estresse Osmótico

A salinidade dos solos, fato de ocorrência mundial, um dos obstáculos mais sérios à distribuição e a produtividade vegetal, estressa as plantas de duas formas: altas concentrações de sal nos solos dificultam a absorção de água pelas raízes e altas concentrações de sal nas células podem ser tóxicas (Munns e Tester, 2008). Esta situação fica ainda mais preocupante considerando-se o cenário global das alterações ambientais que sugerem incremento na aridez e frequência de eventos extremos em diversas áreas do globo terrestre (IPCC, 2001).

Atualmente, grande parte do conhecimento sobre os mecanismos iônicos para a percepção da salinidade nos vegetais superiores provém de estudos realizados em raízes. As

distintas respostas observadas no crescimento evidenciam uma classificação diferenciada dos vegetais em resposta à salinidade, que é primeiramente evidenciada pelo efeito osmótico do sal no solo e em seguida pelo efeito tóxico do sódio e do cloro nas células.

As soluções salinas retêm água e, deste modo, reduzem o potencial hídrico, tornando-a cada vez menos acessível às plantas (Nasr et al., 2011). Tal evidência pode ter um efeito bastante danoso à germinação, uma vez que a reidratação das sementes é o primeiro sinal para ocorrência do processo. Contudo, o estresse osmótico em condições naturais pode atuar de forma positiva no estabelecimento das espécies, pois provoca um atraso considerável no tempo de germinação das sementes. Dessa forma, a germinação é distribuída no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade das plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao estabelecimento e desenvolvimento (Bewley e Black, 1994).

Algumas espécies se destacam por apresentarem capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico, tal habilidade confere as mesmas vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (Rosa et al., 2005). Cada espécie possui seu teor crítico de água para que ocorra a germinação, além da capacidade específica de retirá-la do ambiente, determinando assim, o estabelecimento das sementes em determinado local (Carvalho e Nakagawa, 1988). Em condições de laboratório, por conveniência, estudos de germinação são realizados utilizando-se soluções aquosas de manitol e PEG 6000 para simular condições padronizadas de estresse hídrico, já que estes compostos são quimicamente inertes e não são tóxicos (Sharma 1973, Thill et al. 1979).

3. OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do estresse osmótico induzido por manitol, em sementes de *Sophora tomentosa* L. na presença e ausência de luz, com o intuito de averiguar a interferência do estresse na germinação das sementes.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Avaliar curva de absorção de água de sementes de *Sophora tomentosa* L. escarificadas.
- II. Mensurar o Extravasamento de eletrólitos em sementes de *Sophora tomentosa* L. intactas e tratadas com as diferentes concentrações de Manitol.
- III. Mensurar os teores de açúcares redutores em sementes de *Sophora tomentosa* L. intactas e tratadas com as diferentes concentrações de Manitol.
- IV. Detectar as marcações histoquímicas em sementes de *Sophora tomentosa* L. intactas e tratadas com as diferentes concentrações de Manitol.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Ciências Fisiológicas, no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento Botânica e no Laboratório de Biologia Reprodutiva e Conservação de Espécies

Arbóreas – LACON do departamento de Silvicultura, ambos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

As sementes de *Sophora tomentosa* L. utilizadas no experimento foram coletadas na restinga da Ilha da Marambaia, situada no litoral da Costa Verde, ao Sul do Estado do Rio de Janeiro, no município de Mangaratiba.

As mesmas foram previamente selecionadas, excluindo aquelas que se encontravam brocadas ou seriamente danificadas. A fim de realizar a superação da dormência tegumentar verificada nas sementes, as tais foram escarificadas em lixa de papel N° 80.

Para o processo de desinfestação externa, as sementes foram expostas durante cinco minutos a uma solução de hipoclorito de sódio a 1% e foram posteriormente lavadas em água destilada por mais cinco minutos (Oliveira 2001).

Para a solução de manitol foram testadas as concentrações descritas na Tabela 1. O potencial osmótico foi obtido através da fórmula de Van't Hoff:

$$\Psi_{os} = -RTC, \text{ onde,}$$

Ψ_{os} = Potencial osmótico (atm);

R = Constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm);

T = temperatura em graus kelvin ($^{\circ}\text{K}^{-1}$);

C = Concentração em (mol L^{-1}).

Tabela 1: Potencial osmótico dos diferentes tratamentos induzido por Manitol.

Tratamentos	Concentração Manitol (mol.L^{-1})	Potencial osmótico (MPa)*
T0	0	Água destilada
T1	0,05	-1,2
T2	0,1	-2,4
T3	0,15	-3,7
T4	0,2	-4,9

*1 Mpa = 10 bar; 1 bar = 0.987 atm.

5. 1- Curva de Absorção de Água

A fim de descrever a curva de absorção de água em sementes de *Sophora tomentosa* L. as mesmas foram escarificadas com lixa 80 com o intuito de quebrar a dormência tegumentar e propiciar a entrada da água. Após, as sementes foram pesadas, acomodadas em beakers contendo 40 mL de água destilada. De uma em uma hora as sementes foram pesadas, até que o peso quase não apresentasse variação. A curva de absorção de água das sementes foi construída em função do peso e do tempo.

5.2- Testes de Germinação

Para a avaliação da porcentagem de germinação das sementes de *Sophora tomentosa* L. foram testados dois tipos de substratos e recipientes. Inicialmente foram acomodadas 20 sementes em folha dupla de papel germitest, consistindo de 100 sementes por tratamento, em cinco repetições. Utilizou-se placas de petri como recipiente e o substrato foi umedecido com 10 ml das soluções de acordo com os tratamentos: T0, T1, T2, T3 e T4.

Para o teste de germinação com o substrato areia foram distribuídas 25 sementes por gerbox, consistindo de 100 sementes por tratamento, em quatro repetições. As sementes de *S. tomentosa* foram acomodadas nos gerbox, com 200 ml areia lavada estéril, umedecida com 20 ml da solução, para 60% da capacidade de retenção do substrato (RAS, 2009). As caixas de polietileno tipo gerbox utilizadas no experimento com o substrato areia foram esterilizadas, colocando-as por vinte minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 2% e depois lavadas em água destilada durante cinco minutos (Oliveira, 2001). Já no experimento utilizando germitest, foram utilizadas placas de petri estéreis.

Ambas por fim, foram transferidas para câmaras de germinação com temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, submetidas à fotoperíodo de 12h e a ausência de luz constante.

Sementes que apresentavam protrusão de radícula ≥ 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Duran e Tortosa, 1985) foram consideradas germinadas. Finalizou-se o experimento após três semanas, quando todas as sementes haviam germinado ou, as remanescentes no gerbox, encontravam-se deterioradas.

Para detecção da normalidade dos dados foi empregado o teste de Lilliefors, seguido do teste Kruskal-Wallis, para verificar se há diferença significativa entre os tratamentos com as distintas concentrações de Manitol. Ambos os testes foram empregados através do software BioEstat.

5.3- Extração e quantificação de açúcares Redutores

Para a determinação dos açúcares redutores em sementes de *S.tomentosa* foram utilizadas amostras resultantes dos tratamentos com manitol, além de sementes recém escarificadas e embebidas em água durante um tempo mínimo de 2 horas.

Para a extração dos açúcares redutores, amostras de aproximadamente 0,5 g de massa fresca (4 sementes), foram maceradas em almofariz com o auxílio de um pistilo, adicionando a elas 2,5 mL da solução extratora de etanol (ETOH) 80%, formando assim uma pasta uniforme. As amostras prontas foram vertidas em eppendorfs, vortexadas e centrifugadas a uma rotação de 14.000 rpm durante 15 minutos a 4°C . Os sobrenadantes foram retirados e vertidos em um novo eppendorf previamente identificados, e à película restante (pellets) nos eppendorfs adicionou-se 1,0 mL de etanol 80%. Os mesmos foram novamente vortexados e centrifugados com as mesmas especificações. Os sobrenadantes resultantes foram adicionados aos provenientes da primeira centrifugação. Após finalizar o processo as amostras foram acondicionadas em freezer de -20°C para posteriores quantificações. A quantificação dos açúcares redutores seguiu o protocolo clássico descrito por Miller (1959) com adaptações feitas por Martim (2008). Alíquotas de 60 μL do sobrenadante foram retiradas acomodadas em tubos de eppendorf com adição de 40 μL do reagente de DNS (Ácido Dinitrosalicílico) e fervidas em banho-maria a 100°C por sete minutos para que ocorresse a reação colorimétrica. Após resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram acondicionadas em uma placa de 96 poços e reação lida espectrofotometricamente em leitora de microplacas em comprimento de onda de 540 nm. Foi construída uma curva padrão com solução padrão de

glicose a 10 mM, e os teores de açúcares redutores das amostras foram calculados pela equação da reta: $y = 0,0778 x$.

5. 4- Análises Histoquímicas

Para a análise anatômica as sementes foram seccionadas utilizando o micrótomo de Ranvier, coradas em solução de azul de astra/safranina (Bukatsch 1972) e montadas entre lâmina e lamínula com água destilada. Para a detecção de diferentes classes de substâncias químicas e a natureza das paredes celulares foram utilizadas secções de material fixado em álcool 70%, as quais foram tratadas com Sudan IV (Johansen 1940) para lipídeos em geral; Cloreto férrico à 10% (Johansen 1940) e dicromato de potássio 10% (Gabe 1968) para detectar compostos fenólicos; Vermelho de rutênio a 0,02% para substâncias pécnicas (Jensen 1962); Xylidine Ponceau (Cortelazzo; Vidal 1991, Amaral et al.2001) para detecção de proteínas; Lugol para amido (Johansen 1940). Como amostras controle, secções de material foram observadas antes de serem submetidos a quaisquer reagentes.

5.5- Extravasamento de Eletrólitos

Para detecção da porcentagem de extravasamento de eletrólitos, procedeu-se da seguinte maneira: sementes de *Sophora tomentosa* L. duras, recém escarificadas e as demais submetidas aos tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, foram acondicionadas em tubos contendo 25 mL de água destilada e acomodadas em bancada à temperatura ambiente de aproximadamente 25°C, sendo a condutividade elétrica (L1) verificada 2 horas após com o auxílio de um condutivímetro marca MS Tecnopon Instrumentação. Em seguida, as amostras foram levadas ao banho-maria com temperatura de 100° C por um período de 15 minutos, com posterior resfriamento em temperatura ambiente e verificação da condutividade elétrica (L2). A porcentagem de extravasamento de eletrólitos foi calculada segundo a fórmula: $EL (\%) = L1/L2 \times 100$, de acordo com Martim et al. (2009).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quebra da dormência tegumentar se fez necessária para permitir a entrada de água nas sementes de *Sophora tomentosa* L., uma vez que sementes duras ficaram embebidas em água e não apresentaram mudanças visíveis de alteração de seu peso. A velocidade de embebição e o ganho de peso foram bastante rápidos na fase I como é possível se observar na figura 2 e foi descrito por Bewley e Black (1994). Após 9 horas de exposição à água não foi constatada nenhuma variação significativa no peso das sementes.

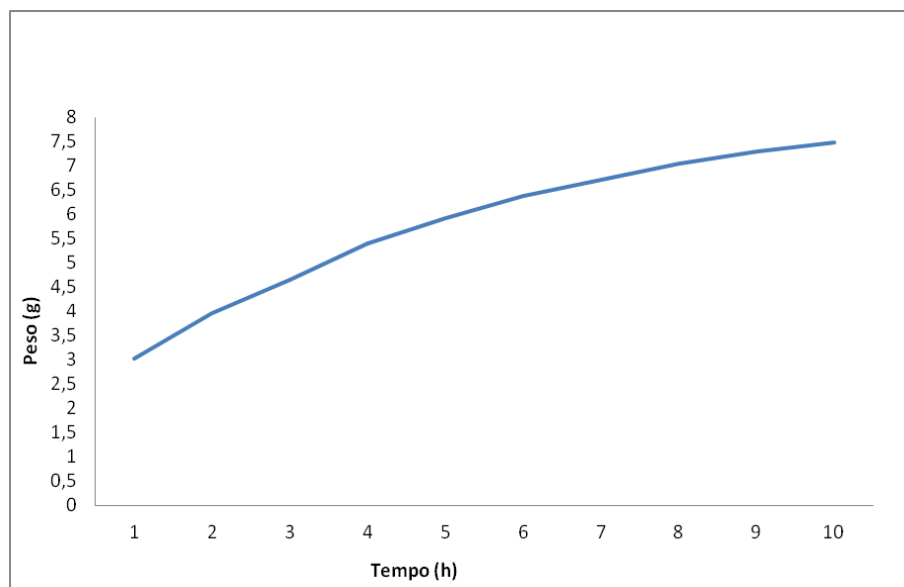


Figura 2: Curva de embebição de água por sementes de *Sophora tomentosa* L. (g/h) recém-escarificadas.

Dentre os patógenos vinculados a sementes, os fungos são os agentes causais mais importantes (Carneiro, 1986), nas sementes de *Sophora tomentosa* L. o dano mais comum durante os testes de germinação foi o ataque por fungos, sendo este agravado nos testes realizados em placas de petri com papel germitest. Logo na segunda semana de contagem das sementes submetidas aos tratamentos, foi possível observar a inviabilidade das amostras, uma vez que apresentavam total invasão por fungos, ocasionando descarte total das mesmas. Este resultado se repetiu sucessivamente após montagem de três experimentos. Para tanto foi constatado que o uso de papel germitest e placas de petri não são uma boa opção para a montagem dos experimentos com sementes de *S. tomentosa*. A infestação por fungos também foi observada para sementes de *Amburana cearensis*, testadas por Guedes et al. (2010), na mesma condição de substrato e de temperatura.

Foi feita uma alteração na metodologia, passando-se a adotar o uso de caixas gerbox e areia lavada e estéril. Mesmo com a ocorrência de fungos em algumas amostras, foi possível observar melhores desenvolvimentos das sementes acomodadas em gerbox contendo areia.

A porcentagem de germinação das sementes de *S. tomentosa* submetidas aos diferentes potenciais osmóticos induzidos por manitol, podem ser observadas na Figura 3 sementes colocadas para germinar em ausência de luz e na Figura 4 para sementes colocadas para germinar em presença de luz com fotoperíodo de 12h.

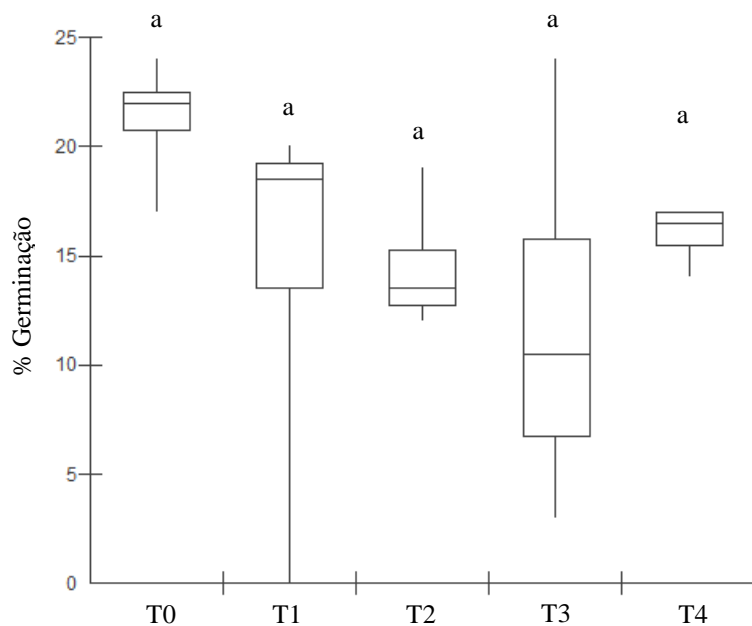


Figura 3: Mediana, quartis e amplitude de variação dos testes de germinação de sementes de *Sophora tomentosa* L. submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na ausência de luz e temperatura contante de 25°C. Cada tratamento com quatro repetições (25 sementes). Os percentuais de germinação encontrados foram: T0: 85%; T1: 57%; T2: 58%; T3: 24%; T4: 64%. Não foi detectada diferença significativa entre os tratamento pelo teste Kruskal-Wallis a 5%.

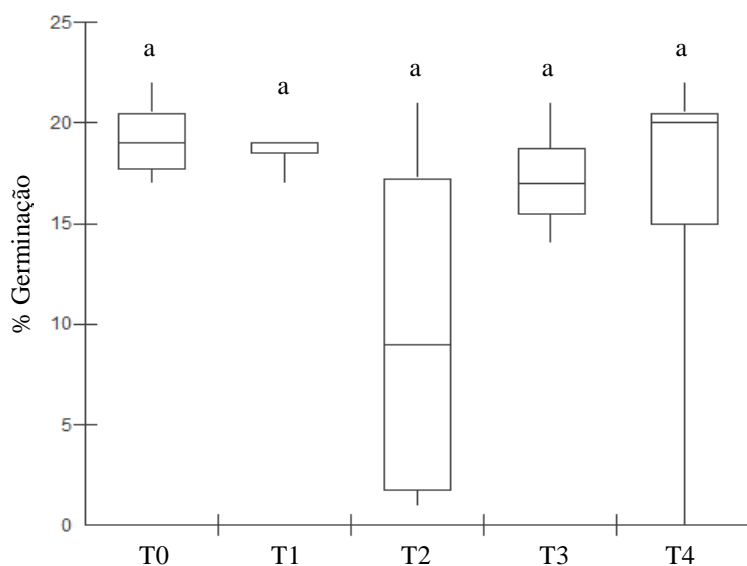


Figura 4: Mediana, quartis e amplitude de variação dos testes de germinação de sementes de *Sophora tomentosa* L. submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0:Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7; T4: -4,9) induzidos por manitol, na presença de fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C. Cada tratamento com quatro

repetições (25 sementes). Os percentuais de germinação encontrados foram: T0: 77%; T1: 74%; T2: 40%; T3: 69%; T4: 62%. Não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Kruskal-Wallis a 5%.

Através do teste de Lilliefors foi constatada que a distribuição dos dados não é normal, em ambas as condições de luminosidade. Deste modo foi utilizado o teste Kruskal-Wallis para a análise de variância dos dados não paramétricos. Para tanto, os tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4 não diferiram entre si, tanto na ausência de luz como em fotoperíodo de 12h, o que reforça a habilidade de sementes de *Sophora tomentosa* L. em se desenvolver sobre solos salinos e consequentemente em baixa disponibilidade hídrica. Filho et al.(2010) já havia classificado a espécie *S. tomentosa* como arbustiva psamófila, que são caracterizadas por espécies adaptadas a solos arenosos e salinos.

Um aspecto relevante observado no estudo foi uma boa porcentagem de germinação das sementes de *S. tomentosa* nos tratamentos T3 (-3,7) e T4 (-4,9), uma vez que os potenciais osmóticos testados são inferiores ao comumente encontrado na água do mar, que segundo Bittencourt et al.(2004) está próximo de -3,3 MPa.

Plantas enfermeiras são aquelas que em condições ambientais severas, facilitam o estabelecimento de indivíduos sob sua copa, formando um micro-habitat favorável, que se diferencia do seu entorno (Bieber e Scultori, 2007). A espécie *Sophora tomentosa* L. possui características ecológicas relevantes, podendo ser considerada uma planta enfermeira na recuperação de áreas costeiras, em solos altamente salinos e com baixa disponibilidade hídrica, devido a sua capacidade de se desenvolver mesmo em condições de baixos potenciais osmóticos.

Não houve diferença perceptível entre a porcentagem de germinação das sementes de *Sophora tomentosa* L. nas distintas condições de luminosidade, ou seja, as sementes são consideradas fotoblásticas neutras. Tal fato foi notado por Pires et al.(2009) em sementes de *Ternstroemia brasiliensis* também encontradas naturalmente em áreas de restinga.

Em ambos os testes com diferentes condições de luminosidade houve uma maior porcentagem de germinação, 85% na ausência de luz e 77% na presença de luz, para as sementes do tratamento controle (umedecidas com água destilada, T0), fato já esperado, uma vez que o manitol causa um severo estresse osmótico, capaz de prejudicar a germinação.

Um dos primeiros eventos do processo de germinação das sementes amiláceas é o estímulo da síntese de enzimas que vão hidrolisar o amido e disponibilizar açúcar para ser utilizado nas diversas reações que vão ocorrer no embrião. Com o intuito de verificar a disponibilidade de açúcares redutores (glicose + frutose) disponibilizadas nas sementes submetidas aos diferentes tratamentos e nas distintas condições, as sementes consideradas germinadas foram empregadas para tal quantificação. As Figuras 5 e 6 mostram os teores de açúcares redutores obtidos nas sementes provenientes dos distintos tratamentos conduzidas em ausência ou presença de luz, respectivamente.

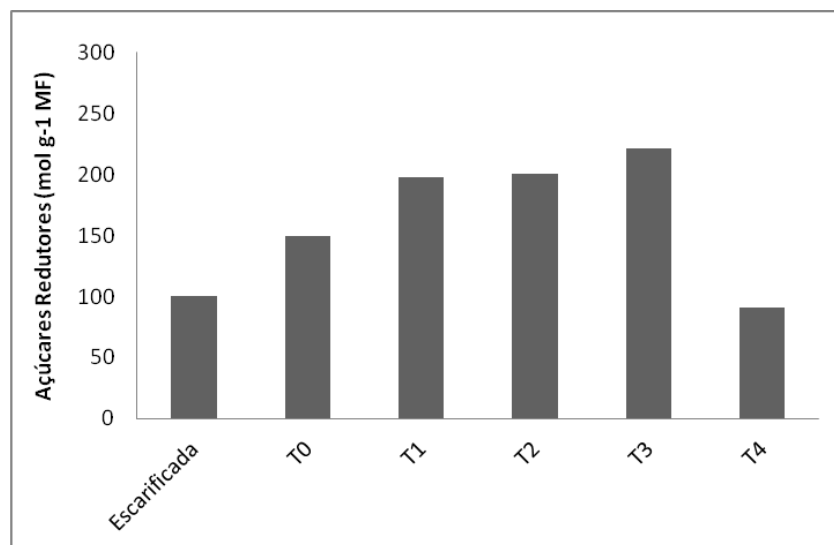


Figura 5: Concentração de açúcares redutores em sementes de *Sophora tomentosa* L. recém escarificadas e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7 e T4: -4,9 MPa) induzidos por manitol, em ausência de luz e temperatura contante de 25°C.

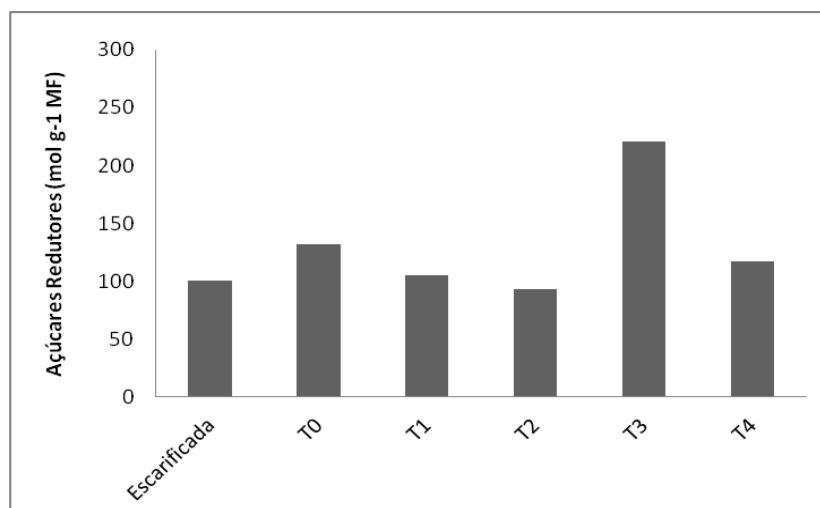


Figura 6: Concentração de açúcares redutores em sementes de *Sophora tomentosa* L. recém escarificadas e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7 e T4: -4,9 MPa) induzidos por manitol, em fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C.

Considerando-se a expressiva quantidade de reações bioquímicas, tanto de síntese quanto de catabolismo que ocorrem durante o processo de germinação, é evidente que ocorra um aumento expressivo da respiração. A respiração é um processo metabólico constitutivo que contribui de formas variadas para as funções das células, sendo o ATP, o ácido ascórbico e demais metabólitos utilizados em muitos processos produzidos por essa via (Bartoli et al. 2000). Os resultados obtidos demonstraram um padrão inversamente proporcional na relação da % de germinação e concentração de açúcares redutores (AR) nas sementes de *Sophora tomentosa* L. tratadas com diferentes concentrações de manitol. Ou seja, os tratamentos com maiores porcentagem de germinação apresentaram menores teores de AR, sugerindo que tais

açúcares podem ter sido utilizados para o consumo respiratório, uma vez que ambos são substratos iniciais da via respiratória.

Uma outra explicação plausível para tal fato seria uma menor hidrólise do amido, disponibilizando assim menores teores de açúcares. Para tanto, sementes dos tratamentos T0 e T3, germinadas em fotoperíodo de 12 horas (com luz), foram submetidas a distintos testes histoquímicos, em específico teste do lugol que marca amido. Conforme evidenciado na Figura 7, as sementes provenientes do tratamento T0 aparentam maior disponibilidade de amido quando comparadas com as sementes do tratamento T3. Ademais, os resultados observados no tratamento T3 podem ser explicados por uma maior hidrólise do amido, um composto osmoticamente inativo, e maior disponibilidade de AR, composto osmoticamente ativo, com o intuito de promover o ajustamento osmótico das sementes frente ao estresse a que foram submetidas.

O espessamento da parede celular pode ser designado como uma possível estratégia das células para escapar da condição imposta pelo estresse osmótico e evitar a perda de água. Semelhante a esse resultado, foi observado espessamento nos vasos xilemáticos em raiz de plantas de arroz IAC-4440 submetidas ao estresse salino, o aumento na espessura do vaso aumentaria sua resistência mecânica quando a planta tem de reduzir o potencial hídrico da raiz para manter a entrada de água na planta. (Marcondes e Garcia, 2009)

Fazendo-se uma análise comparativa dos tratamentos controle (T0) e -3,7 Mpa (T3) nota-se um espessamento da parede celular da semente exposta ao tratamento T3 (Figura 8).

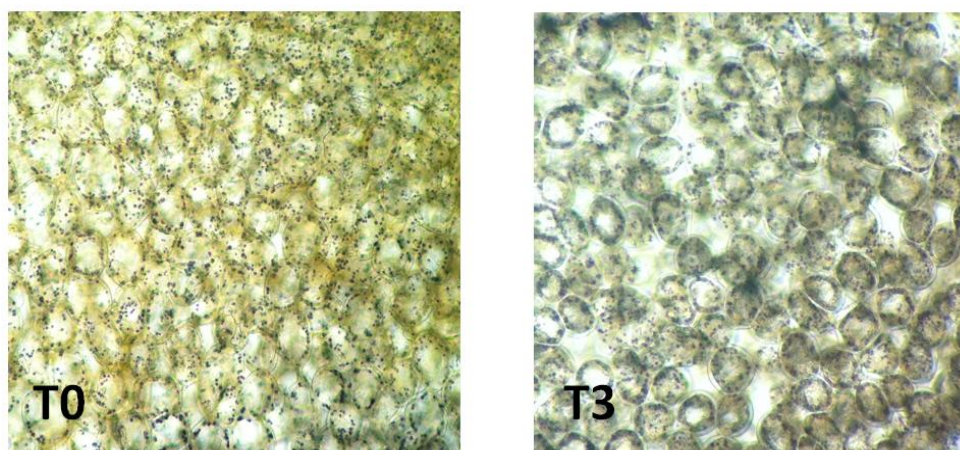


Figura 7: Corte anatômico de sementes de *Sophora tomentosa* L. submetidas ao corante Lugol para evidênciação do amido.

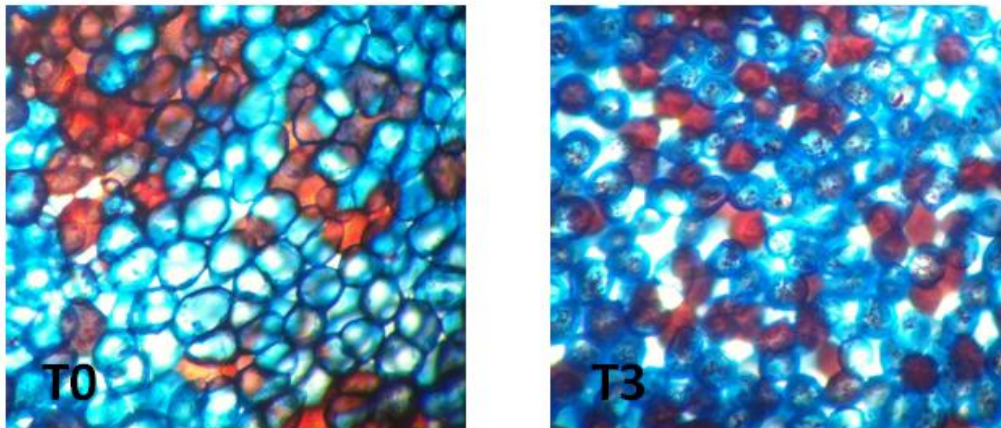


Figura 8: Cortes anatômicos de sementes de *Sophora tomentosa* L. corados com Safranblau a fim de evidenciar a espessura da parede celular resultante dos tratamentos T0 (controle) e T3(-3,7).

Os testes com marcação com cloreto férrico reagem com os fenóis presentes nas células e o safranblau com os compostos pécicos. Através de ambos testes histoquímicos demonstrados na Figura 9 evidenciou-se nitidamente uma faixa específica marcada pela presença de fenóis e pela ocorrência de desdiferenciação celular. É bem provável que a área demarcada por tais eventos seja uma consequência do processo da escarificação mecânica empregada para a quebra da dormência tegumentar das sementes de *Sophora tomentosa* L. este resultado pode ser um indicativo de que a escarificação mecânica feita com lixa pode não ser o mais adequado para a quebra da dormência das sementes. Entretanto, para que pudessemos afirmar tal fato, seria necessária uma comparação de distintos métodos utilizados para a quebra da dormência física apresentada por esta espécie.

A análise do corte anatômico da semente proveniente do tratamento T0 e sem adição de nenhum marcador específico (Figura 10) demonstra uma gama de espaços vazios localizados entre as células. A presença destes espaços aerados pode ser explicada pelo fato de se tratar de uma espécie de dispersão hidrocórica, o que facilitaria sua flutuação no mar por conseguir maior acúmulo de ar no interior das sementes. Espaços vazios também foram verificados no endocarpo do fruto de *Inga vera*, relacionando-os com a hidrocoria (Silva e Teixeira, 2007).

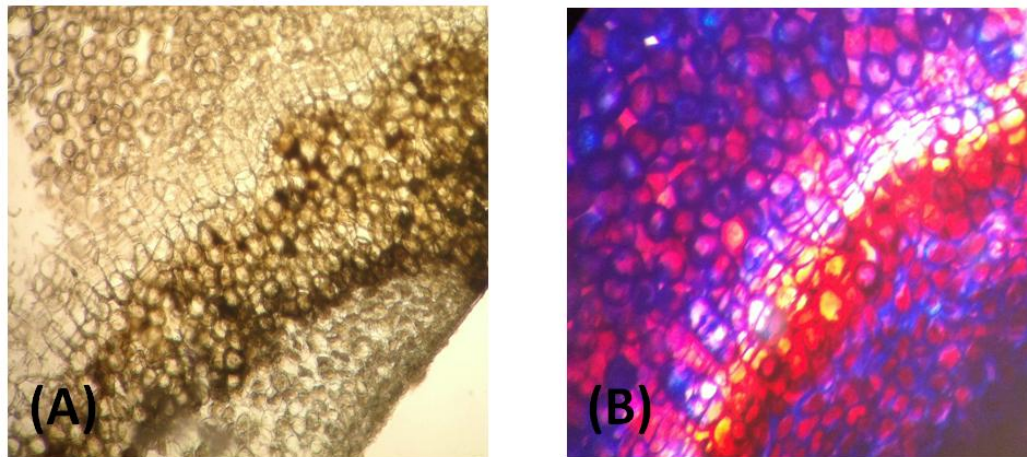


Figura 9: Corte anatômico próximo à região escarificada, evidenciando a presença de fenóis na imagem (A) corada com Cloreto férrico e a desidiferenciação celular na imagem (B) corada com Safrablau.

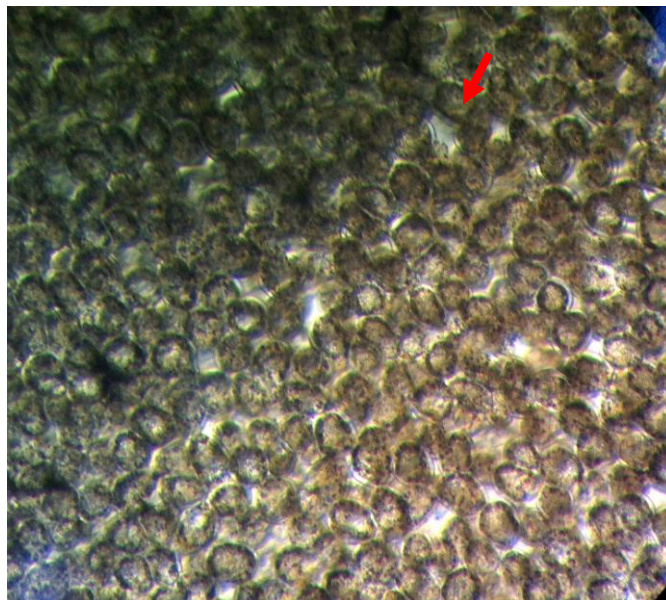


Figura 10: Corte anatômico da semente de *Sophora tomentosa* L., na ausência de reagentes, a fim de evidenciar os espaços vazios intercelulares.

Com relação a variável extravasamento de eletrólitos, não houve um aumento nem uma diminuição na porcentagem de extravasamentos em relação ao aumento dos níveis de manitol nos tratamentos, o que demonstra que o dano à membrana celular das sementes em resposta ao estresse osmótico não seguiu um padrão, como é possível observar nas figuras 11 e 12. Tal fato pode ser atribuído à falta de padrão na escarificação mecânica do tegumento, uma vez que algumas sementes podem ter sido mais danificadas do que outras durante esse processo.

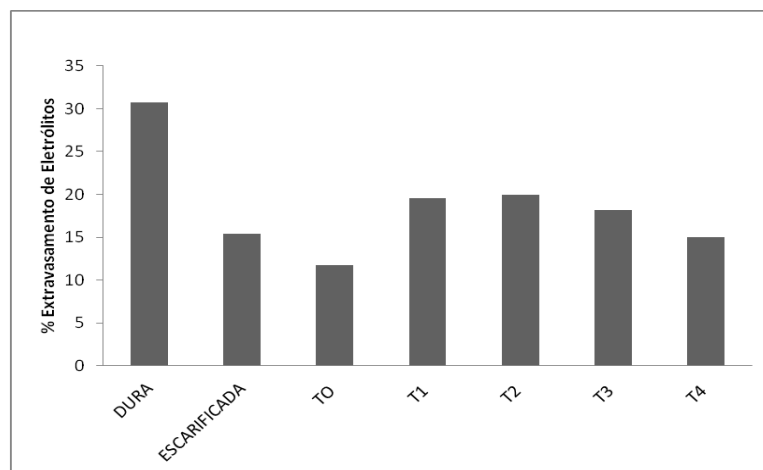


Figura 11: Porcentagem de extravasamento de eletrólitos de sementes de *Sophora tomentosa* L. recém escarificada, dura (intácta) e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7 e T4: -4,9 MPa) induzidos por manitol, em fotoperíodo de 12h e temperatura contante de 25°C

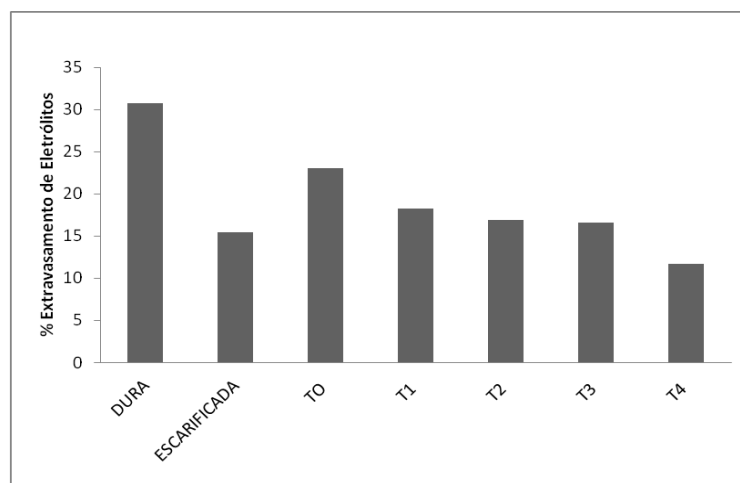


Figura 12: Porcentagem de extravasamento de eletrólitos de sementes de *Sophora tomentosa* L. recém escarificada, dura (intácta) e submetidas aos diferentes potenciais osmóticos (T0: Controle; T1: -1,2; T2: -2,4; T3: -3,7 e T4: -4,9 MPa) induzidos por manitol, em ausência de luz e temperatura contante de 25°C

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

- As sementes de *Sophora tomentosa* L. alcançaram bons teores de hidratação após 6 horas de embebição.
- A condução da germinação de sementes de *Sophora tomentosa* L. em areia lavada estéril e gerbox apresentaram menor infestação por fungos.

- Sementes de *Sophora tomentosa* L. apresentaram boa porcentagem de germinação mesmo em potenciais osmóticos inferiores ao da água do mar.
- Sementes de *Sophora tomentosa* L. foram consideradas fotoblásticas neutras, não demonstrando variação no percentual de germinação em presença ou ausência de luz para as condições experimentais adotadas.
- Foram verificados espaços vazios intercelulares que podem ser associados à dispersão hidrocórica das sementes de *Sophora tomentosa* L.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLGREN, C.L. Survivorship of *Sophora tomentosa* on the reef islands of Mo'orea, French Polynesia. In: **Student Research papers Series UCB Moorea Class: Biology and Geomorphology of Tropical Islands**. Berkeley, UC: Berkeley Natural History Museum. p.1-8, 2009.

AMARAL, L.I.V., PEREIRA, M.F.; CORTELAZZO, A.L. Formação das substâncias dereserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. –Bixaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.15, p.125-132, 2001.

BARROS, C.F. **Anatomia dos órgãos vegetativos em desenvolvimento de *Sophora tomentosa* L. subsp. littoralis (Schrader) Yakov. (Leguminosae –Papilionoideae)**. 1990. 146p. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Museu Nacional, Rio de Janeiro.

BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A.L.; COSTA, C.G.; ICHASO, C.L.; GUIMARÃES, E.F.; LIMA, H.C. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1984. v. 2, 337p.

BARTOLI, C.G., PASTORI, G.M.; FOYER, C.H. Ascorbate biosynthesis in mitochondria is linked to the electron transport chain between complexes III and IV. **Plant Physiology**, v.123, p.335-343, 2000.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 2001. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. London: Academic Press.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BIEBER, A. G. D.; SCULTORI, C. Facilitação ao estabelecimento de plântulas em manchas de vegetação nas dunas da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8.; Caxambu. **Anais...** Minas Gerais: Universidade Estadual de Campinas, 2007.2 p.

BITTENCOURT, M. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n1, p.50-56, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 07**, de 23 de julho de 1996.

BRASIL. Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. São Paulo. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro. 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Brasília. 2010. (Série Biodiversidade, 34.)

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

BUKATASCH, F. Bemerkungem zur doppel far burng Astrablau- Safranin. **Mikrokosmos** v.6, p.255,1972.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A. ; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook F. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**. Rio de Janeiro, v. 17, p. 609-617, 2004.

CARDOSO, V.J.M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004. p. 384-408.

CARNEIRO, J. S. Microflora associada a sementes de essências florestais em Paraopeba, MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.11, n.3, p.556-557, 1986.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CORTELLAZO, A.L.; VIDAL, B.C. Soybean seed proteins: detection in situ and mobilization during germination. **Revista Brasileira de Botânica**, v.14, p.27-34,1991.

COSTA, C.C; GOMES, L.J; A, A.P. Seleção de indicadores de sustentabilidade em fragmentos florestais de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE por meio do geoprocessamento. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 18, n. 1, p.209-219, 2014.

DAVIES, P.J. Gibberellins: Regulations of Plant Height and Seed Germination. In: TAIZ, L e ZEIGER, E (Org.). **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates Inc., Publishers, 2010. P. 583-618.

DELGADO, C.M.L. **Estudo da quebra da dormência em sementes de *Sophora tomentosa* L. e *Erythrina speciosa* Andr. (Fabaceae – Papilionoideae).** 2011. 76 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

DELGADO, C.M.L.; PAULILO, M.T.S. Comportamento germinativo de *Sophora tomentosa* L. (Fabaceae:Faboideae) de três populações. **Insula Revista de Botânica**, V. 40, p. 82-90, 2011.

DUARTE, R.M.R. **Estrutura da floresta de restinga do parque estadual da ilha Anchieta (SP): Bases para promover o enriquecimento com espécies arbóreas nativas em solos alterados.** 2004. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DURAN, J.M.; TORTOSA, M.E. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock (*Sinapis arvensis* L.) seeds. **Seed Science and Technology**, v.13, n.1, p.155-163, 1985.

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

FILHO, E.T.D; BRAVO, E.J.C.A; TINOCO, T. Florística preliminar e bioinvasão na restinga da praia de Itaúna devido a ocupação desordenada, Saquarema, RJ. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MARINHA, 13., Santos. **Resumos...** São Paulo: Faculdade Integrada Maria Thereza, 2010. 4 p.

FRAGA, M.E.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, F.A. Micobiota do Solo de uma Área de Duna na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.17, n.1, p.30-36, 2010.

GABE, M. **Techniques Histologiques.** Masson & Cie, Paris.1968

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; JÚNIOR, J.M.B.; VIANA, J.S.; COLARES, P.N.Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.57-64, 2010.

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

IPCC, **Climate Change: The Scientific Basis.** Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2001.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice.** W. H. Freeman & Co, San Francisco. 1962.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique.** MacGraw-Hill, New York. 1940.

KRAMER, PAUL J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LAMÊGO, A.R. **O Homem e a Restinga.** 2^a ed. Editora Lidor, Rio de Janeiro. 1974.

MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. In: RIBEIRO, W.C. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 2003.

Marcondes, J.; Garcia, A.B. Aspectos citomorfológicos do estresse salino em plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.2, p.187-194, 2009.

MARRONI, E.V.; ASMUS, M.L. **Gerenciamento Costeiro: Uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental**. Editora da União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade – USEB, Pelotas, 2005. 149 p.

MARTIM, S. A.; SANTOS, M.P.; PEÇANHA, C.P.; CAMPOSTRINI, E. VIANA, A.P.; FAÇANHA, A.R.; SMITH, R.B. Photosynthesis and cell respiration modulated by water deficit in grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Cabernet Sauvignon. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n.2, p. 95-102, 2009.

MARTIM, S.A. **Ajustamento osmótico e bioenergética celular em videiras submetidas a estresse hídrico**. 2008. 85p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense- Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

MILLER, G.L. Use dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MUNNS R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Canberra, v.59, p.651-681.2008.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

NASR, S.M.H.; PARSAKHOO, A.; NAGHAVI, H.; KOOHI,S.K.S. Effect of salt stress on germination and seedling growth of *Prosopis juliflora* (Sw.). **New Forests**, v.43, n.1, p.45, 2012.

NOGUEIRA, E.M.L. **Ecologia reprodutiva de *Sophora tomentosa* L. (leguminosae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC**. 2003. 65p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

NOGUEIRA, E.M.L.; ARRUDA, V.L.V. Frutificação e danos em frutos e sementes de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae, Papilionoideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. **Biotemas**, Florianópolis, v.19,n.4, p. 41-48, 2006.

OLIVEIRA, D.M.T. 2001. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.1, p. 85-97, 2001.

OLIVEIRA, J.C.; MAIA, V.C. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na restinga de Grumari, RJ. **Arquivos do Museu Nacional/UFRJ**. Rio de Janeiro, v.63, n.4, p.669-675,2005.

- PEÑA, R. C. L.; ITURRIAGA, G. MONTENEGRO; B. K. CASSELS. Phylogenetic and biogeographic aspects of *Sophora* sect. *Edwardsia* (Papilionaceae). **Pacific Science**, v. 54, n. 2, p. 159-167, 2000.
- PIRES, L.A.; CARDOSO, V.J.M.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Germinação de *Ternstroemia brasiliensis* Cambess. (Pentaphylacaceae) de floresta de restinga. **Acta Botanica Brasilica**. São Paulo, v. 23, n.1, p. 57-66, 2009.
- ROSA. L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.
- SANTOS, C.R.; MEDEIROS, J.D.A. A ocupação humana das áreas de preservação permanente, vegetação fixadoras de dunas de Morro das Pedras, Santa Catarina - SC, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 5, n. 1, p. 22-41, 2003.
- SANTOS, E.C.; GOI, S.R.; NETO, J.J. Proposta de utilização de *Sophora tomentosa* L. Sub-espécie *littoralis* (Schrad) Yakove para a recuperação de áreas degradadas com resíduo industrial salino. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n.1, p.216-218, 2001.
- SEELIGER, U. Coastal foredunes of southern Brazil: phisiography, habitats and vegetation. In: SEELIGER, U. (Ed.). **Coastal plant communities of LatinAmerica**. New York: Academic Press, 1992. p. 367-381.
- SHARMA, M. L. Simulation of drought and its effects on germination of five pasture species, **Agronomy Journal**, v.65, p.982, 1973.
- SILVA, A. M. L.; TEIXEIRA, S. P. Caracteres anatômicos do fruto de *Inga Vera* subsp. *Affinis* relacionados à hidrocória. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA,58., Ribeirão Preto. **Resumos...**São Paulo:USP, 2007.
- SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v. 26, p. 691-697, 2002.
- THILL, D. C.; SCHIMMAN, R. D.; APPLEBY, A. P. Osmotic stability of mannitol and polythyleneglycol 20.000 solutions used as seed germination media. **Agronomy Journal**, v. 71, p.761-764,1978.
- VILLOCK, J. A. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos. Cananéia. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1987 v. 1, p. 380-390.
- WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga do Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 33, p. 49-68, 1985.
- WEILER JR., I. **Leguminosae – Faboideae das restingas do Estado do Espírito Santo**. 1998. 189f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro, v.18, n.1, p. 161-176, 2004.