

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sophora
tomentosa* L. (LEGUMINOSAE) EM RESTINGA
DA PRAIA DA JOAQUINA,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Elisa Maria Lisboa Nogueira

Florianópolis – SC

2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sophora
tomentosa* L. (LEGUMINOSAE) EM RESTINGA
DA PRAIA DA JOAQUINA,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Elisa Maria Lisboa Nogueira

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da Universidade Federal de Santa Catarina, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lícia Vaz de Arruda

Florianópolis – SC

2003

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de um jeito ou de outro me ajudaram nas diferentes etapas desta dissertação, sem as quais jamais teria conseguido.

Meu especial agradecimento a Prof^a Dr^a Vera Lícia Vaz de Arruda, pelo carinho, paciência, apoio e confiança em mim depositados durante todo o curso de mestrado.

Ao Carlos Eduardo, pelo amor, incentivo e ajuda em todas as etapas da elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Afonso Inácio Orth, pela disponibilidade e identificação das espécies de abelhas.

Ao Prof. Dr. Benedito Cortês Lopes, pelas identificações das espécies de formigas.

À Prof^a Dr^a Maria Terezinha Paulilo, pela disponibilidade e sugestões na redação da dissertação.

Às Professoras Dr^a Milene Faria Vieira e Dr^a Maike Hering de Queiroz, pelas valiosas contribuições dadas a este trabalho.

À Dr^a Tânia Mara Guerra, pela identificação dos microhimenopteros ao nível de família.

À Karla Zanenga Scherer, pela solicitude e empréstimo do material bibliográfico.

Aos Professores Germano H. Rosado Neto, Vinalto Graf e Olaf H. Mielke do Cdzo (Centro de estudos faunísticos e ambientais) da Universidade Federal do Paraná, pela identificação dos insetos.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Botânica pela agradável convivência durante o curso de Pós-graduação.

A todos os colegas de curso, pelos bons momentos que passamos juntos durante estes dois anos.

Aos meus filhos Iasmin e Vitor, pelo amor e compreensão nos momentos difíceis.

RESUMO

O gênero *Sophora* é composto por ervas perenes, arbustos e árvores, com aproximadamente 45-50 espécies, largamente distribuídas, principalmente na Eurásia e América do Norte. *Sophora tomentosa* ocorre no litoral de todas as regiões tropicais do mundo. No Brasil, pode-se encontrá-la do Nordeste ao Sul. É considerada espécie típica de dunas móveis e semi-fixas. Possui inflorescências com flores amarelas e sementes com dispersão autocórica e hidrocórica. Este trabalho objetiva estudar a ecologia reprodutiva de *S. tomentosa* e foi realizado na restinga da Praia da Joaquina na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC. *S. tomentosa* possui uma floração longa, ocorrendo entre os meses de outubro e maio, com um pico em outubro e novembro e outro menor em março. A frutificação começa logo após o início do período de floração e se estende até o mês de agosto, com um pico nos meses de outubro, novembro e dezembro e outro menor em março e abril. A antese é diurna, não havendo um horário definido para a abertura da flor. Cada inflorescência abre de 2 a 5 flores novas por dia, durando de 4 a 5 dias. Das espécies de abelhas que visitam as flores de *S. tomentosa*, *Pseudocentron* sp. (Megachilidae) apresenta características de um polinizador eficiente. As abelhas *Xylocopa* (*Megaxylocopa*) *brasilionorum* e *Dialictus* (*Chloralictus*) sp. também podem efetuar a polinização cruzada, mas não com a mesma eficiência que a primeira. *Epicharis* sp. (Anthophoridae) e *Augochloropsis* sp. (Halictidae) foram visitantes raras em *Sophora tomentosa*. Outros visitantes florais foram uma borboleta, *Panoquina panoquinoides eugeon* (Hesperiidae), dois besouros, *Lystronychus* sp. (Alleculidae) e *Horistonotus* sp. (Elateridae), e uma formiga, *Camponotus rufipes* (Formicidae). *Lystronychus* sp. e *Camponotus rufipes* podem provocar a autopolinização. *S. tomentosa* apresenta uma taxa de polinização aberta de 78%, polinização cruzada de 70%, autopolinização espontânea de 48% e agamospermia de 18%. Os frutos de *S. tomentosa* são verdes quando jovens e crescem inicialmente em comprimento e posteriormente em diâmetro. A taxa de formação de frutos a partir de botões foi de 25,4%. Dos frutos formados, 28,9% não chegaram a amadurecer e foram eliminados pela planta. Os frutos formados durante a primavera levaram em média 7,9 semanas para amadurecer e os formados durante o outono levaram em média 11,1 semanas. O tamanho médio dos frutos coletados em 2001 foi 7,8 cm, e em 2002 foi 9,2 cm. Em 2001 e 2002, os frutos apresentaram uma taxa de predação por insetos de 30% e 59%, respectivamente. A quantidade média de sementes por fruto foi 4,8 em 2001, e 6,2 em 2002. Em 2001, 60,2% das sementes apresentaram algum tipo de dano, e em 2002, 42,5% delas. Os danos mais comuns entre as sementes foram o ataque por fungos (92,3%) e o ataque de predadores (53%). Nos frutos de *S. tomentosa* foram encontrados dois besouros *Cryptophilus* sp. (Cryptophagidae) e *Acyломus* sp. (Phalacridae). Uma mariposa *Cadra* sp. (Pyralidae) eclodiu enquanto as sementes estavam armazenadas. Foram também encontradas uma formiga *Myrmelachista* sp. (Formicidae) e três espécies de *Heterospilus* (Braconidae).

Abstract

The genus *Sophora* is composed by perennial herbs, bushes and trees, with approximately 45-50 species, broadly distributed, mainly in Eurasia and North America. *Sophora tomentosa* occurs at coasts of all tropical areas of the world. In Brazil, it can be met from the Northeast to the South. It is considered typical species of movable and semi-fixed dunes. It has inflorescences with yellow flowers and seeds with selfchoric and hydrochoric. This work has the objective of studying the reproductive ecology of *S. tomentosa* and was accomplished in the sandbank of Joaquina Beach in Santa Catarina Island, Florianópolis, SC. *S. tomentosa* has a long flowering, occurring from the month of October to May, with a peak in October and November and other, smaller one, in March. The fructification begins soon after the beginning of the flowering period and goes as long as August, presenting a peak in the months of October, November and December and other, smaller one, in March and April. The anthesis happens during the day, and do not have a defined schedule for opening the flower. Each inflorescence opens from 2 to 5 new flowers a day, lasting 4 or 5 days. Among the species of bees that visit *S. tomentosa* flowers, *Pseudocentron* sp. (Megachilidae) presents the characteristics of an efficient polinizador. The bees *Xylocopa* (*Megaxylocopa*) *brasilionorum* and *Dialictus* (*Chloralictus*) sp. can also make the cross pollination, but not with the same efficiency as the first. *Epicharis* sp. (Anthophoridae) and *Augochloropsis* sp. (Halictidae) were rare visitors in *S. tomentosa*. Other floral visitors were a butterfly, *Panoquina panoquinoides eugeon* (Hesperiidae), two beetles, *Lystronychus* sp. (Alleculidae) and *Horistonotus* sp. (Elateridae), and one ant, *Camponotus rufipes* (Formicidae). *Lystronychus* sp. and *Camponotus rufipes* can provoke the self pollination. *S. tomentosa* presents a rate of open pollination of 78%, cross pollination of 70%, spontaneous self pollination of 48% and agamospermy of 18%. The fruits of *S. tomentosa* are green when young and they grow first in length and later in diameter. The rate of formation of fruits from buttons was 25,4%. From the formed fruits, 28,9% didn't get to mature and were eliminated by the plant. The fruits formed during the spring 7,9 weeks to mature and those formed during the autumn delayed about 11,1 weeks. The medium size of the fruits collected in 2001 was 7,8 cm, and in 2002 was 9,2 cm. In 2001 and 2002, the fruits presented a rate of predation by insets of 30% and 59%, respectively. The medium quantity of seeds for fruit was 4,8 in 2001, and 6,2 in 2002. In 2001, 60,2% of the seeds presented some kind of damage, and in 2002, 42,5% of them. The most common damages among the seeds were the attack of fungus (92,3%) and the attack of predators (53%). Among the fruits of *S. tomentosa*, two beetles, *Cryptophilus* sp. (Cryptophagidae) and *Acylomus* sp. (Phalacridae) were found. A moth *Cadra* sp. (Pyrilidae) emerged while the seeds were stored. An ant *Myrmelachista* sp. (Formicidae) and three species of *Heterospilus* (Braconidae) were also found.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2 - ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DA PRAIA DA JOAQUINA, SC	4
2.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	5
2.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NO PERÍODO DE ESTUDO	7
2.3. RESTINGA	8
2.4. VEGETAÇÃO DE RESTINGA	10
CAPÍTULO 3 - FENOLOGIA REPRODUTIVA, POLINIZAÇÃO E SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>Sophora tomentosa</i> L.	14
3.1. INTRODUÇÃO	15
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.2.1. ESPÉCIE ESTUDADA	19
3.2.2. FENOLOGIA REPRODUTIVA, ANTESE E DURAÇÃO DAS FLORES	20
3.2.3. VISITANTES FLORAIS	21
3.2.4. SISTEMA REPRODUTIVO	21
3.3. RESULTADOS E DICUSSÃO	22
3.3.1. FENOLOGIA REPRODUTIVA, ANTESE E DURAÇÃO DAS FLORES	22
3.3.2. VISITANTES FLORAIS	26
3.3.2.1. HYMENOPTERA	26
3.3.2.2. OUTROS VISITANTES	32
3.3.3. SISTEMA REPRODUTIVO	34

CAPÍTULO 4 – FRUTIFICAÇÃO E DANOS EM FRUTOS E SEMENTES DE	
<i>Sophora tomentosa</i> L.	37
4.1. INTRODUÇÃO	38
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	42
4.2.1. FRUTIFICAÇÃO	42
4.2.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES	43
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.3.1. FRUTIFICAÇÃO	43
4.3.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES	46
4.3.3. PREDADORES DE FRUTOS E SEMENTES	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1** – Vista parcial campo de dunas da restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC 7
- Figura 2.2** - Dados de temperatura (média, mínima e máxima) para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003 para a cidade de Florianópolis, SC (Dados da Estação Meteorológica São José/Florianópolis/EPAGRI/CLIMERH/SC) 8
- Figura 2.3** - Dados de precipitação pluviométrica (mm) para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003, para a cidade de Florianópolis, SC (Dados da Estação Meteorológica São José/Florianópolis/EPAGRI-CLIMERH/SC) 8
- Figura 3.1-** Inflorescência de *Sophora tomentosa* com três botões e uma flor na restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC 20
- Figura 3.2-** Temperaturas, precipitação e período de floração de *Sophora tomentosa*, de outubro de 2001 a janeiro de 2003, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC 23
- Figura 3.3-** Temperaturas, precipitação e período de frutificação (frutos verdes e maduros) de *Sophora tomentosa*, de outubro de 2001 a janeiro de 2003, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC 24
- Figura 3.4-** *Pseudocentron* sp. (Megachilidae) visitando flores de *Sophora tomentosa*. A: *Pseudocentron* sp. força as pétalas da flor na tentativa de abri-la. B: essa abelha coleta o néctar enquanto o pólen é depositado no seu abdômen. Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC em novembro de 2002 28

Figura 3.5- <i>Xylocopa (Megaxylocopa) brasilianorum</i> (Anthophoridae) visitando flor de <i>Sophora tomentosa</i> na restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002	29
Figura 3.6- <i>Dialictus (Cloralictus) sp.</i> visitando flor de <i>Sophora tomentosa</i> na restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002	30
Figura 3.7- Visitantes florais de <i>Sophora tomentosa</i> : A: borboleta (<i>Panoquina panoquinoides eugeon</i>), e B: besouro (<i>Lystronychus sp.</i>). Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002	33
Figura 4.1 – Diferentes tamanhos de frutos de <i>Sophora tomentosa</i> , coletados em 2002 na Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC	45
Figura 4.2- Percentual de frutos de <i>Sophora tomentosa</i> para diferentes classes de tamanhos em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC	45
Figura 4.3 - Relação entre tamanho de fruto e número de sementes por fruto de <i>Sophora tomentosa</i> , em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2001	47
Figura 4.4- Relação entre tamanho de fruto e número de sementes por fruto de <i>Sophora tomentosa</i> , em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2002	47
Figura 4.5- Sementes de <i>Sophora tomentosa</i> : A) sadias, B) com furo e fungo, C) ocas e com fungo e D) murchas e malformadas	49
Figura 4.6- Percentual de sementes de <i>Sophora tomentosa</i> , com danos e sem danos, para diferentes classes de pesos, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis,SC em 2001	51

Figura 4.7- Percentual de sementes de *Sophora tomentosa*, com danos e sem danos, para diferentes classes de pesos, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC em 200252

Figura 4.8- Relação entre o peso médio das sementes por fruto e o número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 200153

Figura 4.9- Relação entre o peso médio das sementes por fruto e o número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 200254

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1-** Espécies de abelhas (Hymenoptera) visitantes de *Sophora tomentosa*, nos meses de novembro e dezembro de 2002, na Praia da Joaquina, Florianópolis, SC 26
- Tabela 3.2-** Percentual de formação de frutos para diferentes tratamentos, visando determinar o tipo de reprodução de *Sophora tomentosa* em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro e dezembro de 2002 35
- Tabela 4.1-** Tipos de danos encontrados nas sementes de *Sophora tomentosa*, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, coletadas em 2002 48
- Tabela 4.2-** Peso das sementes de *Sophora tomentosa*, para os anos de 2001 e 2002 51
- Tabela 4.3-** Espécies encontradas no interior dos frutos de *Sophora tomentosa* na Praia da Joaquina, Florianópolis, SC 55

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

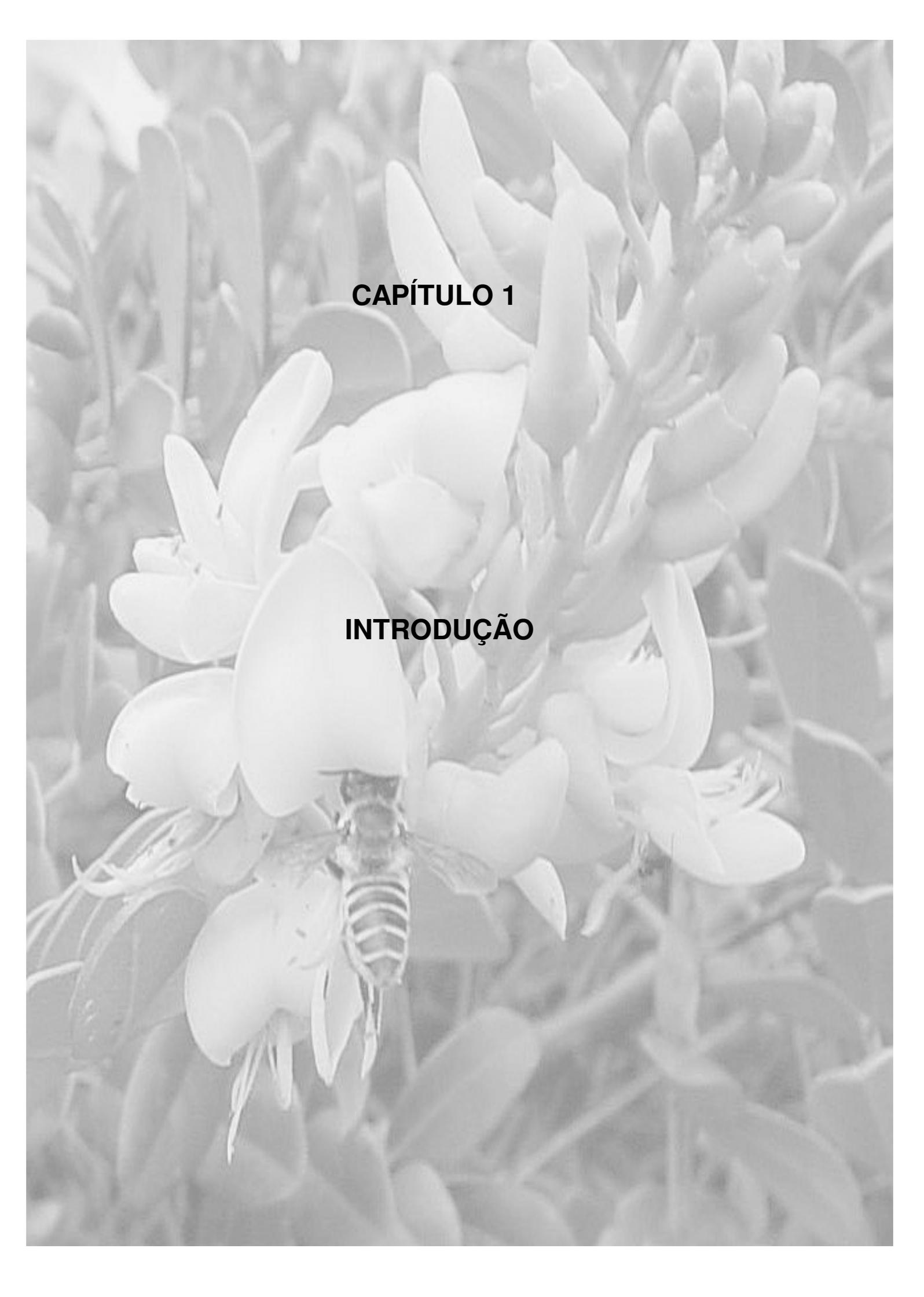
Esta dissertação foi dividida em capítulos. No capítulo 1 – INTRODUÇÃO GERAL – são fornecidas informações gerais sobre a família Leguminosae, a subfamília Faboideae e o gênero *Sophora*, bem como informações referentes a espécie estudada, *Sophora tomentosa*.

No capítulo 2 – ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DA PRAIA DA JOAQUINA, SC – são apresentadas informações sobre a localização e as condições climáticas da restinga estudada, a vegetação de restinga e os trabalhos realizados a nível de comunidade, os usos das restingas e sua importância.

No capítulo 3 – FENOLOGIA REPRODUTIVA, POLINIZAÇÃO E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Sophora tomentosa* L. – são estudados o período de floração e frutificação da espécie, seu horário de antese e a duração de suas flores, os visitantes florais e possíveis polinizadores e o sistema reprodutivo.

No capítulo 4 – FRUTIFICAÇÃO E DANOS EM FRUTOS E SEMENTES DE *Sophora tomentosa* L. – são estudados os causadores de danos em frutos e sementes e o tipo de dano que as sementes podem sofrer. Também são fornecidas informações sobre o percentual de formação de frutos e seu comprimento médio, número de sementes por fruto e seu peso médio.

Nas considerações finais estão apresentadas resumidamente as conclusões dos capítulos 3 e 4.



CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A família Leguminosae possui ampla distribuição geográfica e é representada por aproximadamente 650 gêneros e mais de 18.000 espécies distribuídas em três subfamílias: Mimosoideae, Caesalpinioideae e Faboideae (Barroso *et al.*, 1984). Leguminosae destaca-se das demais famílias pelo elevado número de espécies úteis e pela variedade de produtos que fornece à economia humana. Por exemplo, na alimentação, na utilização de madeira, como planta medicinal, ornamental e forrageira (Battistin, 1983).

Nas raízes das leguminosas formam-se pequenos nódulos resultantes da simbiose de bactérias do gênero *Rhizobium* (Esau, 1985). As leguminosas que vivem em simbiose com essas bactérias podem aproveitar o nitrogênio diretamente da atmosfera. Outros vegetais suprem suas necessidades de nitrogênio presente no solo sob a forma de sais hidrossolúveis, empobrecendo o solo. As leguminosas enriquecem o solo, daí sua grande importância para a agricultura (Schultz, 1984).

A subfamília Faboideae (Papilionoideae) possui 482 gêneros, dentre eles *Sophora* e 12.000 espécies, estando bem representada nas regiões tropicais. A característica mais marcante desta subfamília é a prefloração imbricada-descendente da corola. Suas folhas são em geral trifolioladas, as flores são fortemente zigomorfas com uma grande pétala superior externa. A flor é pentâmera, hermafrodita, com cálice gamossépalo e o fruto é legume. Alguns gêneros nativos pertencentes a esta subfamília são: *Phaseolus*, *Crotalaria*, *Erythrina*, *Andira*, *Dalbergia*, *Indigofera*, *Desmodium*, *Clitoria*, *Mucuna* e *Sophora* (Barroso *et al.*, 1984).

O gênero *Sophora* inclui ervas perenes, arbustos e árvores, com aproximadamente 45-50 espécies, largamente distribuídas principalmente na Eurásia e América do Norte (Peña *et al.*, 2000). Algumas espécies pertencentes a esse gênero são: *S. macrocarpa*, um arbusto endêmico do Chile, que cresce em lugares abertos no baixo dossel e nos bosques com clima mediterrâneo; *S. prostrata*, arbusto rizomatoso da Nova Zelândia, que cresce em pradarias; *S. microphylla*, arbusto da Nova Zelândia; *S. fernandeziana*, espécie do arquipélago de Juan Fernández; *S. chrysophylla*, árvore principal no ecossistema de limite

arbóreo do Hawai (Peña *et al.*, 2000); *S. secundiflora*, conhecida como feijão-vermelho, planta narcótica, alucinógena, do México (Schultz, 1984).

Sophora tomentosa ocorre no litoral de todas as regiões tropicais do mundo (Peña *et al.*, 2000). No Brasil podemos encontrá-la do Nordeste ao Sul (Bechara, 2003). Na Ilha de Santa Catarina, essa espécie pode ser vista em várias restingas, nas praias da Joaquina, Campeche, Daniela, Rio Vermelho entre outras (observação pessoal). É considerada uma espécie típica de dunas móveis e semifixas e é conhecida popularmente como feijão-de-praia (Bresolin, 1979). Essa espécie caracteriza-se por ser um arbusto com até 3 metros de altura (Weiler-Junior, 1998) que na maioria das vezes é encontrado formando touceiras (agrupamentos de indivíduos da mesma espécie) (observação pessoal). *S. tomentosa* possui um sistema radicular muito desenvolvido, sendo até três vezes maior do que a parte aérea da planta (Barros, 1990), com nódulos radiculares (contendo bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*) que podem ser vistos a partir do primeiro mês após a germinação de sementes (Oliveira, 2001).

S. tomentosa foi utilizada na restauração de restinga degradada no Parque Municipal do Rio Vermelho em Florianópolis (Bechara, 2003), por apresentar algumas características, tais como: alta agressividade, formando grandes touceiras que oferecem boa cobertura do solo; crescimento rápido, atingindo a maturidade no primeiro ano; nitrogenação do solo; flores amarelas altamente vistosas e frutificação longa.

O estudo da ecologia reprodutiva de *S. tomentosa* é importante pois são poucos os trabalhos realizados com plantas de restinga, visando verificar os visitantes florais, os predadores de frutos e o sistema de reprodução da planta. A intensificação da atividade humana ao longo da zona costeira tem acarretado a progressiva degradação – e mesmo destruição – de seus componentes biológicos e paisagísticos. Em meio a essa devastação, espécies animais e vegetais são eliminadas, o que restringe a diversidade biótica e põe em risco um valioso patrimônio genético (Araújo & Lacerda, 1987). Trabalhos realizados nesses locais mostram cada vez mais sua alta biodiversidade e heterogeneidade ambiental. Este estudo visa contribuir com informações sobre a ecologia reprodutiva de *S. tomentosa* em área de restinga, fornecendo subsídios para sua utilização na recuperação de áreas degradadas e paisagismo.



CAPÍTULO 2

**ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DA PRAIA DA
JOAQUINA, SC**

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A Ilha de Santa Catarina está localizada entre os paralelos 27°10' e 27°50' de latitude sul e entre os meridianos 48°25' e 48°35' de longitude oeste e apresenta uma superfície de aproximadamente 425 Km², com forma alongada no sentido norte-sul. Possui um entorno bastante acidentado, com presença de pontais, baías e enseadas (Caruso, 1983). A linha da costa é muito recortada e possui uma extensão de 172 km, com 42 praias, onde se podem detectar alguns ambientes tais como: costões rochosos, manguezais e restingas (Herrmann, 1989).

A Ilha de Santa Catarina, de acordo com os critérios do modelo de classificação de Strahler, possui um clima do tipo subtropical úmido e está inserida na região de clima temperado de categoria subquente (CECCA, 1997a). A variação da temperatura em Florianópolis depende da maritimidade, que desempenha um papel regulador e diminui contrastes térmicos. As amplitudes térmicas são moderadas, em torno de 8,06°C anuais. Embora quentes, seus verões não chegam a registrar temperaturas superiores a 40°C e durante o inverno os índices nunca são inferiores a 0°C (Herrmann *et al.*, 1987). A temperatura média anual é de 20,4°C (CECCA, 1997a).

As precipitações são bem distribuídas durante o ano e seu ritmo é regulado pela Frente Polar (Herrmann *et al.* 1987; CECCA, 1997a; Horn-Filho *et al.*, 1998). A média pluviométrica anual para o período de 1911-1984 foi de 1521 mm (Herrmann *et al.*, 1987). As chuvas são menos abundantes nos meses de inverno, normalmente leves e contínuas, e mais abundantes em fevereiro, e neste mês são quase sempre rápidas e torrenciais (CECCA, 1997a). A umidade relativa do ar apresenta média anual elevada (82,14%), em função da posição geográfica e do caráter úmido da massa Tropical Atlântica (Herrmann,1989).

Os ventos dominantes na ilha são do quadrante norte. Os ventos sudeste, sul e nordeste apresentam freqüências menores, seguidos pelos do sudoeste e noroeste. O vento sul, apesar da menor freqüência, apresenta as maiores velocidades, que ultrapassam 20m/s (Herrmann *et al.*, 1987; Herrmann, 1989) e está sempre associado à atuação da massa polar (CECCA, 1997a).

A área de estudo se localiza no litoral leste da Ilha de Santa Catarina, na Restinga da Praia da Joaquina ($27^{\circ}36'57''S$ e $48^{\circ}27'27''W$), situada dentro do distrito da Lagoa da Conceição, em Florianópolis, SC. Essa área pertence ao Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, decreto municipal n° 1.261, de 23 de maio de 1975 (CECCA, 1997b).

A área está vinculada aos campos de dunas de sedimentação quaternária dispostos no sentido norte-sul entre o maciço costeiro da Lagoa da Conceição (altitude 390 m) e o Morro do Gravatá (altitude 154 m) (Santos, 1995). O campo de dunas da Joaquina (Figura 2.1) possui comprimento de aproximadamente 3,5 km e largura que varia de 1,2 a 2,0 km (Caruso Jr., 1993). Suas dunas podem atingir 40 metros de altura em alguns locais (CECCA, 1997a). A Praia da Joaquina estende-se para o sul, limitando-se com a Praia do Campeche. Está voltada para os ventos fortes do quadrante sudeste, mostrando-se bastante influenciada pelas ondas, marés e correntes litorâneas, que determinam sua dinâmica praial. O campo de dunas da praia da Joaquina possui areia com granulometria fina e média (Santos, 1995).

O setor norte da Praia da Joaquina tem sofrido uma forte erosão (Horn-Filho *et al.*, 1998) e suas dunas apresentam-se alteradas pela ação antrópica ligada ao turismo e às instalações do balneário. A porção mais ao sul encontra-se menos perturbada, mas a influência humana pode ser detectada nas acumulações de lixo, nas trilhas e presença de espécies exóticas pertencentes aos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (Santos, 1995). A expansão imobiliária tem tomado grandes porções das dunas, o que vem comprometendo seriamente a faixa localizada entre a Lagoa da Conceição e a Praia da Joaquina. Sem a vegetação, as dunas, que estavam fixas, movem-se agora com grande rapidez na direção do vento procedente do quadrante sul, e invadem vias e residências (Herrmann *et al.*, 1987).



Figura 2.1 – Vista parcial do campo de dunas da restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

2.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NO PERÍODO DE ESTUDO

Na figura 2.2 são apresentados os dados de temperatura média, mínima e máxima para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003. O mês com temperatura média mais alta foi março de 2002 ($26,3^{\circ}\text{C}$), e com temperatura média mais baixa foi julho de 2002 ($17,3^{\circ}\text{C}$). Na Ilha de Santa Catarina, o mês com temperatura mais alta foi fevereiro, com média de $24,5^{\circ}\text{C}$, e o mês com temperatura mais baixa foi julho, com média de $16,4^{\circ}\text{C}$ (Herrmann *et al.*, 1987; Horn-Filho *et al.*, 1998). A temperatura máxima do período de estudo ocorreu no mês de novembro de 2002 ($37,5^{\circ}\text{C}$), e a mínima no mês de junho de 2002 ($4,7^{\circ}\text{C}$).

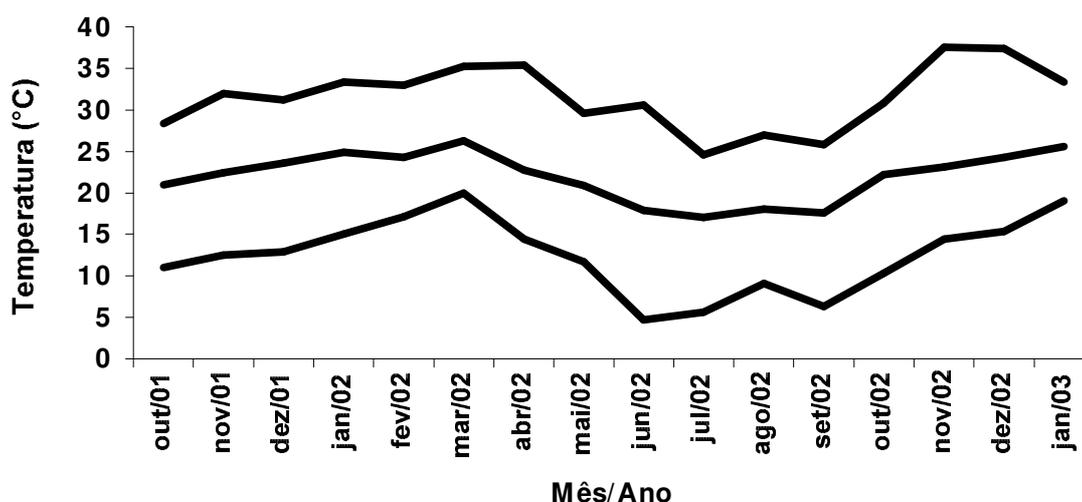


Figura 2.2 - Dados de temperatura (média, mínima e máxima) para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003 para a cidade de Florianópolis, SC (Dados da Estação Meteorológica São José/Florianópolis/EPAGRI/CLIMERH/SC).

Os dados de precipitação pluviométrica mensal para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003 estão apresentados na figura 2.3. O mês que apresentou a maior precipitação pluviométrica foi janeiro de 2002 (234,5mm), e a menor, foi junho de 2002 (37,2mm).

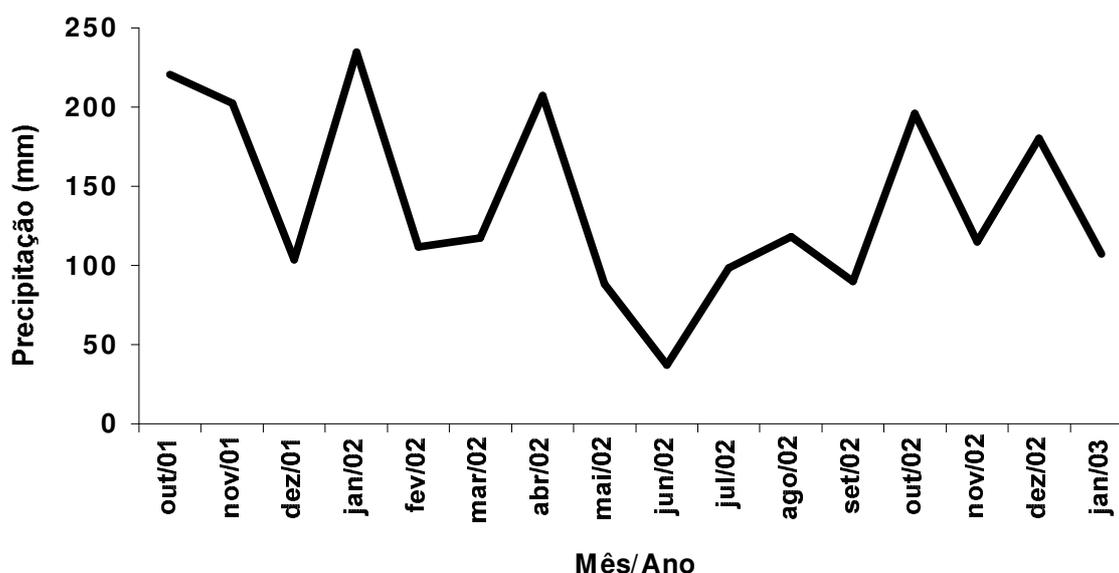


Figura 2.3 - Dados de precipitação pluviométrica (mm) para o período de outubro de 2001 a janeiro de 2003, para a cidade de Florianópolis, SC (Dados da Estação Meteorológica São José/Florianópolis/EPAGRI-CLIMERH/SC).

2.3. RESTINGA

Entende-se por restinga 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. Essas 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 (Conama, 1999).

As planícies de restinga constituem, juntamente com os terraços de construção marinha, as formas de relevo mais importantes do compartimento praial, e são constituídas por uma série de cordões arenosos alongados e estreitos, formando uma sucessão de cristas e cavas. As cristas exibem retrabalhamento eólico, ao passo que as cavas tem aspecto brejoso e paludial, abrigando, inúmeras vezes, estreitos e alongados cursos d'água, drenados artificialmente em direção à praia (Herrmann & Rosa, 1991 apud Santos, 1995).

Os processos responsáveis pela configuração da paisagem de dunas costeiras são bióticos e abióticos, e estão em constante interação. Os processos geomorfológicos estão relacionados com a ação da água e do vento, e os processos biológicos estão relacionados com a sucessão da vegetação e a estabilização do sistema (Martínez *et al.*, 1993).

As Áreas de Preservação de Dunas foram delimitadas com o objetivo de proteger esse recurso paisagístico de grande valor ecológico e interesse turístico, que é totalmente inviável à ocupação humana e à agricultura. Nesta delimitação estão incluídas as dunas móveis, semi-fixas e fixadas pela vegetação (Herrmann *et al.*, 1987).

2.4. VEGETAÇÃO DE RESTINGA

A vegetação de restinga compreende formações originalmente herbáceas, subarbustivas, arbustivas ou arbóreas, que podem ocorrer em mosaicos. As restingas também podem possuir áreas ainda naturalmente desprovidas de vegetação. 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, que encontra nesse ambiente disponibilidade de alimentos e locais seguros para nidificar e proteger-se dos predadores (Conama, 1999).

As restingas possuem um tipo de vegetação característica, que é resultante direta do tipo de solo, sendo por isso chamada formação vegetal edáfica. Esse é o primeiro fator desfavorável enfrentado pelas plantas. Trata-se de um solo arenoso, profundo e móvel. Essa área mal consolidada é extremamente permeável e pobre em substâncias nutritivas. Para se estabelecer sobre esse substrato, a vegetação tem de desenvolver um intrincado e comprido sistema de raízes, capazes de garantir a sua fixação e a absorção de água do lençol freático (Caruso, 1983). O solo arenoso, em muitos lugares, apresenta alta salinidade, onde só podem desenvolver-se plantas capazes de suportar este excesso de cloreto de sódio (Bresolin, 1979). A vegetação de restinga é caracterizada também pelo nanismo de espécies (Henriques *et al.*, 1986).

Para que uma espécie se estabeleça na restinga, principalmente nas dunas móveis e semi-fixas, deve apresentar algumas características morfológicas entre as mencionadas: porte reduzido ou rasteiro, sistema radicular profundo, folhas reduzidas, revestidas com uma camada de cera, pequeno número de estômatos na face abaxial das folhas pilosas, limbo em geral de consistência coriácea e brilhante, para refletir os raios solares. Os arbustos têm caules duros, com abundante e rija ramificação, formando copas compactas e arredondadas. (Bresolin, 1979; Caruso, 1983).

A salinidade do substrato e o constante soterramento por areia são características comuns em todas as regiões costeiras do mundo. As espécies que crescem predominantemente nessas regiões possuem certa tolerância a esses fatores. Muitos estudos têm demonstrado que sementes de espécies de dunas

costeiras são capazes de germinar em condições de alta salinidade. Essa tolerância à salinidade permite que as sementes sejam dispersadas pelo mar. As sementes da maioria das espécies predominantes de dunas costeiras são capazes de germinar quando são cobertas pela areia. Essa capacidade de emergência depende do tamanho da semente e da profundidade em que foram enterradas. As plântulas de espécies que crescem em dunas são tolerantes ao soterramento. Seu crescimento é estimulado quando elas são soterradas (Martínez *et al.*, 1993).

Vários estudos de classificação de comunidades vegetais de restingas foram realizados por diversos pesquisadores.

Na restinga de Carapebus (Rio de Janeiro) foram classificados sete tipos de formação vegetal, correspondendo desde formações herbáceas até florestas. *Sophora tomentosa* foi encontrada na Formação Praial Graminóide e na transição para a Formação Pós-Praia. A Formação Praial Graminóide apresenta uma composição florística semelhante às praias de outras restingas na costa do Brasil. No entanto, a largura dessa formação é bem menor e apresenta maior abundância de *Cereus pernambucensis* e *Sophora tomentosa*, em comparação com outras restingas (Henriques *et al.*, 1986).

Bresolin (1979) dividiu a vegetação litorânea da Ilha de Santa Catarina em diferentes habitats: vegetação de ante-dunas, dunas móveis e semi-fixas e vegetação típica de dunas fixas. *Sophora tomentosa* foi considerada uma espécie característica e exclusiva de dunas móveis e semi-fixas.

A resolução do CONAMA nº 261, de 30 de julho de 1999, reconhece três tipos básicos de classificação fitofisionômica para as restingas de Santa Catarina: restinga herbácea/subarbusciva (vegetação de praias e dunas frontais; vegetação de dunas internas e planícies; vegetação de lagunas, banhados e baixadas), restinga arbustiva (primária ou original; estágios inicial, médio e avançado de regeneração da restinga arbustiva) e restinga arbórea (primária ou original; estágios inicial, médio e avançado de regeneração da restinga arbórea).

A área de estudo se localiza na vegetação de praias e dunas frontais e é constituída predominantemente por plantas herbáceas, geralmente providas de estolões ou rizomas, com distribuição geralmente esparsa ou formando touceiras, podendo compreender vegetação lenhosa, com subarbuscos em densos agrupamentos, fixando e cobrindo totalmente o solo. Corresponde aos

agrupamentos vegetais mais próximos do mar, recebendo maior influência da salinidade marinha, através de ondas e respingos trazidos pelo vento. Nesse ambiente, há predominância dos estratos herbáceo e ou subarbustivo, a altura das plantas geralmente não ultrapassa 1 m, as epífitas são inexistentes ou raras, as lianas (trepadeiras) apresentam-se predominantemente rastejantes, a serapilheira é considerada irrelevante para a caracterização da vegetação e o sub-bosque inexistente (Conama, 1999).

Alguns trabalhos foram realizados na restinga da Praia da Joaquina visando o conhecimento de sua vegetação. Um estudo feito por Castellani & Folchini (1995) analisou a variação da vegetação ao longo de uma transecção de 200m, perpendicular à praia. A região foi dividida em 3 setores. No primeiro setor, que envolve a duna embrionária e a duna frontal propriamente dita, ocorreram, mais próximas ao mar, as espécies *Blutaparom portulacoides*, *Paspalum vaginatum* e *Panicum racemosum*, que juntas com *Ipomoea imperati*, *Senecio crassiflorus* e *Hydrocotyle bonariensis* compuseram a associação vegetal das dunas embrionárias. Na duna frontal foram registradas 26 espécies, sendo *Panicum racemosum* a de maior cobertura. Outras espécies expressivas foram *Alternanthera maritima*, *Spartina ciliata* e *Ipomoea imperati*. No segundo setor, classificado como duna secundária, em área mais protegida, das 28 espécies registradas, *Remirea maritima*, *Panicum racemosum* e *Spartina ciliata* são as mais relevantes. No terceiro setor, classificado como baixada úmida, com 100m de extensão, *Petunia littoralis*, *Stylosanthes viscosa* e *Centella asiatica* são as espécies dominantes.

Em outro trabalho realizado na restinga da Praia da Joaquina, as espécies pioneiras, *Panicum racemosum* e *Blutaparom portulacoides*, foram consideradas de grande importância na formação e fixação das ante-dunas (Santos, 1995).

As áreas de restingas são protegidas pelo código florestal (Lei federal nº 4771, de 15/09/1965) e pela Resolução nº 04/85 do Conama, e conseqüentemente, são consideradas pelo Plano Diretor do município como área de preservação permanente (APP). Apesar disso, sua vegetação vem sendo constantemente destruída (CECCA, 1997b).

Na última década, a vegetação das restingas vem sendo descaracterizada pela intensa extração de areia, utilização das áreas para lazer de maneira

irracional e implantação de loteamentos, o que torna difícil saber qual era a vegetação primitiva desse ecossistema (Cordazzo & Costa, 1989).

A vegetação de restinga representava originalmente cerca de 7%, (29,6 km²) da cobertura vegetal da Ilha de Santa Catarina. Dessa área, 22,4% foi desmatada até o ano de 1978. No passado, esta destruição era devido à agricultura e à abertura de pastos, mas a ameaça atual às restingas é devido à expansão urbana gerada pelo turismo (Caruso, 1983; CECCA, 1997a).

A flora desses sistemas inclui espécies exclusivas de dunas e espécies invasoras ou secundárias. A conservação desses ambientes costeiros não é importante só por sua biodiversidade, mas também para manter espécies endêmicas. O manejo e conservação de dunas costeiras tem que considerar as espécies e os processos que ocorrem constantemente (Martínez *et al.*, 1993). A conservação das dunas frontais com vegetação é de grande importância, pois protegem as áreas litorâneo–costeiras. A vegetação oferece resistência à ação do vento, das ondas, das correntes de maré e das tempestades. As plantas, mesmo sofrendo os processos erosivos, migram e continuam protegendo a praia (Cruz, 1998).



CAPÍTULO 3

**FENOLOGIA REPRODUTIVA, POLINIZAÇÃO E
SISTEMA REPRODUTIVO DE *Sophora tomentosa* L.**

3.1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da biologia da reprodução de uma espécie é de fundamental importância, pois indica a maneira pela qual a mesma garante sua sobrevivência e perpetuação ao longo dos tempos (Battistin, 1983).

A fenologia de uma espécie depende das suas características adaptativas e das condições ambientais às quais a espécie está sujeita (Aguiar, 1992). Dentre os fatores que podem influenciar a produção de flores em uma espécie está o fotoperiodismo, em relação ao qual as plantas reagem diferentemente. Enquanto umas florescem precocemente quando recebem maior quantidade de luz, outras só florescem quando submetidas a um regime diário de luz reduzida e para outras o fotoperiodismo não exerce nenhuma influência sobre a antese das flores. Outros dois fatores importantes que exercem influência na floração são temperatura e nutrientes (Battistin, 1983). Os nutrientes também exercem influência na formação de frutos, como também a irradiação e temperatura (Ebadi & Coombe, 1996).

A sincronização na reprodução entre plantas de uma mesma espécie e a floração das espécies de uma mesma comunidade em períodos separados ocorrem para disponibilizar recursos energéticos das plantas para os polinizadores e dispersores em diferentes períodos do ano (Aguiar, 1992).

Existe uma relação muito íntima entre flores, frutos e sementes, pois o ovário da flor dará origem ao fruto e os óvulos se desenvolverão em sementes. O número de sementes produzidas tem relação com a quantidade de recursos disponíveis (Primack, 1987).

Quando uma planta produz mais flores do que frutos e mais óvulos do que sementes, essas características têm sido associadas com a polinização insuficiente, limitação de recursos, aborto seletivo de frutos e sementes e predação. Essa grande produção de flores com reduzida produção de frutos pode ser devido ao fato de que grande quantidade de flores atraem mais polinizadores (Stephenson, 1981).

A flor é um órgão que tem sua função relacionada com a reprodução da planta e suas diversas características físicas são de fundamental importância na atração dos polinizadores. Sua forma, cheiro, posição espacial e disposição dos órgãos sexuais irão estimular a percepção dos visitantes. A combinação de características florais indicará o tipo de vetor de pólen que a planta irá atrair, ou seja, sua síndrome floral (Faegri & van der Pijl, 1979).

A associação polinizador-planta em geral é mutualística, ocorrendo uma troca de benefícios que requer investimentos mútuos destes organismos. Para beneficiar o visitante que esteja funcionando como vetor eficiente, a planta pode esconder o pólen em partes florais, onde apenas aquele agente conseguirá alcançá-lo. Em muitos casos as adaptações recíprocas entre um certo polinizador e uma planta tornam-se tão especializadas, que podem restringir o número de visitantes ou de competidores, e podem garantir uma polinização eficiente para a flor ou um vôo de coleta rendoso e lucrativo para o visitante (Santos, 1998). Insetos podem visitar flores não somente à procura de recursos alimentares, mas também à procura de abrigo e local propício para a postura de ovos e reprodução (Faegri & van der Pijl, 1979).

Para que a polinização seja eficiente o polinizador deve coletar pólen ativamente ou contactar as anteras com diferentes partes do corpo; deve entrar em contato com o estigma da flor durante sua visita; deve ter alta frequência de visitas e circular entre as flores da mesma espécie. A visita do polinizador deve estar sincronizada com o horário de abertura das flores e o período de receptividade do estigma (Ehrenfeld, 1979; Lindsey, 1984). Por sua vez, a planta deve ser atraente aos polinizadores e ter suas estratégias de oferta dos produtos florais. Quando estas características ocorrem o resultado é uma eficiente transferência de pólen para o estigma receptivo da planta. Polinização eficiente resultará em frutos bem desenvolvidos e com grande número de sementes (Santos, 1998).

Os insetos são os polinizadores mais abundantes e diversos que existem. Pelo menos 67% das Angiospermas dependem dos insetos para a polinização (Santos, 1998). Dentre os insetos que visitam flores estão as abelhas, que são consideradas os polinizadores mais eficientes em quase todos os ecossistemas onde ocorrem as Angiospermas (Kevan *et al.*, 1990 apud Santos, 1998), devido a sua alta capacidade de transportar pólen (Ehrenfeld, 1979).

Plantas melíferas é o nome dado às plantas, cujos principais polinizadores são os himenópteros, principalmente abelhas e vespas (Faegri & van der Pijl, 1979). Flores adaptadas à síndrome de melitofilia apresentam algumas dessas características: área para pouso que funciona nas pétalas das flores; guias de néctar que refletem o ultravioleta e conduzem as abelhas ao néctar escondido; coloração arroxeadada contrastante, amarela e azul; e pequeno número de estames (Faegri & van der Pijl, 1979; Roubik, 1992). Muitas plantas nativas e boa parte das plantas cultivadas são polinizadas por abelhas, ou seja, dependem das abelhas para formação de sementes e frutos (Santos, 1998).

Abelhas de diferentes tamanhos terão acesso a uma grande variedade de fontes de néctar. E sua morfologia, principalmente do aparelho bucal, vai determinar a eficiência na coleta do néctar. A quantidade de néctar que cada planta oferece aos seus visitantes é muito variável, obrigando as abelhas a visitarem um maior número de flores para suprirem suas necessidades nutricionais (Roubik, 1992).

O pólen é outro recurso procurado pelas abelhas nas flores. As fêmeas o transportam em escopas, corbículas ou misturado ao néctar. As abelhas precisam manipular e armazenar o pólen em locais específicos no corpo, para então transportá-lo até o ninho onde se encontram suas larvas. Algumas abelhas apresentam adaptações para a coleta de pólen em determinados tipos de flores. Por exemplo, algumas abelhas das famílias Anthophoridae e Megachilidae possuem pêlos longos no maxilar, que são usados para coletar pólen de corolas estreitas (Roubik, 1992).

Na família Leguminosae ocorreram várias diferenciações morfológicas nas flores, e conseqüentemente nos mecanismos de polinização, que surgiram em resposta às forças seletivas responsáveis pela evolução desta família (Battistin, 1983).

A família Leguminosae em geral possui flores variadas, sempre cíclicas, de simetria radial até fortemente zigomorfas, como é o caso da subfamília Papilionoideae, a qual pertence o gênero *Sophora*. As Papilionoideae possuem uma pétala bem maior chamada estandarte ou vexilo, duas laterais livres que são as asas ou alas e duas inferiores, soldadas ao longo da linha de contato, cujo conjunto é denominado quilha ou carena (Joly, 1975; Barroso *et al.*, 1984).

O estandarte nas Papilionoideae está associado à atração dos insetos polinizadores, enquanto que a quilha protege a coluna estaminal e, juntamente com as asas, serve de plataforma de desembarque dos polinizadores (Arroyo, 1981).

Muitos são os visitantes florais encontrados em leguminosas, e dentre eles estão as abelhas que visitam as flores para obter o néctar e o pólen. Desse modo, elas entram em contato com os estames e o estigma, podendo promover a polinização. Em *Astragalus australis*, em Clallam County, Washington, Kaye (1999) observou *Bombus appositus*, *Bombus bifarius nearcticus* e *Bombus occidentalis occidentalis* e algumas abelhas solitárias, como *Osmia* sp., *Anthidium tenuiflorae* e *Megachile melanophaea calogaster*. No Alaska, *Megachile* sp. foi observada por McGuire (1993) em *Hedysarum boreale* e *Hedysarum alpinum*, como sendo seu visitante mais importante. *Megachile* sp. é também a possível polinizadora de *Vigna luteola* no Parque Rivadavia (Argentina) (Agullo *et al.*, 1993) e uma visitante de *Phaseolus vulgaris* em Salta (Argentina), embora esta leguminosa tenha como polinizadores efetivos as abelhas *Bombus atratus* e *Centris* sp. (Hoc & García, 1999).

Em dunas frontais, ambiente onde se localiza *Sophora tomentosa*, (Bresolin, 1979), as espécies de abelhas que agem como polinizadoras precisam ser resistentes às condições adversas que podem ocorrer nesta região (Gottsberger *et al.*, 1988). Temperatura e velocidade do vento são fatores que podem influenciar na taxa de visitação dos insetos nas flores, porque afetam a atividade de vôo dos mesmos (Kearns & Inouye, 1993). Por isso, são comuns nessas regiões abelhas maiores, como *Xylocopa* e *Centris*, que se adaptam bem às condições adversas da região de dunas. Outras abelhas, porém, também podem ser encontradas na região de dunas frontais à procura de pólen e néctar, como *Apis mellifera* e *Pseudaugochloropsis pandora* (Gottsberger *et al.*, 1988).

O sucesso na polinização vai depender do sistema de reprodução da planta e da disponibilidade e eficiência do polinizador ao longo da floração (Fenner, 1985). As plantas apresentam sofisticados mecanismos para evitar a autofecundação e para forçar a polinização cruzada, geradora da variabilidade genética na população. A maioria das Angiospermas depende de animais como vetores do seu pólen para aumentar a probabilidade e o sucesso da polinização cruzada (Santos, 1998).

Algumas espécies de leguminosas na ausência de polinizadores podem recorrer à autogamia (facultativa) para ter sucesso na reprodução. Em *Centrosema pascuorum* (Mart.), as vagens se desenvolvem sem ocorrer a abertura do botão floral, indicando a ocorrência de autofecundação na fase de botão (Battistin, 1983).

Neste capítulo foram estudadas algumas características da biologia reprodutiva de *S. tomentosa*, tendo como objetivos estabelecer o período de floração e frutificação da espécie; verificar o horário da antese e duração das flores; determinar os visitantes florais e dentre eles os possíveis polinizadores e determinar o sistema reprodutivo.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. ESPÉCIE ESTUDADA

Sophora tomentosa possui inflorescência racemosa, terminal; flor longo-pedicelada com 15-20 mm de comprimento e cor amarela (figura 3.1); pedicelo com até 11 mm de comprimento; cálice com dentes pouco evidentes, densamente pubescente, medindo 5-8 mm de comprimento; vexilo medindo 16-20 mm de comprimento; 10 estames, fundidos na base, formando uma bainha muito curta (menor que 1/3 do comprimento dos filetes); ovário curtamente estipitado, pubescente, com cerca de 12 mm de comprimento (Weiler-Junior, 1998). O fruto é legume moniliforme e as sementes globosas (Barroso *et al.*, 1984). A dispersão das sementes é autocórica e hidrocórica (tanto o fruto inteiro como as sementes podem flutuar na água do mar) (Bechara, 2003).



Figura 3.1- Inflorescência de *Sophora tomentosa* com três botões e uma flor na restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

3.2.2. FENOLOGIA REPRODUTIVA, ANTESE E DURAÇÃO DAS FLORES

Visando determinar os períodos de floração e de frutificação, foram marcadas 60 inflorescências com etiquetas vinílicas, nos meses de outubro e novembro de 2001, 30 inflorescências no período entre o final de fevereiro e o final de abril de 2002 e 50 inflorescências no período entre o final de outubro e final de dezembro de 2002. Estas inflorescências estavam distribuídas em cinco touceiras (agrupamento com vários indivíduos da mesma espécie) na área de estudo. As inflorescências marcadas foram acompanhadas enquanto estavam produzindo flores. Nas inflorescências marcadas em 2001, as flores foram contadas semanalmente e os frutos quinzenalmente. Já nas inflorescências marcadas em 2002, flores e frutos foram contados semanalmente. Os frutos que amadureciam eram contados e retirados, para evitar uma possível recontagem.

Foram determinados o horário de abertura e a duração das flores, a partir do acompanhamento de 20 botões em pré-antese, marcados no dia anterior às observações. Os botões foram observados a cada 2 horas, a partir das 06 horas da manhã. Essas flores foram observadas até o final da tarde e durante os dias seguintes para determinar sua duração.

3.2.3. VISITANTES FLORAIS

Para se determinar os visitantes florais e dentre eles os possíveis polinizadores, foram feitas observações visuais no período da manhã e no período da tarde, nos meses de novembro e dezembro de 2002. Nessas observações foram determinados quais recursos florais (pólen e/ou néctar) utilizados pelos insetos mais comuns, se existe contato de partes do corpo desses insetos com as anteras e o estigma da flor, qual o número de flores que os insetos mais comuns visitam por touceira e a duração de cada visita. Foram realizadas algumas capturas de insetos nas flores, com o auxílio de sacos plásticos, no decorrer de todo o período de floração.

Os insetos coletados nas flores foram levados ao Laboratório de Ecologia Animal, e com o auxílio de uma lupa, foram determinados os locais de deposição de pólen nos seus corpos. Eles foram identificados no Centro de Ciências Agrárias (Laboratório de Entomologia) da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis e no CDzoo - Centro de Estudos Faunísticos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, onde estão depositados nas respectivas coleções. A espécie estudada foi coletada e depositada no Herbário FLOR (Nº 31565) da Universidade Federal de Santa Catarina.

3.2.4. SISTEMA REPRODUTIVO

Para o estudo do sistema reprodutivo de *Sophora tomentosa*, foram realizados os seguintes tratamentos em março de 2002, com base na metodologia de Kearns & Ynouye (1993): polinização cruzada e autopolinização espontânea. Foram ensacadas (com papel amanteigado) 40 flores na fase de botão em pré-antese, para o tratamento de autopolinização espontânea, e 35 para o tratamento de polinização cruzada. As flores marcadas estavam distribuídas ao longo das inflorescências. Todas as flores ensacadas foram identificadas quanto ao tratamento recebido, através de etiquetas vinílicas de cores diferentes. Nas

flores onde foi aplicado o tratamento de polinização cruzada, o pólen foi retirado de flores de outros indivíduos da espécie e transferido manualmente com o auxílio de um pincel, após a retirada dos estames.

Em experimentos realizados em outubro e novembro de 2002 foram utilizados sacos confeccionados com tecido do tipo organza em vez de sacos de papel. Foram repetidos os tratamentos de polinização cruzada e autopolinização espontânea e realizados os tratamentos de agamospermia e polinização aberta (controle). Foram marcados 50 botões em pré-antese para cada um dos tratamentos e para o controle.

Para os testes de agamospermia, flores foram emasculadas, antes da liberação do pólen. Essas flores permaneceram ensacadas de 7 a 10 dias, quando então os sacos foram retirados para a verificação da formação ou não de frutos.

Os botões marcados para verificar a polinização aberta (controle) permaneceram expostos aos visitantes florais.

3.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. FENOLOGIA REPRODUTIVA, ANTESE E DURAÇÃO DAS FLORES

O período de floração de *Sophora tomentosa* foi acompanhado a partir de outubro de 2001, com a floração já iniciada, até janeiro de 2003, apresentando um pico de floração nos meses de outubro e novembro de 2001 (figura 3.2). Nos meses de janeiro de 2002, a taxa de floração atingiu um nível muito baixo, próximo a zero, aumentando novamente em março, com um segundo pico de menor intensidade (figura 3.2). Nos meses seguintes, a taxa foi decaindo até cessar totalmente no início de junho (figura 3.2). No mês de outubro de 2002 teve início nova floração da espécie, apresentando um pico em novembro (figura 3.2). Em dezembro a floração começou a diminuir, até atingir níveis muito baixos no final de janeiro de 2003 (figura 3.2).

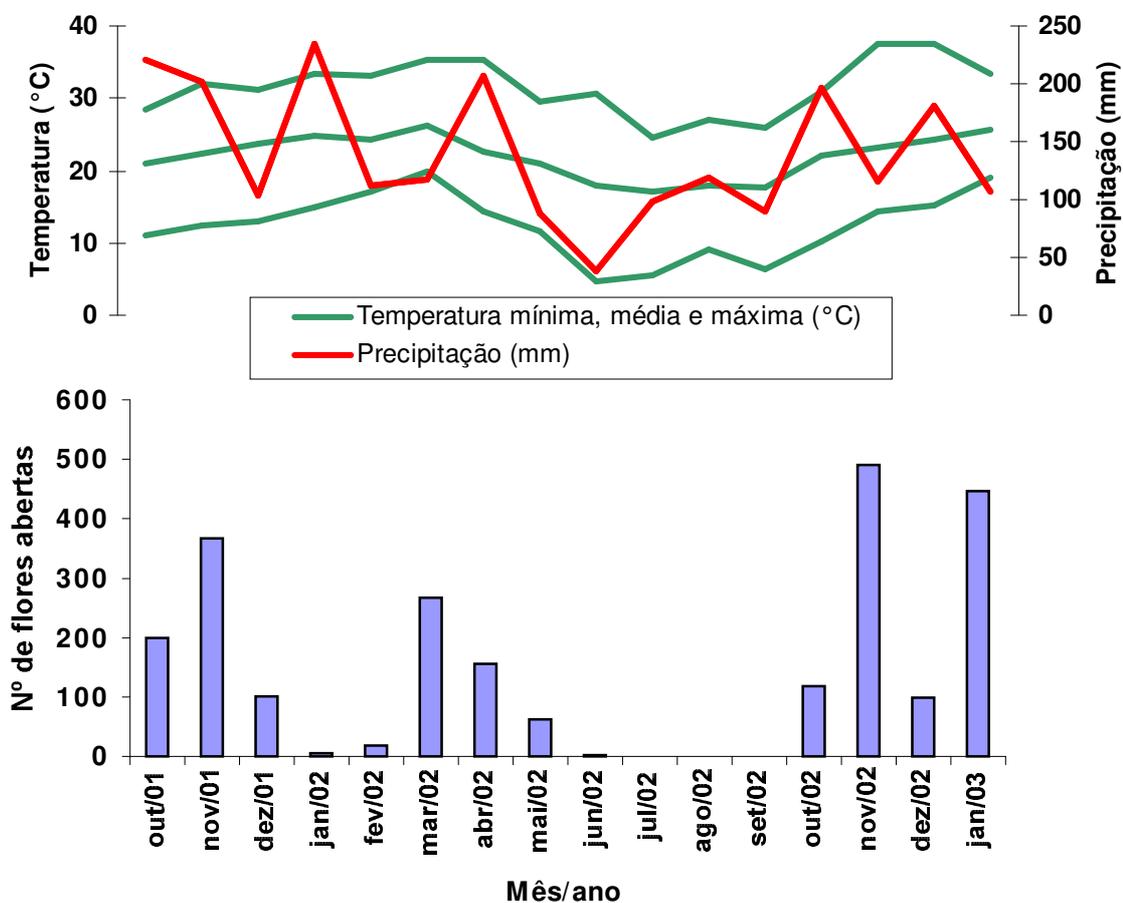


Figura 3.2- Temperaturas, precipitação e período de floração de *Sophora tomentosa*, de outubro de 2001 a janeiro de 2003, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

O período de frutificação já havia iniciado quando as observações começaram. Podemos notar na figura 3.3 três picos de frutos verdes (novembro a janeiro de 2002, abril de 2003 e dezembro de 2002) e dois de frutos maduros (janeiro de 2002 e janeiro de 2003).

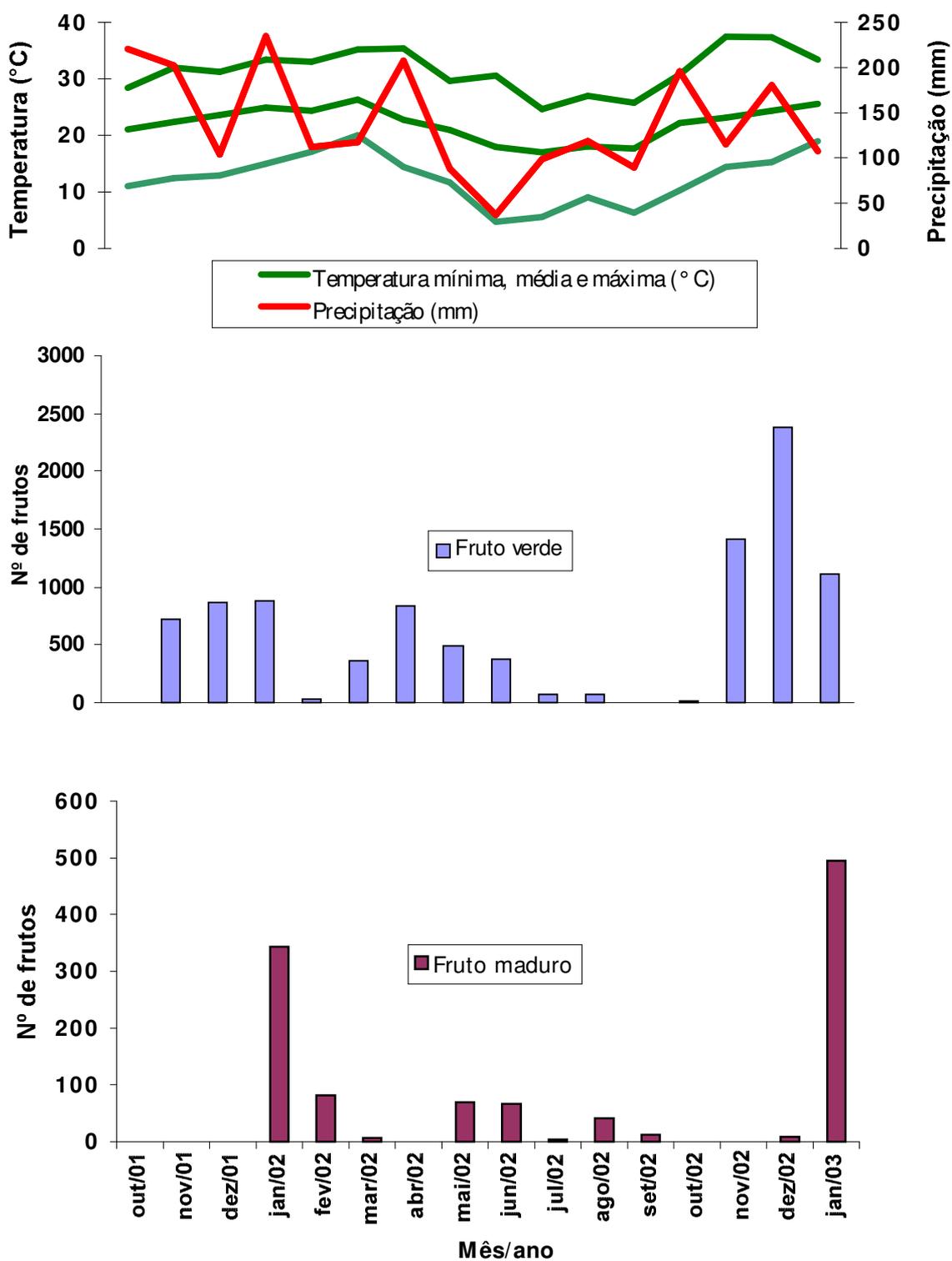


Figura 3.3- Temperaturas, precipitação e período de frutificação (frutos verdes e maduros) de *Sophora tomentosa*, de outubro de 2001 a janeiro de 2003, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

A maior produção de flores e frutos em *Sophora tomentosa* ocorreu em meses com temperatura e precipitação relativamente elevadas. Em *Senna alata* (Leguminosae), o período de maior floração coincide com o período de maior pluviosidade e maiores temperaturas (Aguiar, 1992). A temperatura e a umidade relativa podem influenciar a produção e o desenvolvimento de botões, flores e frutos (Fenner, 1985; Ferri, 1986; Larcher, 1986).

Outro fator que pode influenciar os períodos de floração e frutificação é a necessidade dos indivíduos dentro de uma população coordenarem sua reprodução, para atrair polinizadores que efetuem a polinização cruzada e atrair dispersores para as sementes (Janzen, 1980; Primack, 1987).

A antese das flores de *Sophora tomentosa* é diurna, não existindo um horário definido para a abertura da flor, podendo ocorrer desde o início da manhã até o final da tarde. Em cada inflorescência abrem de 2 a 5 flores novas por dia. A quantidade de pólen na antera está muito reduzida 1 ou 2 horas após a abertura das flores. Após o primeiro dia, a flor vai perdendo aos poucos seu “viço” e a corola cai após quatro ou cinco dias. Ocorrendo a fecundação da flor, o pequeno fruto poderá ser visto após a queda da corola. O cálice verde persiste, por alguns dias, na base do fruto jovem. Diferentemente de *S. tomentosa*, em algumas espécies, as flores caem poucas horas após a antese. Por exemplo, as flores de *Vigna luteola* (Leguminosae - Papilionoideae) caem de 6 a 8 horas após a antese (Agullo *et al.*, 1993). A maior permanência das flores de *S. tomentosa* na planta deve estar associada com atração de visitantes, sem o aumento de custos energéticos para a planta. Isso ocorre principalmente com espécies que vivem em ambientes com escassez de recursos, por exemplo, *Lotus scoparius* (Leguminosae) (Jones & Cruzan, 1999).

3.3.2. VISITANTES FLORAIS

Foram observadas cinco espécies de abelhas (tabela 3.1), uma de borboleta, uma de formiga, duas de besouros e um beija-flor visitando as flores de *Sophora tomentosa*.

3.3.2.1- Hymenoptera

As cinco espécies de abelhas pertencem a três diferentes famílias de Hymenoptera (tabela 3.1).

Tabela 3.1- Espécies de abelhas (Hymenoptera) visitantes de *Sophora tomentosa* e os recursos que buscavam em suas flores em novembro e dezembro de 2002, na Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Família	Espécie	Recurso	
		Néctar	Pólen
Megachilidae	<i>Pseudocentron</i> sp.	X	X
Anthophoridae	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) brasilianorum</i> (Linné, 1767)	X	
	<i>Epicharis</i> sp.	X	
Halictidae	<i>Dialictus (Chloralictus)</i> sp.		X
	<i>Augochloropsis</i> sp.	X	

Megachilidae é uma família que possui muitas espécies e ocorre em todo o mundo. As abelhas desta família possuem duas características distintas: as fêmeas de todas as suas espécies não parasitas carregam pólen apenas no abdômen, em uma escopa ventral, e utilizam-se de material coletado fora dos ninhos para construção de suas células de cria, principalmente pedaços de folhas e resinas vegetais. Alguns grupos podem utilizar também o barro para esta finalidade. Seus ninhos podem ser construídos no solo ou em orifícios na madeira. A maioria das espécies é solitária (Silveira *et al.*, 2002).

O gênero *Pseudocentron* reúne um grande número de espécies brasileiras, algumas das quais muito comuns (Silveira *et al.*, 2002). *Pseudocentron* sp. visita de uma a três flores por inflorescência e, em média, 10 inflorescências por touceira. Suas visitas variam de 2 segundos em flores mais velhas a 10 segundos em flores recém abertas. Esta espécie não consegue visitar as flores em início de abertura. Ela coloca a cabeça na pequena abertura entre as pétalas da flor, e com a ajuda das patas dianteiras tenta abri-la, mas não consegue (figura 3.4 A). Nessa tentativa de abertura da flor, sua cabeça e suas patas dianteiras tocam os estames, que nessa fase já estão com o pólen liberado. Quando a visita acontece em uma flor recém aberta, a abelha empurra o vexilo para cima com a cabeça e as asas e a quilha (pétalas) para baixo com as pernas e introduz a cabeça na base da corola para tomar néctar. Com esse comportamento de visita, os estames e o estigma que ficam protegidos pelas quilha e asas são expostos rapidamente, tocando o seu abdômen ventralmente (figura 3.4 B). Enquanto toma o néctar, essa abelha movimentava as patas medianas e traseiras sobre os estames em direção ao abdômen, realizando a coleta do pólen e armazenando seus grãos em suas escopas, na parte ventral do abdômen. Foi observado, sob a lupa, grande quantidade de grãos de pólen na parte ventral do abdômen e um pouco nas patas traseiras e medianas.

Também foi observado *Pseudocentron* sp. sobre as folhas de *Sophora tomentosa*, carregando um pequeno pedaço de folha. Este comportamento de coleta de folhas é comum nesta família, que utiliza estes pedaços de folhas na construção de seus ninhos (Faegri & van der Pijl, 1979; Silveira *et al.*, 2002).

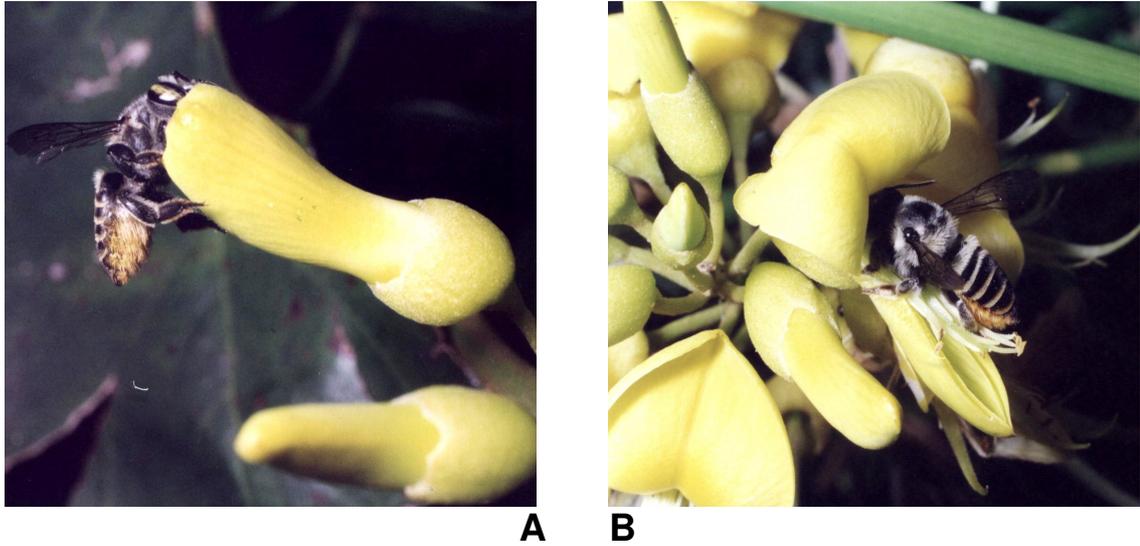


Figura 3.4- *Pseudocentron* sp. (Megachilidae) visitando flores de *Sophora tomentosa*. A: *Pseudocentron* sp. força as pétalas da flor na tentativa de abri-la. B: essa abelha coleta o néctar enquanto o pólen é depositado no seu abdômen. Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC em novembro de 2002.

Anthophoridae é uma família com ampla distribuição principalmente nas regiões tropicais (Roubik, 1992). O gênero *Xylocopa* ocorre em todas as regiões tropicais e temperadas mais quentes do mundo, possuindo mais de 700 espécies e cerca de 50 ocorrem no Brasil (Silveira *et al.*, 2002).

Xylocopa (Megaxylocopa) brasilianorum (Linné, 1767) (figura 3.5) pode visitar até 40 flores de *Sophora tomentosa* por touceira. Suas visitas são rápidas, de 1 a 2 segundos em cada flor. Quando essa abelha pousa na flor, que está iniciando a abertura, ela força com as patas traseiras a quilha e as asas para baixo, e assim consegue tomar o néctar. Enquanto coleta o néctar, a parte ventral da abelha entra em contato com o estigma e as anteras, ficando assim o pólen em contato com o tórax e a parte anterior do abdômen do indivíduo. Nas observações sob a lupa, os indivíduos dessa espécie apresentavam poucos grãos de pólen pelo corpo.

O gênero *Xylocopa* é mencionado como visitante de outras leguminosas, além de *Sophora tomentosa*. *Canavalia rosea* é visitada por *Xylocopa frontalis* no município de São Luís do Maranhão (Gottsberger *et al.*, 1988). Em Anak Krakatau (Indonésia), *Canavalia rosea* é visitada por *Xylocopa latipes* (Gross, 1993).



Figura 3.5- *Xylocopa (Megaxylocopa) brasilianorum* (Anthophoridae) visitando flor de *Sophora tomentosa* na restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002.

Epicharis é um gênero moderadamente diverso, que ocorre desde a Argentina e Bolívia até o México. É considerado o grupo irmão de *Centris* (Silveira *et al.*, 2002). *Epicharis* sp. foi observada poucas vezes visitando as flores de *Sophora tomentosa*, com visitas rápidas que duravam de 3 a 4 segundos em cada flor, e em poucas flores por touceira. Por se tratar de uma espécie rara, as observações não foram muito conclusivas. A espécie, aparentemente, estava só à procura de néctar.

Halictidae é uma família que ocorre no mundo todo, reunindo abelhas pequenas e médias. A maioria das espécies nidifica no solo, mas algumas constroem seus ninhos em madeira morta. *Dialictus* é o maior gênero de Halictidae, com 245 espécies descritas, que se distribuem nas regiões Neártica,

Neotropical e Paleártica. No Brasil, são conhecidas 24 espécies (Silveira *et al.*, 2002).

Dialictus (Chloralictus) sp. é a menor abelha observada visitando flores de *Sophora tomentosa*. Suas visitas podem durar vários minutos. *Dialictus (Chloralictus)* sp. (figura 3.6) pousa na flor e caminha sobre os estames coletando pólen. Ao manipular o pólen ela toca o estigma, pois este se localiza junto aos estames. Essa característica da flor permite que essa abelha promova a autopolinização (autogamia). As abelhas dessa espécie foram observadas sob a lupa, e constatou-se que possuíam grande quantidade de pólen na parte anterior do abdômen e principalmente nas patas posteriores e medianas, podendo levar o pólen de uma flor para outra e promover a polinização cruzada. Essa espécie não foi observada coletando néctar.



Figura 3.6- *Dialictus (Chloralictus)* sp. visitando flor de *Sophora tomentosa* na restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002.

Augochloropsis possui 138 espécies, a maioria das quais ocorrendo na América do Sul e algumas poucas alcançando a América do Norte. Este gênero possui uma coloração metálica brilhante (Silveira *et al.*, 2002). *Augochloropsis* sp. foi vista apenas uma vez visitando flores de *Sophora tomentosa*. Suas visitas

foram rápidas (2 a 3 segundos por flor) e em poucas flores por touceira. Possuía pouco pólen pelo corpo, e pelo seu comportamento, estava somente à procura de néctar.

Um polinizador eficiente é caracterizado por sua abundância, capacidade de transportar pólen sobre o corpo, fidelidade à espécie visitada (Ehrenfeld, 1979; Lindsey, 1984) e capacidade de contatar o estigma (Sugden, 1986). Dentre todas as espécies de abelhas que visitam as flores de *Sophora tomentosa*, *Pseudocentron* sp. (Megachilidae) possui características de um eficiente polinizador. Essa espécie possui uma alta frequência de visitas durante toda a floração da planta, visitando várias flores por touceira e em várias touceiras diferentes, coletando pólen com grande eficiência, e contatando também o estigma, podendo promover polinização cruzada. Se o seu abdômen possuir pólen de visitas anteriores, poderá transferi-lo para o estigma da flor, promovendo a polinização cruzada. As demais espécies de abelhas podem transportar o pólen e ajudar na polinização cruzada, mas não com a mesma eficiência. *Xylocopa* (*Megaxylocopa*) *brasilianorum* também possui alta frequência de visitas durante toda a floração de *Sophora tomentosa*, mas o seu comportamento de visitas e seu tamanho (maior que a flor) fazem com que ela se torne um polinizador menos eficiente. *Dialictus* (*Chloralictus*) sp. também é encontrada durante toda a floração de *Sophora tomentosa*, porém seu tamanho reduzido não garante o contato eficiente de seu corpo com o estigma.

O fato de terem sido encontradas cinco espécies de abelhas visitando as flores de *Sophora tomentosa*, sendo três delas frequentes durante a floração e, portanto, potenciais polinizadores, confirma o mencionado por Faegri & van der Pijl (1979); esses autores verificaram que muitas espécies de Papilionoideae são polinizadas por abelhas.

Abelhas grandes, como *Xylocopa* e *Epicharis*, e médias, como *Pseudocentron*, observadas visitando flores de *Sophora tomentosa* são resistentes às condições adversas encontradas nas regiões de dunas, segundo Gottsberger *et al.* (1988).

3.3.2.2. Outros visitantes

A borboleta *Panoquina panoquinoides eugeon* (figura 3.7 A) foi um visitante comum em flores de *S. tomentosa*, visitando poucas flores por touceira. Quando encontrava uma flor recém aberta, permanecia nela por até 10 segundos. Essa espécie de lepidóptero se posiciona normalmente ao lado da flor, e introduz o aparelho bucal na base da corola para coletar o néctar. Devido ao seu comportamento de visita e à morfologia do seu corpo, não toca os estames e o estigma, sendo considerada ladra de néctar. As flores de Papilionoideae, incluindo as de *S. tomentosa*, de uma maneira geral, não possuem as características das flores polinizadas por mariposas e borboletas. As flores visitadas por lepidópteros possuem geralmente tubo da corola longo e estreito, normalmente proporcional ao tamanho da probóscide do lepidóptero (Proctor & Yeo, 1975). Essas flores não precisam de plataforma de pouso, pois os insetos pairam ao lado da flor para se alimentar do néctar (Raven, 1978). Enquanto toma o néctar, o lepidóptero pode tocar estames e estigma, com a cabeça ou com a probóscide, e efetivar a polinização (Proctor & Yeo, 1975).

Duas espécies de besouros foram encontradas visitando as flores de *S. tomentosa*. Ambos os besouros, *Lystronychus* sp. (Alleculidae) (figura 3.7 B) e *Horistonotus* sp. (Elateridae), permaneceram nas flores por vários minutos, sempre com 2 ou 3 indivíduos por flor. Provavelmente, utilizam a flor não só como fonte de alimento, mas também como abrigo e local de reprodução. O besouro *Lystronychus* sp. foi visto em cópula dentro da flor. Este besouro permanecia por muito tempo caminhando sobre estames e estigma, podendo promover a autopolinização. O besouro *Horistonotus* sp. (menor do que o besouro *Lystronychus* sp.) não foi visto sobre os estames e estigma e provavelmente devido ao seu tamanho reduzido não promovia a autopolinização. Ele passava a maior parte do tempo próximo à base da corola

Faegri & van der Pijl (1979) também mencionam que coleópteros podem agir como polinizadores, embora a maioria possua os corpos lisos, não sendo ideais para o transporte de pólen.

As flores polinizadas por besouros possuem geralmente as seguintes características: nenhum guia de néctar, geralmente são grandes e solitárias,

possuem cores sombrias ou brancas, apresentam intenso odor e seus óvulos são bem protegidos (Raven, 1978; Faegri & van der Pijl, 1979). Estas características acima não são encontradas em Papilionoideae.

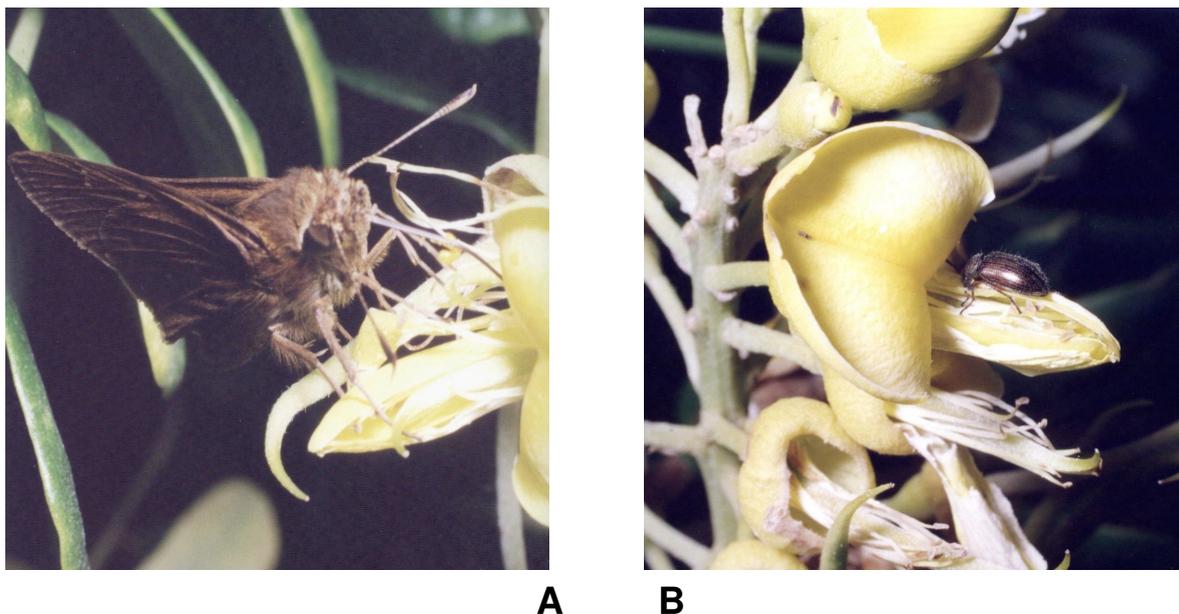


Figura 3.7- Visitantes florais de *Sophora tomentosa*: A: borboleta (*Panoquina panoquinoides eugeon*), e B: besouro (*Lystronychus* sp.). Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro de 2002.

Camponotus rufipes (Formicidae) foi um visitante muito comum nas flores de *S. tomentosa*. Essa espécie visitava flores recém-abertas e velhas, e permanecia nelas por vários minutos. Normalmente, eram vistos dois ou três indivíduos por flor, caminhando dentro da corola, muitas vezes sobre estames e estigma, mas permaneciam a maior parte do tempo próximos à base da corola à procura de néctar. Indivíduos dessa espécie também foram vistos dentro do cálice persistente, na base de frutos jovens.

Sabe-se que as formigas se interessam por substâncias açucaradas, visitam as flores para se alimentar de néctar. As formigas são, em sua maioria, pequenas e seus corpos não estão adaptados para o transporte de pólen. Elas

podem se mover dentro das flores sem tocar anteras e estigma (Proctor & Yeo, 1975; Faegri & van der Pijl, 1979). O comportamento de visita de *Camponotus rufipes* pode provocar a autopolinização de *S. tomentosa*, pois enquanto caminha sobre os estames, pode provocar a queda de alguns grãos de pólen sobre o estigma.

Um beija-flor foi observado, por três vezes, visitando as flores de *S. tomentosa*, à procura de néctar. Ele visitava três a quatro flores por inflorescência, com duração de um a dois segundos por flor.

3.3.3. SISTEMA REPRODUTIVO

No experimento de reprodução cruzada, foi observada a formação de apenas um fruto de um total de 35 botões, representando 2,8%, e no de autopolinização espontânea, dois frutos foram formados, de um total de 40 botões, representando 5%. Essa baixa frutificação foi devida à grande queda de flores. Supõe-se que as flores caíram devido ao aumento da produção de etileno, aumento este que pode ter sido causado pelas altas temperaturas no período, e pelos possíveis traumas ocorridos durante o manuseamento dos botões florais (Ferri, 1986; Arteca, 1996), quando da realização dos experimentos. Além disso, o ensacamento da flor com papel favorece a concentração do etileno no interior do saquinho.

Visando diminuir esse efeito, em um novo experimento, substituiu-se o papel amanteigado dos sacos por tecido organza, proporcionando uma maior ventilação para as flores. Os resultados dos experimentos feitos em novembro e dezembro de 2002 estão na tabela 3.2. Pôde-se verificar que a polinização espontânea (controle do experimento) atingiu o maior percentual de formação de frutos, seguida pela polinização cruzada. Os resultados mostram que *S. tomentosa* é autocompatível, mas dependente de vetores de pólen para que ocorra maior frutificação.

Tabela 3.2- Percentual de formação de frutos para diferentes tratamentos, visando determinar o tipo de reprodução de *Sophora tomentosa* em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em novembro e dezembro de 2002.

	Nº flores marcadas	Frutos formados	%
Polinização aberta / controle	50	39	78
Polinização cruzada	50	35	70
Autopolinização espontânea	50	24	48
Agamospermia	50	9	18

O posicionamento do androceu e do gineceu nas flores de *S. tomentosa* possibilita a autopolinização espontânea. Com exceção de espécies fortemente autoincompatíveis, a autogamia é responsável por uma proporção muito grande na produção de sementes. A autogamia normalmente é acidental. O pólen simplesmente cai das anteras sobre o estigma, fecundando a flor (Faegri & van der Pijl, 1979). O vento ou a visita de qualquer inseto pode provocar a autopolinização. Na maioria das plantas existe uma diferença na velocidade de crescimento do tubo polínico. Quando o pólen é da mesma planta, o tubo polínico se desenvolve mais lentamente do que quando o pólen é oriundo de outra planta. Essa característica diminui o percentual de autofecundação (Faegri & van der Pijl, 1979).

A subfamília Papilionoideae é considerada autoincompatível por Faegri & van der Pijl (1979). Mas, assim como *S. tomentosa*, outras espécies de leguminosas, inclusive de Papilionoideae, também são autocompatíveis, produzindo sementes por autogamia. Por exemplo, *Lupinus nanus* (Karoly, 1992), *Senna alata* (Aguar, 1992), *Vigna luteola* (Agullo *et al.*, 1993) e *Austragalus australis* (Kaye, 1999) possuem reprodução cruzada e também autofecundação.

Sophora tomentosa é uma espécie característica de dunas móveis e semi-fixas, ambiente com grande insolação, pouca disponibilidade de água e nutrientes e muito vento. Esta espécie apresenta um número considerável de visitantes. Porém esses visitantes podem, em determinados dias, não realizar suas visitas por causa das condições climáticas. A atividade de vôo das abelhas, principais visitantes de *Sophora tomentosa*, pode ser influenciada pela velocidade do vento e pela temperatura (Kearns & Inouye, 1993), comprometendo a polinização cruzada. Possuir autogamia e agamospermia, nestes casos, pode garantir a sua reprodução. Segundo Faegri & van der Pijl (1979) e Karoly (1992), a autogamia facultativa e a agamospermia podem trazer benefícios para as plantas que vivem em ambientes com limitação de polinizadores, garantindo a elas sucesso reprodutivo.



CAPÍTULO 4

**FRUTIFICAÇÃO E DANOS EM FRUTOS E SEMENTES
DE *Sophora tomentosa* L.**

4.1. INTRODUÇÃO

Para que novos indivíduos se estabeleçam numa população, devem ter suas flores polinizadas e seus óvulos fertilizados, para formar frutos que contêm as sementes. Essas sementes ficam sujeitas a muitos perigos, como por exemplo, escapar de predadores, e devem ser dispersadas em substratos satisfatórios para germinarem e crescerem. Qualquer evento que reduza a habilidade de uma espécie para se reproduzir pode induzir à raridade dessa espécie e impedir sua conservação (Kaye, 1999).

As principais causas de mortalidade de óvulos e sementes durante a fase de pré-dispersão são: ineficiência de polinização, deficiência de recursos da planta-mãe para maturar o total de óvulos fecundados, aborto de frutos devido a combinações gênicas deletérias e perda de frutos e sementes por predação ou demais agentes patogênicos (Fenner, 1985).

A falha na polinização pode ser por escassez de polinizador ou devido a sua ineficiência. Outra possível causa de baixa produção de sementes é a autopolinização em espécies que normalmente são de polinização cruzada (Fenner, 1985).

Mesmo quando não há limitação de polinizadores, muitas plantas produzem menos frutos do que flores. Uma planta que sofre um desfolhamento parcial terá sua produção de frutos e de sementes reduzida, pois a planta terá que substituir as folhas perdidas, e com isto suas reservas serão reduzidas. Quando ocorre a predação de parte das flores de uma planta, não significa que sua produção de sementes será reduzida, porque muitas plantas produzem um grande número de flores para atrair polinizadores. As plantas podem “perceber” a perda de uma flor e produzir uma nova flor para compensar aquela perdida (Janzen, 1971).

Deve existir algum tipo de seleção que determine quais frutos devem se desenvolver. Estudos tem mostrado que as primeiras flores polinizadas tem maior chance de chegar a fruto maduro (Fenner, 1985; Grimm,1995).

Aborto de frutos estragados pode ser uma adaptação da planta. Este aborto pode ser compensado com o maior crescimento dos frutos restantes (Janzen, 1971). Estudos de abortos em sementes de leguminosas sugerem que a

limitação de recursos afeta a produção de sementes mais do que a disponibilidade de polinizadores (Lee & Bazzaz, 1982).

Muitas plantas, mesmo crescendo em condições favoráveis, com polinização adequada, possuem uma porcentagem considerável de óvulos que não se desenvolvem. Estas perdas podem ter uma base genética. O processo sexual pode produzir uma frequência alta de combinações de genes letais em óvulos e pólen. O defeito pode aparecer antes ou depois da fertilização (Fenner, 1985).

Outro fator que reduz a produção de sementes é o ataque de predadores aos frutos e às sementes. Os frutos e as sementes representam um alimento potencial para animais herbívoros que buscam tecidos ricos em nutrientes (Janzen, 1980; Fenner, 1985). Esse recurso está disponível para qualquer inseto ou outro animal capaz de explorá-lo. Não é uma surpresa que uma proporção grande de sementes possa ser perdida para predadores antes e depois de amadurecer (Fenner, 1985).

Entre os predadores de sementes de leguminosas se encontram os bruquídeos (Bruchidae, Coleoptera). Estes insetos podem atacar as sementes antes ou depois da dispersão. Quando esta utilização ocorre antes da dispersão, os predadores são chamados de predadores de sementes pré-dispersão e quando a predação ocorre depois da dispersão, eles são chamados de predadores de sementes pós-dispersão (Janzen, 1969).

Muitas leguminosas possuem mecanismos de defesa que ajudam a diminuir a ação de predadores. Janzen (1971) agrupou as defesas de leguminosas em três principais tipos: 1) defesas químicas; 2) saciação do predador, onde a produção de sementes é superior à capacidade de consumo dos predadores; e 3) imprevisibilidade de recursos, em que a frutificação ocorre em intervalos plurianuais irregulares.

As defesas químicas encontradas nas sementes de uma planta podem ou não ser as mesmas encontradas em suas partes vegetativas, pois são encontrados predadores diferentes para cada uma dessas partes da planta. Essas características de defesa estão relacionadas ao orçamento total de energia da planta. Os alcalóides e aminoácidos encontrados nas sementes de algumas leguminosas evitam a maioria dos ataques de bruquídeos (Janzen, 1969), porém

algumas espécies de bruquídeos desenvolveram resistência a esses alcalóides tóxicos e aminoácidos (Janzen, 1971).

Janzen (1969) destacou duas estratégias diferentes para leguminosas escaparem de predadores de sementes. Algumas espécies possuem um número reduzido de sementes por fruto, com sementes maiores. Com a redução no número de sementes a planta pode investir numa maior qualidade das mesmas e na manutenção de substâncias químicas de defesa. Outras espécies sofreram seleção para um número maior de sementes (com tamanho reduzido) por fruto, e redução de substâncias químicas de defesa. Esse tamanho de semente reduzido teria evoluído como forma de evitar a predação. Essa estratégia conduz, segundo o autor, à saciedade do predador por excesso de alimento (Janzen, 1969).

Algumas espécies de leguminosas, como *Cassia grandis*, para escaparem de predadores utilizam a estratégia de frutificação em intervalos de dois anos. O grande número de sementes promove a saciedade do bruquídeo *Pygiopachymerus lineola*. A distância entre as frutificações faz a população deste bruquídeo ser reduzida, pois enquanto procura uma nova colheita de sementes ele fica exposto a vários agentes de mortalidade. Se a distância entre os indivíduos da população de *Cassia grandis* for grande e se suas frutificações forem sincronizadas, haverá uma maior porcentagem de escape de sementes. Este é um clássico sistema de predador-presa, onde as flutuações de ambas as populações estão ligadas entre si (Janzen, 1970).

Em *Mimosa somnians*, a imprevisibilidade do número de sementes viáveis produzidas poderia consistir num mecanismo de defesa, por impedir a otimização da quantidade de ovos deixados pelo predador em cada fruto (Lomônaco, 1994).

Algumas leguminosas apresentam defesas mecânicas contra a predação. *Mimosa acutistipula* possui as sementes com formato extremamente achatado, sendo que essa característica parece limitar a ação de predadores. *Phaseolus linearis* possui um fruto com uma casca muito resistente e sementes com aspecto compacto e duro (Lomônaco, 1994).

Janzen (1969) encontrou uma taxa de predação por bruquídeo, em *Pithecellobium samam*, de 46 %. A taxa de predação total de sementes de *Senna australis* apresentou diferentes valores nos três anos estudados. A predação variou também ao longo do período de frutificação sempre apresentando uma diminuição gradativa do início para o final do período (Pimentel, 1997).

Lomônaco (1994) constatou que em *Bauhinia pulchella* (Leguminosae), a taxa de predação em sementes, causada por bruquídeos, foi de 11,6% e em *Mimosa somnians*, *Mimosa acutistipula* e *Phaseolus linearis* (Leguminosae), essas taxas foram, respectivamente, 4,3%, 0,7% e 4,1%.

Os bruquídeos também possuem seus predadores. Muitos microhimenópteros são seus parasitóides e suas fêmeas caminham sobre o fruto maduro tocando a superfície com as antenas e em determinados locais fazem a oviposição. O ovipositor penetra o fruto e o ovo é colocado diretamente sobre as larvas de bruquídeos. Algumas larvas empupam e emergem do casulo pupal construído pelo hospedeiro, outras constroem seu próprio casulo (Pimentel, 1997).

A família Bruchidae não é a única família de Coleoptera a causar danos em sementes de leguminosas. Zidko (2002), estudando as associações de coleópteros com estruturas reprodutivas de espécies florestais arbóreas nativas do Estado de São Paulo, verificou a ocorrência de coleópteros das famílias Anobilidae, Anthribidae, Curculionidae e Scolytidae predando as sementes de seis leguminosas.

Além dos coleópteros, outros insetos podem atacar sementes de leguminosas. Larvas de Lepidoptera entram pelos buracos de saída de outros bruquídeos ou por rachaduras na parede da vagem (Janzen, 1970). Green & Palmbald (1975) relataram que larvas de Lepidoptera mastigavam o pericarpo do fruto em desenvolvimento de duas espécies, *Astragalus cibarius* e *Astragalus utahensis*, formando um buraco, podendo assim se alimentar das sementes imaturas. As larvas de *Brachyacma palpigera* (Gelechiidae-Lepidoptera) se alimentam de sementes de *Pithecellobium pallens* (Grimm, 1995).

Os himenópteros *Chlorochora uhleri*, *C. ligata* e *Tollius setosus* perfuram os frutos de *Astragalus cibarius* e *Astragalus utahensis* (Leguminosae) com seu aparelho bucal e atingem suas sementes, aparentemente injetam uma secreção digestiva e sugam o conteúdo interno da semente (Green & Palmbald, 1975). Esses insetos sugadores das sementes em desenvolvimento causam uma redução no número de sementes viáveis (Janzen, 1971).

Neste capítulo objetiva-se estabelecer o percentual de formação de frutos e seu comprimento médio; verificar o número de sementes por fruto e o peso médio da semente; estabelecer o percentual de sementes sem danos, malformadas e com danos e determinar os organismos causadores de danos aos frutos e às sementes.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. FRUTIFICAÇÃO

Para se determinar o percentual de formação de frutos, foram marcados, em outubro de 2001, 118 botões de 44 inflorescências e, em outubro de 2002, 50 botões de 18 inflorescências. As inflorescências marcadas estavam distribuídas em três touceiras (agrupamento contendo vários indivíduos da espécie). As inflorescências foram marcadas com etiquetas vinílicas em sua base e os botões com linhas coloridas. Estes botões foram acompanhados até que os frutos estivessem totalmente maduros.

Para calcular o percentual de frutos perdidos, que não chegaram a amadurecer, e o número de semanas que o fruto necessita para amadurecer, frutos verdes foram acompanhados semanalmente até o amadurecimento. De outubro de 2001 a fevereiro de 2003 foram acompanhados 226 frutos em 25 inflorescências.

Foram coletados aleatoriamente 60 frutos maduros, em julho de 2001, e 100 frutos maduros, em fevereiro de 2002. Os frutos coletados em 2001 foram colocados separadamente em sacos plásticos e os frutos coletados em 2002 foram colocados separadamente em sacos de papel e levados ao laboratório, onde foram verificados o comprimento e os danos dos frutos coletados. Foi realizado o teste t, ao nível de 5% de probabilidade, para comparar as médias dos comprimentos dos frutos nos dois anos de estudo.

4.2.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES

Os frutos coletados foram abertos e suas sementes contadas e pesadas individualmente. Foi realizado o teste t, ao nível de 5% de probabilidade, para comparar as médias do número de sementes e o peso médio das sementes nos dois anos de estudo. Com o auxílio de uma lupa, as sementes foram separadas em três grupos: as sem danos, as malformadas e as que apresentavam danos, e neste caso, foi avaliado qual o tipo de dano (oca, furada, fungada, murcha, oca/fungada, furada/fungada e murcha/fungada). As sementes de cada fruto foram guardadas em recipientes de vidro fechados com nylon, à espera de eclosões de insetos predadores. Os insetos encontrados no interior dos frutos e os que eclodiram das sementes armazenadas foram enviados para identificação no CDzoo - Centro de Estudos Faunísticos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, onde estão depositados. Um exemplar da espécie estudada foi depositado no Herbário FLOR (Nº 31565) da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foi feita uma análise de correlação, de acordo com Brower & Zar, (1984), para os seguintes casos: tamanho do fruto e número de sementes e número de sementes por fruto e peso médio da semente.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. FRUTIFICAÇÃO

Os frutos de *S. tomentosa* são verdes quando jovens. Quando os frutos são formados o cálice da flor fica aderido a eles e aos poucos se torna seco e cai. Os frutos crescem inicialmente em comprimento, atingindo o seu tamanho final em poucas semanas e, posteriormente, crescem em diâmetro. Em *Pithecellobium pallens* (Leguminosae) os frutos também crescem primeiro em comprimento e depois em diâmetro (Grimm, 1995).

A taxa de formação de frutos, a partir de botões, foi de 25,4 %. *Canavalia rosea* (Leguminosae de restinga) possui taxa de formação de frutos, a partir de botões, de 2 % (Scherer & Arruda, 1999). Em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae de restinga) a taxa de formação de frutos foi acima de 50% (Santos & Arruda, 1995).

Verificou-se, no período de estudo, que 28,9 % dos frutos formados foram eliminados pela planta, antes da maturação. Este resultado é semelhante ao encontrado por Janzen (1970) para *Cassia grandis* (Leguminosae): 20% dos frutos jovens não danificados foram abortados. Grimm (1995) verificou uma perda de 28% dos frutos imaturos de *Pithecellobium pallens* (Leguminosae). Essas perdas ocorrem principalmente porque a planta não possui recursos energéticos para amadurecer todos os frutos que são formados (Grimm, 1995).

Os frutos de *S. tomentosa* que são formados durante a primavera levaram de 6 a 10 semanas para amadurecer (7,9 semanas em média). Já os frutos formados durante o outono levam de 8 a 15 semanas (11,1 semanas em média). Os frutos formados na primavera possuem um amadurecimento mais rápido, pois seu crescimento e amadurecimento será durante a primavera e verão, período do ano com maiores temperaturas e precipitações que o inverno. *Cassia grandis* leva até 12 meses para amadurecer seus frutos (Janzen, 1970).

Após analisar os 60 frutos coletados em julho 2001, verificou-se que os tamanhos variaram de 2,4 a 15,5 cm, com média de 7,8 cm e desvio padrão de 2,7 cm. A análise dos 100 frutos coletados em fevereiro de 2002 mostrou que os tamanhos variaram de 4,1 a 15,3 cm, com média de 9,2 cm e desvio padrão de 2,0 cm. As coletas dos frutos foram feitas em estações do ano diferentes, justificando a aplicação do teste t para comparação das médias. O resultado do teste t mostrou que as médias dos tamanhos dos frutos não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Na figura 4.1 podemos observar a grande variação nos tamanhos dos frutos de *S. tomentosa*. O tamanho médio de fruto calculado para 2002 está de acordo com o citado por Weiler-Júnior (1998), que foi de aproximadamente 10 cm para frutos de *Sophora tomentosa* no Espírito Santo. Em 2001 o tamanho médio foi menor do que o citado pelo autor.



Figura 4.1 – Diferentes tamanhos de frutos de *Sophora tomentosa*, coletados em 2002 na Restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Na figura 4.2 pode-se observar que os tamanhos predominantes de frutos em 2001 estão situados entre 7 e 9 cm, e em 2002, entre 9 e 11 cm.

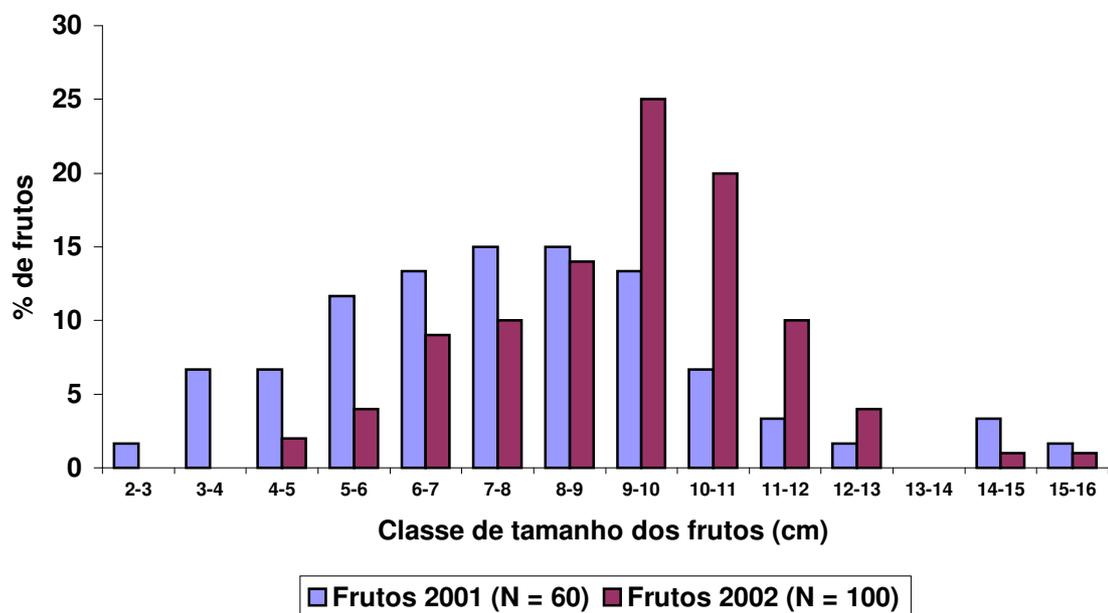


Figura 4.2- Percentual de frutos de *Sophora tomentosa* para diferentes classes de tamanhos em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Entre as leguminosas existe uma grande variação no tamanho dos frutos. *Bauhinia pulchella* possui um tamanho médio dos frutos de 12,7 cm, *Mimosa acutistipula* 5,9 cm, *Mimosa somnians* 5,9 cm, *Phaseolus linearis* 7,4 cm (Lomônaco, 1994) e *Canavalia rosea* 8,6 cm (Scherer & Arruda, 1999).

Dos 60 frutos analisados em 2001, 18 (30%) apresentaram furos causados por insetos. Dos 100 frutos analisados em 2002, 59 (59%) apresentaram furos causados por insetos, sendo que, dentre estes, 28 foram observados com alguns insetos (formigas, coleópteros e larvas de insetos), no momento da abertura dos frutos.

Os frutos de *Sophora tomentosa* são indeiscentes e permanecem na planta-mãe por vários meses, o que os torna mais expostos a sucessivas predações. Suas sementes serão dispersas quando o pericarpo apodrecer. *Pithecellobium palens* (Leguminosae) também retém seus frutos na planta-mãe durante vários meses (Grimm, 1995).

4.3.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES

A quantidade de sementes por fruto, verificada em 2001, variou de 1 a 11, sendo a média de 4,8 sementes e desvio padrão de 2,2 sementes. Para 2002, a quantidade variou de 2 a 12 sementes, sendo a média de 6,16 sementes e desvio padrão de 2,1 sementes. Calculando-se o teste t para comparar as médias, verificou-se que estas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Weiler-Júnior (1998) encontrou, para *Sophora tomentosa*, no Espírito Santo, um número médio de 10 sementes por fruto.

Verificou-se, em 2001 e 2002, coeficientes de correlação altos de 0,79 e 0,74, respectivamente, entre o tamanho de fruto e o número total de sementes por fruto. Nas figuras 4.3 e 4.4 observa-se uma tendência de aumento do número de sementes com o aumento do tamanho do fruto. A ocorrência de frutos com comprimentos maiores e com poucas sementes pode ser explicada pelo fato de algumas sementes não chegarem a se desenvolver, resultado de não fecundação dos óvulos ou aborto das sementes.

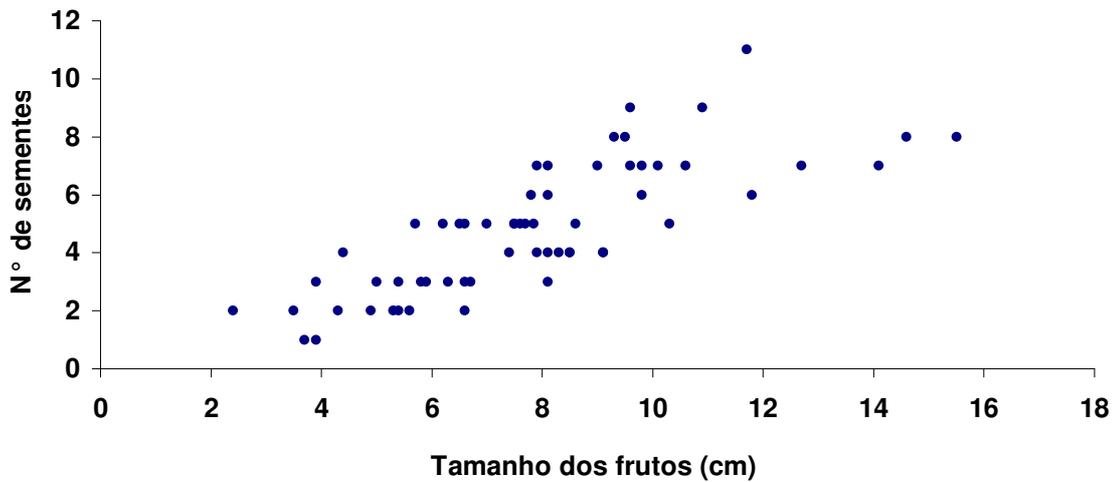


Figura 4.3 - Relação entre tamanho de fruto e número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2001.

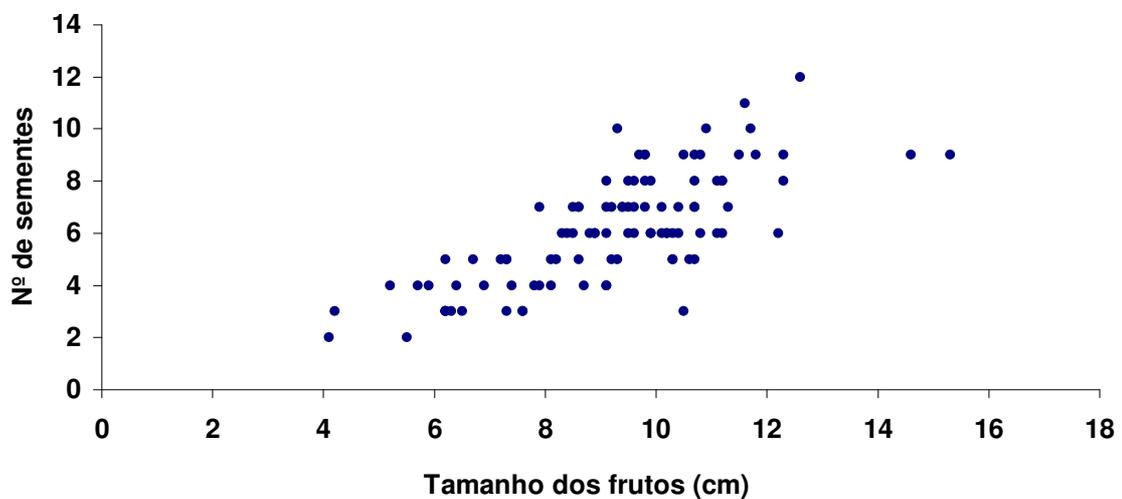


Figura 4.4- Relação entre tamanho de fruto e número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2002.

Os frutos analisados em 2001 (N=60) apresentaram 289 sementes, sendo que 115 (39,8%) não apresentaram nenhum tipo de dano e 174 (60,2%) apresentaram algum tipo de dano. Em 2002, os frutos analisados (N=100) apresentaram 616 sementes, sendo que 345 (56,0%) não apresentaram nenhum tipo de dano, 262 (42,5%) apresentaram algum tipo de dano e 9 (1,5%) foram malformadas.

A tabela 4.1 apresenta os tipos de danos encontrados nas sementes analisadas em 2002, com suas respectivas porcentagens em relação ao total de sementes com danos. O tipo de dano mais comum é o causado por fungos, encontrado em 44,3% das sementes, seguido por sementes furadas/fungadas, em 40,8% dos casos. Em 2001, as sementes com danos não foram classificadas segundo o tipo de dano.

Tabela 4.1- Tipos de danos encontrados nas sementes de *Sophora tomentosa*, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, coletadas em 2002.

Tipo de dano nas sementes	N° de sementes com danos	%
Oca (o) ¹	8	3,1
Furada (fr) ¹	5	1,9
Fungada (fg)	116	44,3
Murcha (M)	2	0,8
(o) ¹ (fg)	14	5,3
(fr) ¹ (fg)	107	40,8
(M) (fg)	5	1,9
Resíduos de sementes (pó) ¹	5	1,9
TOTAL	262	100

Obs: ¹ danos provocados por insetos

Em *Sophora tomentosa* 42,5 % das sementes apresentaram um ou mais tipos de danos. Já em *Canavalia rosea* (Leguminosae), esse valor foi de 39% (Scherer & Arruda, 1999). O ataque por fungos foi o dano mais comum nas duas espécies, seguido pelo ataque de predadores de sementes. Em *Sophora tomentosa* 92,3% das sementes que apresentavam danos estavam com fungo e 53% sofreram ataque de predadores, já em *Canavalia rosea* o fungo estava presente em 73,4% das sementes com danos e 15,3% foram atacadas por predadores (Scherer & Arruda, 1999). O alto percentual de ataques por fungos, nas sementes das duas leguminosas, poderia ser explicado, segundo Green & Palmbald (1975) por aberturas no fruto causadas por insetos, que permitiram a entrada de fungos.

A figura 4.5 mostra sementes sadias e os diferentes tipos de danos que elas podem sofrer, causados por ataque de insetos e fungos.



A



B



C



D

Figura 4.5- Sementes de *Sophora tomentosa*: A) sadias, B) com furo e fungo, C) ocas e com fungo e D) murchas e malformadas.

Elevadas perdas de sementes por predadores são comuns também em outras leguminosas. *Acanthoscelides fraterculus* (bruquídeo) causou uma perda de 74% das sementes em *Astragalus cibarius* e de 60% das sementes em *Astragalus utahensis* (Green & Palmbald, 1975). Kaye (1999), estudando *Astragalus australis* var. *olympicus*, verificou que 60,3% das sementes foram predadas.

As diferentes taxas de danos em sementes de *Sophora tomentosa*, nos dois anos, poderia ser explicada como já mencionado para outras espécies de leguminosas. Em *Senna australis* as taxas de predação por *Sennius transversesignatus* e *Sennius bondari* (bruquídeos) variaram em diferentes períodos, o que pode ser consequência da diminuição do número populacional dos predadores ou do aumento da produção de frutos, ou de ambos os fatores (Pimentel, 1997). Diferentes níveis de predação em anos consecutivos refletiram alterações na intensidade de floração/frutificação de *Copaifera pubiflora* (Ramirez & Arroyo, 1987).

Os frutos maduros de *Sophora tomentosa* apresentam fortes constrictões (figura 4.1). Essas constrictões também ocorrem em *Cassia grandis* e são explicadas por abortos de sementes em desenvolvimento. Essa constrictão possui um tecido duro que as larvas de bruquídeo e de outros insetos não conseguem ultrapassar (Janzen, 1970). A frequência de frutos constringidos varia muito entre indivíduos de *Cassia grandis*. A causa fisiológica de abortos de sementes é desconhecida. Abortos que conduzem a constrictões podem ser produzidos artificialmente inserindo um alfinete no fruto jovem, ainda verde (antes da expansão do fruto) (Janzen, 1970).

Comparando-se as sementes analisadas em 2001 e 2002 (tabela 4.2), pode-se observar que não ocorreram grandes variações no peso médio considerando-se o total de sementes, no peso médio das sementes sem danos e no peso médio das sementes com danos. O resultado do teste t mostrou que as médias dos pesos das sementes não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Pode-se observar na tabela 4.2 a ocorrência de uma perda de mais de 30% no peso das sementes, quando são comparados os pesos médios das sementes sem danos e o peso médio das sementes com danos.

Tabela 4.2- Peso das sementes de *Sophora tomentosa*, para os anos de 2001 e 2002.

Ano	Peso das sementes (g)			Perda média de peso (%)
	Sem danos $\bar{x} \pm DP$	Com danos $\bar{x} \pm DP$	Total $\bar{x} \pm DP$	
2001	0,102±0,019	0,068±0,036	0,081±0,035	33,4
2002	0,102±0,017	0,067±0,035	0,087±0,031	34,6
Total	0,102±0,018	0,067±0,035	0,085±0,033	34,2

Com relação às sementes sem danos, os pesos predominantes, para os anos de 2001 e 2002, estão situados entre 0,10 g e 0,11 g; pesos abaixo de 0,05g são encontrados apenas para as sementes com danos (figuras 4.6 e 4.7).

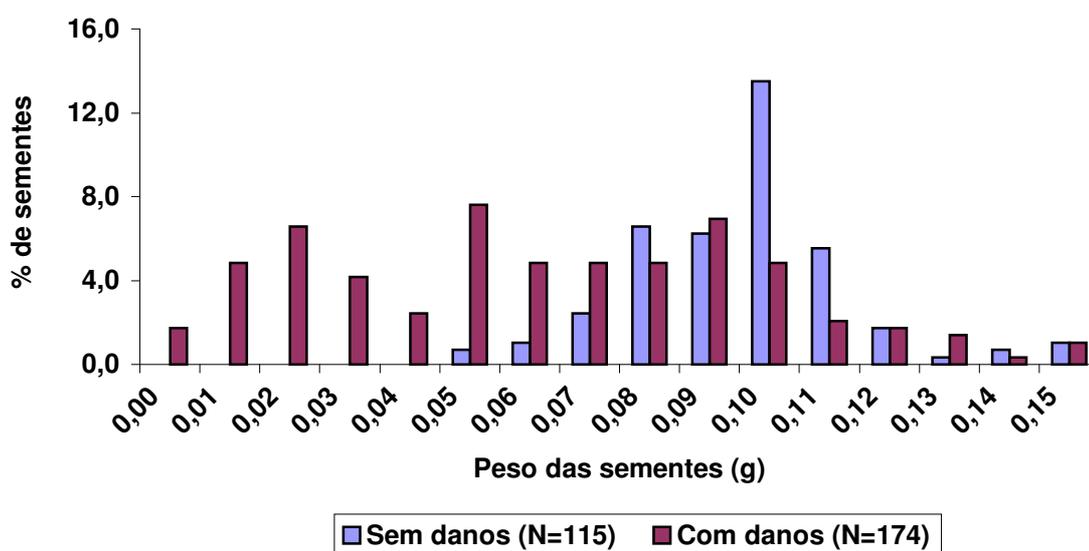


Figura 4.6- Percentual de sementes de *Sophora tomentosa*, com danos e sem danos, para diferentes classes de pesos, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2001.

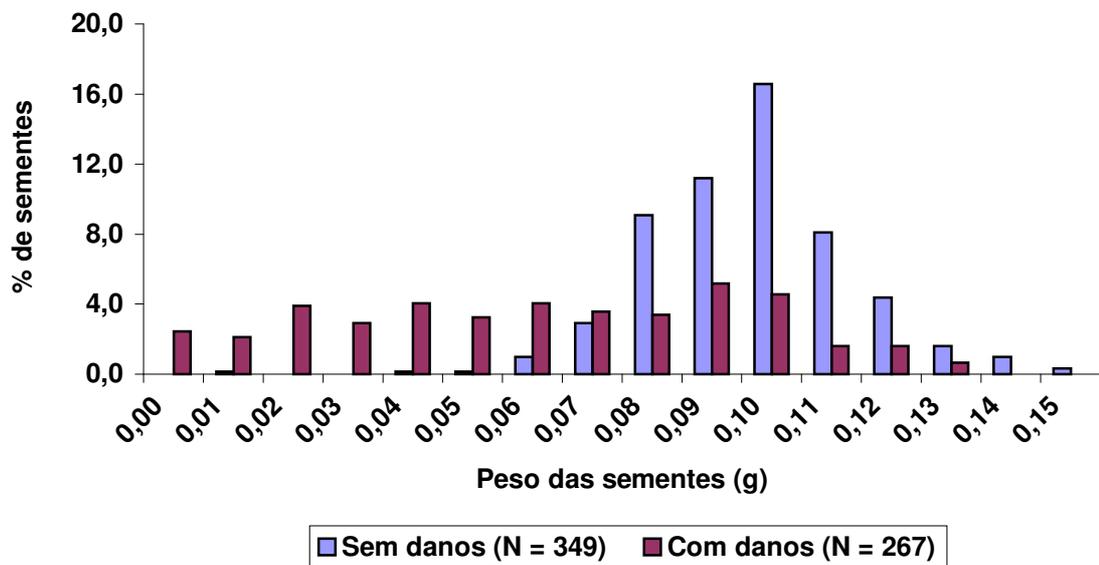


Figura 4.7- Percentual de sementes de *Sophora tomentosa*, com danos e sem danos, para diferentes classes de pesos, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2002.

Sophora tomentosa possui sementes com forma quase esférica, com pesos bem reduzidos quando comparados com outras espécies de leguminosas. *Cassia grandis* possui sementes com peso médio acima de 0,60g (Janzen, 1970), e *Canavalia rosea* possui sementes com peso médio de 0,58g (Scherer & Arruda, 1999). Szentesi & Jermy (1995) constataram que sementes de leguminosas com forma mais esférica ou maior volume possuem uma maior probabilidade de infestação por bruquídeos. Apesar das sementes de *Sophora tomentosa* possuírem um peso reduzido, elas possuem a forma arredondada o que pode facilitar a infestação por insetos predadores. As sementes com a forma achatada dificultam a permanência da larva do inseto no seu interior.

As figuras 4.8 e 4.9 mostram a relação entre o número de sementes por fruto e o peso médio das sementes, para os anos de 2001 e 2002. Os coeficientes de correlação calculados são de 0,02 e 0,09, respectivamente, indicando pequena correlação entre parâmetros.

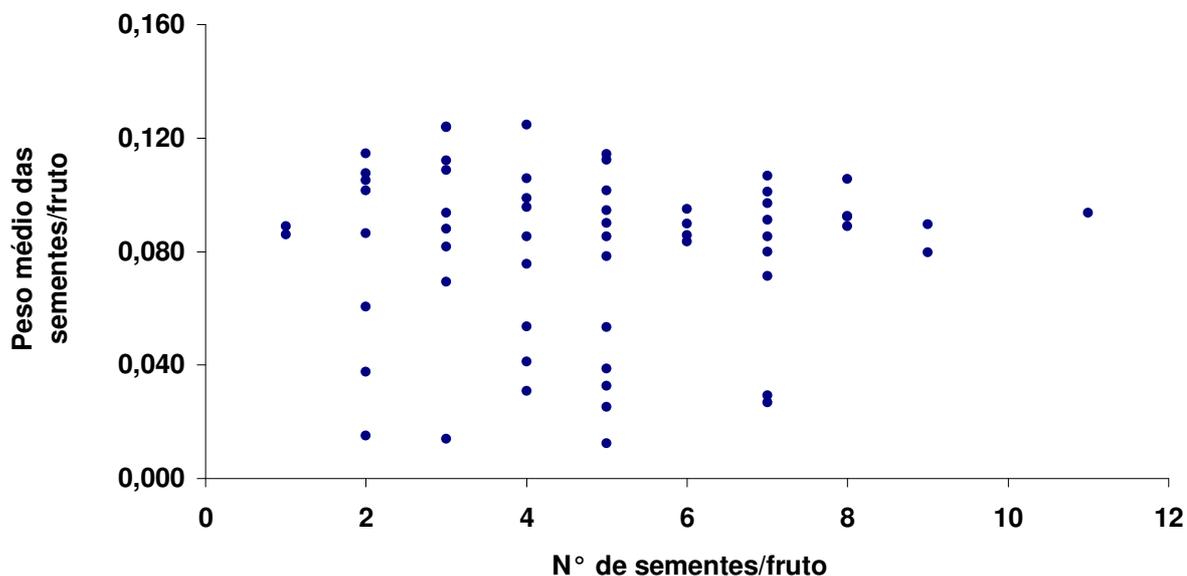


Figura 4.8- Relação entre o peso médio das sementes por fruto e o número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga na praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2001

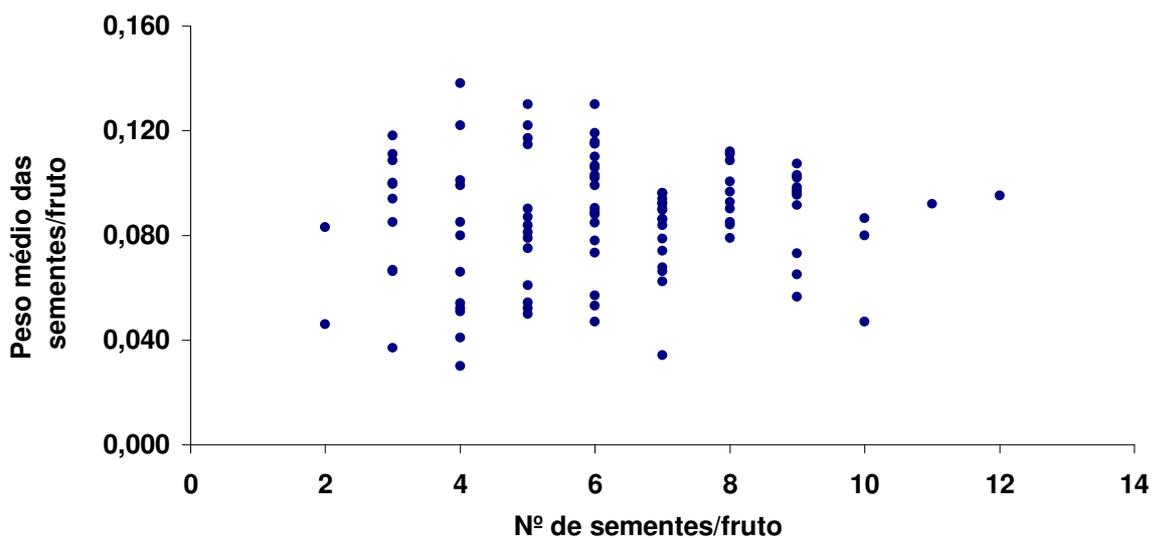


Figura 4.9- Relação entre o peso médio das sementes por fruto e o número de sementes por fruto de *Sophora tomentosa*, em área de restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, em 2002.

4.3.3. PREDADORES DE FRUTOS E SEMENTES

Após a abertura de 60 frutos em 2001 e 100 frutos em 2002 verificou-se a existência de insetos no seu interior. Foram encontradas uma espécie de formiga, três espécies de microhimenópteros e duas espécies de besouros (tabela 4.3). Das sementes armazenadas eclodiu uma espécie de mariposa (tabela 4.3).

Tabela 4.3– Insetos encontrados no interior de frutos e sementes de *Sophora tomentosa* na Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.

Ordem	Família	Gênero
Coleoptera	Cryptophagidae	<i>Cryptophilus</i> sp.
	Phalacridae	<i>Acylomus</i> sp.
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Cadra</i> sp.
Hymenoptera	Formicidae	<i>Myrmelachista</i> sp.
	Braconidae	<i>Heterospilus</i> sp.1
		<i>Heterospilus</i> sp.2
		<i>Heterospilus</i> sp.3

A família Cryptophagidae possui 80 gêneros e 900 espécies. É composta por insetos pequenos, com menos de 5 mm de comprimento, de corpo em geral oblongo ou oval. Muitos cryptofagídeos vivem em depósitos de produtos armazenados, se alimentando principalmente de sementes. A família Phalacridae possui 52 gêneros e 600 espécies. Os besouros dessa família são pequenos, com no máximo alguns milímetros de comprimento, e são geralmente de corpo ovalar, compacto e brilhante (Costa-Lima, 1953). Uma espécie do gênero *Cryptophilus* e outra do gênero *Acylomus* foram encontradas dentro de frutos de *Sophora*

tomentosa. Esses coleópteros e o lepidóptero, que emergiu das sementes armazenadas, são os responsáveis pelos danos encontrados nas sementes. Foram encontradas sementes com furos, sementes completamente ocas, e algumas vezes, apenas resíduos de sementes.

A família Pyralidae (Lepidoptera) é composta por mariposas pequenas de cores sombrias. As lagartas são geralmente fitófagas, porém algumas se alimentam de produtos vegetais secos, especialmente farinhas de cereais, como o milho e o arroz (Costa-Lima, 1950). Os indivíduos de *Cadra* sp. emergiram de sementes de *Sophora tomentosa* armazenadas em recipientes de vidro cobertos com tecido do tipo organza. Sua emergência ocorreu de três a cinco meses após o armazenamento das sementes. *Cadra* sp. é provavelmente um predador secundário de *Sophora tomentosa*, utilizando os orifícios já existentes nos frutos para colocar seus ovos nas sementes.

Cadra cautella é conhecida como traça do cacau e traça do coqueiro. É considerada uma praga secundária para os grãos inteiros e sadios. O seu ataque se limita aos grãos já infestados por outros insetos. Entretanto, pode ser considerada uma praga primária para as farinhas de cereais e outros produtos moídos. Suas lagartas podem ser encontradas em frutos do amendoim, sementes armazenadas de algodoeiro, arroz, babassú, cacauzeiro, fumo, gergilim, milho, frutos maduros de *Cocos* sp. e em farinha de soja. É parasitada por *Bracon hebetor* (Braconidae) (Costa-Lima, 1968; Gallo *et al.*, 1988).

Quando são avaliadas as perdas de sementes na pré-dispersão, se inspecionam os frutos maduros e suas sementes, visando verificar os sinais de ataques de insetos. Para Andersen (1988), essa não é a maneira correta de se verificar as perdas de sementes causadas por insetos. O autor comparou a produção de sementes e sua viabilidade em frutos ensacados e expostos aos insetos, em quatro espécies de plantas. A presença de insetos reduziu o número total de sementes por fruto e causou uma grande redução na viabilidade das sementes, efeitos que não poderiam ser avaliados a partir da inspeção de frutos maduros e suas sementes.

Em *Sophora tomentosa*, foram avaliadas as perdas de sementes a partir da análise de frutos maduros. Suas sementes foram armazenadas e acompanhadas para a verificação da ocorrência de eclosões de insetos. Observou-se a eclosão de uma pequena mariposa, *Cadra* sp., quando as sementes estavam guardadas

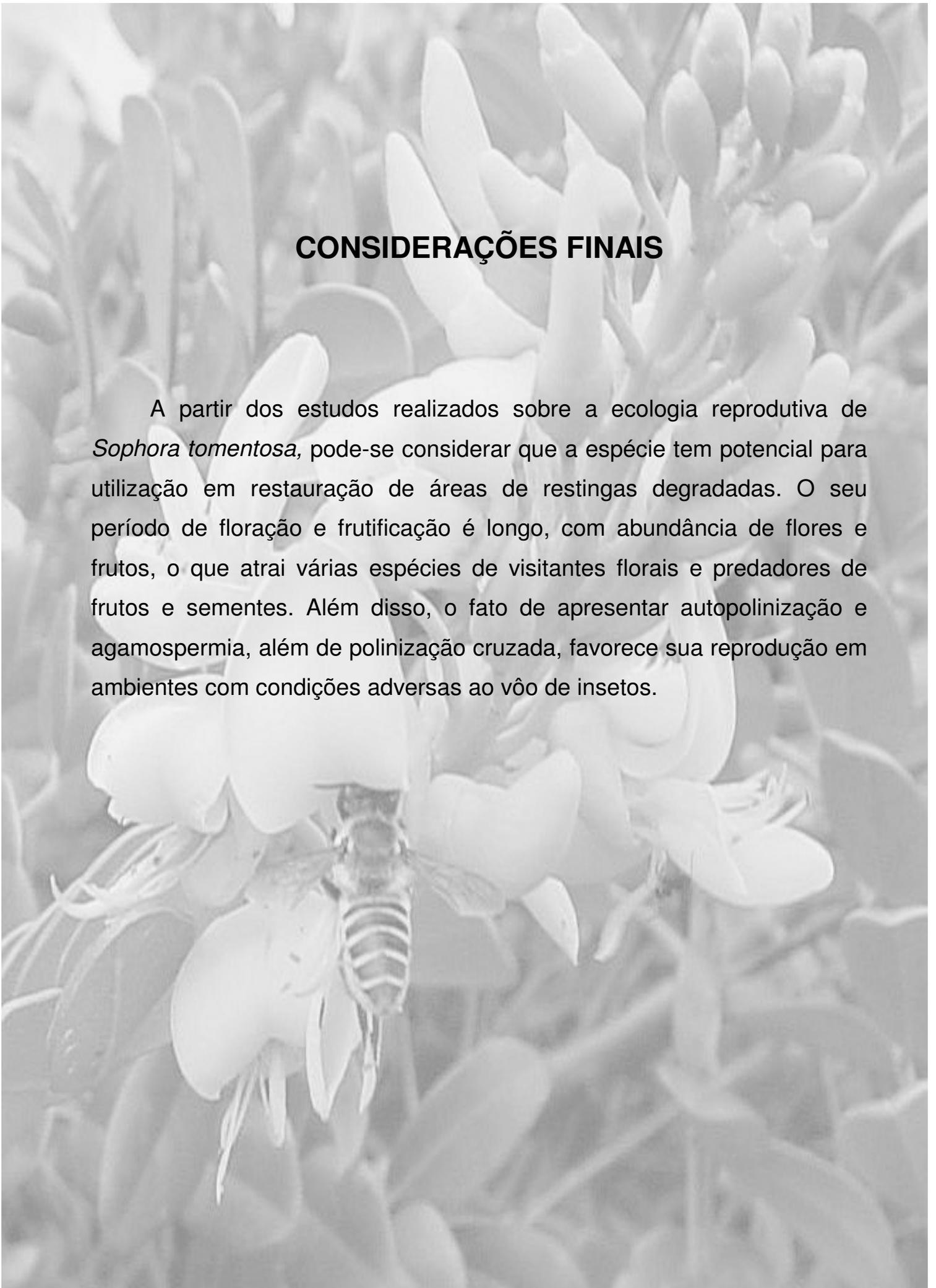
em recipiente fechado. Portanto, em experimentos que visam determinar a predação de sementes, é importante observá-las por no mínimo quatro meses após a abertura dos frutos. Os percentuais de predação de sementes encontrados em *Sophora tomentosa* são maiores que os observados no momento da abertura dos frutos, pois as larvas de *Cadra* sp. continuaram se alimentando das mesmas e, de acordo com Andersen (1988), muitas sementes poderiam ser perdidas por ataques de insetos, por exemplo, as que existiam nos locais de construção dos frutos.

Myrmelachista é um gênero constituído por formigas arbóreas, muito comum em florestas da região Neotropical e em ambientes xéricos (Brown, 1973 apud Lopes & Santos, 1996). *Myrmelachista* sp. foi encontrada com muita frequência dentro dos frutos de *Sophora tomentosa* e provavelmente faz seus ninhos no interior deles. Costa-Lima (1968) relata que *Myrmelachista nigrella* faz seus ninhos em ramos de *Duroia hirsuta*.

A família Braconidae possui cerca de 5000 espécies, sendo todas parasitóides (Gallo *et al.*, 1988). É composta por insetos de 1 a 20mm de comprimento, podendo o seu ovipositor em algumas espécies ultrapassar o comprimento do corpo. As larvas dos braconídeos são endo ou ectoparasitas, principalmente de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera. Os braconídeos adultos alimentam-se de fluidos de natureza vegetal e desempenham papel importante no controle biológico dos inimigos das plantas (Costa-Lima, 1962). Foram encontradas três espécies de *Heterospilus* nos frutos de *Sophora tomentosa*, que provavelmente estavam atuando no controle biológico dos coleópteros que foram encontrados predando suas sementes. Este gênero de Braconidae é mencionado por Pimentel (1997) como um dos três gêneros mais frequentes de braconídeos parasitóides de bruquídeos. Em *Senna australis* (Leguminosae), *Heterospilus prosopides* é parasitóide de *Senniinus transversesignatus* (Coleoptera-Bruchidae). Muitas espécies de braconídeos empupam e emergem do casulo pupal construído pelo hospedeiro, mas *Heterospilus prosopides* constrói seu próprio casulo. Da mesma forma que o adulto hospedeiro, estes parasitóides deixam um orifício de emergência na superfície do fruto. Os orifícios de emergência dos parasitóides são menores em relação ao do hospedeiro. Em *Senna australis*, o parasitismo reduz em 14,7% o número de bruquídeos (Pimentel, 1997).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados sobre a ecologia reprodutiva de *Sophora tomentosa*, pode-se considerar que a espécie tem potencial para utilização em restauração de áreas de restingas degradadas. O seu período de floração e frutificação é longo, com abundância de flores e frutos, o que atrai várias espécies de visitantes florais e predadores de frutos e sementes. Além disso, o fato de apresentar autopolinização e agamospermia, além de polinização cruzada, favorece sua reprodução em ambientes com condições adversas ao vôo de insetos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. R. M. **Fenologia, sistema de reprodução, ecologia da polinização e dispersão de *Senna alata* (Caesalpinioideae, Leguminosae)**. Campinas. 1992. 144p. Dissertação de Mestrado. UNICAMP.
- AGULLO, M. A.; BRIZUELA, M. M.; HOC, P. S.; DI STILIO, V. S.; PALACIOS, R. A.; GENISE, J. & HAZELDINE, P. Relacion unidad de polinización-visitantes florales en *Vigna luteola* (Leguminosae, Phaseoleae). **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v.29, n.3-4, p.131-138. 1993.
- ANDERSEN, A. N. Insect seed predators may cause far greater losses than they appear to. **Oikos**, v. 52, p. 337-340. 1988.
- ARAÚJO, D. S. D. & LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 93, n. 6, p. 42-48, 1987.
- ARROYO, M. T. K. Breeding Systems and Pollination Biology in Leguminosae. In: R. M. POLHLL & P. H. RAVEN. **Advances in Legume Systematic**, 2: 723-769, 1981.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman e Hall, 1996. 332p.
- BARROS, C. F. **Anatomia dos órgãos vegetativos em desenvolvimento de *Sophora tomentosa* L. subsp. littoralis (Schrader) Yakov. (Leguminosae – Papilionoideae)**. Rio de Janeiro, 1990. 146p. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional.

- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, G. C.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARAES, E. F. & LIMA, H. C. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1984. v. 2, 337p.
- BATTISTIN, A. **Morfologia floral e biologia da reprodução de cinco espécies de *Centrosema* (DC.) Benth. (Leguminosae – Papilionoideae)**. Piracicaba, 1983. 119p. Tese de Doutorado. ESALQ.
- BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Florianópolis, 2003. 116p. Dissertação de Mestrado. UFSC.
- BRESOLIN, A. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v.10, p.1-54, 1979.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2^a ed. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown, 226p. 1984.
- CARUSO JR., F. Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina - Texto explicativo e mapa. **Notas técnicas**, v.6, p.1-28. 1993.
- CARUSO, M. M. L. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 160p. 1983.
- CASTELLANI, T. T. & FOLCHINI, R. Contribuição ao conhecimento da vegetação das dunas da Praia da Joaquina, Brasil. In: III Congresso Latino Americano de Ecologia, **Livros de resumos**. Mérida, Venezuela. 1995. p.13.
- CECCA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Uma cidade numa ilha**. 2^a ed. Florianópolis: Editora Insular, 248p. 1997a.
- CECCA- Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina – Caracterização e legislação**. Florianópolis: Editora Insular, 160p. 1997b.

- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 261**, que trata dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o estado de Santa Catarina. 12p. 1999.
- CORDAZZO, C. V. & COSTA, C. S. B. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). **Ciência e Cultura**, v.41, n. 9, p. 906-910, 1989.
- COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil – Lepidópteros** . Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agronomia. Série Didática Nº 8, 1950. 420p.
- COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil – Coleópteros**. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agricultura. Série Didática Nº 10, 1953. 323p.
- COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil – Himenópteros**. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agronomia. Série Didática Nº 14, 1962. 393p.
- COSTA-LIMA, A. M. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro. Serviço Gráfico da Fundação IBGE. Parte II, 1º Tomo, 1968. 622p.
- CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo - Um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998. 276p.
- EBADI, A. M. P. & COOMBE, B. G. Effect of short, term temperature and shading on fruit set, seed and berry development in model vines of *V. vinifera* cv. chardonnay and shiraz. **Australian Journal Grape Wine Research**, v.2, p.2-9. 1996.
- EHRENFELD, J. G. Pollination of three species of *Euphorbia* subgenus chamaesyce, with special reference to bees. **Am. Midl. Nat.**, v.101, n.1, p.87-98. 1979.
- ESAU, K. **Anatomia Vegetal**. 3ª ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1985. 780p.

- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3° ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244p.
- FENNER, M. **Seed ecology**. New York: Chapman and Hall, 1985. 151p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. v.2. São Paulo: EPU & EDUSP, 1986. 401p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B. & VENDRAMIM, J. D. **Manual de entomologia agrícola**. 2° ed. São Paulo: Editora Agronômica, 1988. 649p.
- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J. M. F. & GOTTSBERGER, I. S. A bee-pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Bot. Jahrb. Syst.**, v.109, n. 4, p. 469-500. 1988.
- GREEN, T. W. & PALMBALD, I. G. Effects of insect seed predators on *Astragalus cibarius* e *Astragalus utahensis* (Leguminosae). **Ecology**, v. 56, p.1435-1440. 1975.
- GRIMM, C. Seed predators and the fruiting phenology of *Pithecellobium pallens* (Leguminosae) in Thornscrub, northeastern Mexico. **J. Trop. Ecol.**, v.11, p.321-332. 1995.
- GROSS, C. L. The reproductive ecology of *Canavalia rosea* (Fabaceae) on Anak Krakatau, Indonesia. **Aust. J. Bot.**, v.41, p. 591-599. 1993.
- HENRIQUES, R. P. B.; ARAUJO, D. S. D. & HAY J. D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revta. Brasil. Bot.**, v. 9, p. 173-189. 1986.
- HERRMANN, M. L. P. **Aspectos ambientais da porção central da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 1989. 228p. Dissertação de Mestrado. UFSC.

- HERRMANN, M. L. P.; RASA FILHO, O.; REGO NETO, C. B.; MENDONÇA, M.; SILVA, J. T. N.; SILVA, A. D. & VEADO, R. W. Aspectos ambientais dos entornos da porção sul da lagoa da Conceição. **Geosul**, v. 4, p.7-39. 1987.
- HOC, P. S. & GARCÍA, M. T. A. Biología floral y sistema reproductivo de *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (Fabaceae). **Rev. Biol. Trop.**, v.47, n.1-2, p. 59-67. 1999.
- HORN-FILHO, N. O; GRÉ, J. C. R. & PORTO FILHO, E. Uma visão geológica e geomorfológica do domínio costeiro da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Geosul**, v.14, n. 27, p. 284-288. 1998.
- JANZEN, D. H. Seed eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. **Evolution**, v.23, p.1-27. 1969.
- JANZEN, D. H. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. **Ecology**, v.52, p. 964-979. 1970.
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v.2, p.465-492. 1971.
- JANZEN, D. H. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. **J. Ecol.**, v.68, p. 929-952. 1980.
- JOLY, A. B. **Botânica - Introdução à taxonomia vegetal**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 777p. 1975.
- JONES, C. E. & CRUZAN, M. B. Floral morphological changes and reproductive success in deer weed (*Lotus scoparius*, Fabaceae). **Am. J. Bot.**, v. 86, n.2, p.273-277. 1999.

- KAROLY, K. Pollinator limitation in the facultatively autogamous annual, *Lupinus nanus* (Leguminosae). **Am. J. Bot.**, v.79, n.1, p. 49-56. 1992.
- KAYE, T. N. From flowering to dispersal: reproductive ecology of an endemic plant, *Austragalus australis* var. *olympicus* (Fabaceae). **Am. J. Bot.**, v.86, n.9, p. 1248-1256. 1999.
- KEARNS, C. A. & INOUYE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado. 583p. 1993.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 319p.1986.
- LEE, T. D. & BAZZAZ, F. A. Regulation of fruit maturation pattern in an annual legume, *Cassia fasciculata*. **Ecology**, v.63, n.5, p. 1374-1388. 1982.
- LINDSEY, A. H. Reproductive biology of Apiaceae. I. Floral visitors to *Thaspium* and *Zizia* and their importance in pollination. **Am. J. Bot.**, v.71, n.3, p.375-387. 1984.
- LOMÔNACO, C. Predação de sementes de leguminosas por bruquídeos (Insecta: Coleoptera) na serra dos Carajás, Pará, Brasil. **Acta bot. Bras.**, v.8, n.2, p. 121-127. 1994.
- LOPES, B. C. & SANTOS, R. A. Aspects of the ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae) on the mangrove vegetation of Rio Ratonés, Santa Catarina Island, SC, Brazil. **Bol. Entomol. Venez. N. S.** v.11, n.2, p.123-133. 1996.
- MARTÍNEZ, M. L.; MORENO-CASASOLA, P. & CASTILLO, S. Biodiversidad costera: playas y dunas. **Biodiversidad Marina y Costera de México**, p.160-181. 1993.
- McGUIRE, D. Interactions for pollination between two synchronously blooming *Hedysarum* species (Fabaceae) in Alaska. **Am. J. Bot.**, v.80, n.2, p.147-152. 1993.

- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Rev. bras. Bot.** v.24, n.1, p.1-17. 2001.
- PEÑA, R. C.; ITURRIAGA, L.; MONTENEGRO, G. & CASSELS, B. K. Aspectos filogenéticos y biogeográficos de *Sophora* sect. *Edwardsia* (Papilionatae). **Pacific Science**, v.54, n.2, p.159-167. 2000.
- PIMENTEL, M. **Interações ecológicas envolvendo duas espécies de *Sennius* (Coleoptera:Bruchidae) predadores de sementes e sua planta hospedeira *Senna australis* (Leguminosae).** Rio de Janeiro. 1997. 59p. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências da Saúde. UFRJ.
- PRIMACK, R. B. Relationships among flowers, fruits, and seeds. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.18, p. 409- 430. 1987.
- PROCTOR, M. & YEO, P. **The pollination of flowers.** London: Collins, 1975. 415p.
- RAMÍREZ, N. & ARROYO, K. Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. **Biotropica**, v.19, n.1, p. 32-39. 1987.
- RAVEN, E. C. **Biologia vegetal.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978. 724p.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge Tropical Biology Series, 1992. 514p.
- SANTOS, C. R. **Interrelação entre a dinâmica da vegetação “pioneira” e os padrões morfosedimentológicos sazonais na Praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis, 1995. 207p. Dissertação de Mestrado. UFSC.

- SANTOS, C. R. & ARRUDA, V. L. V. Floração, predação de flores e frutificação de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae) na praia da Joaquina, SC. **Insula**, v.24, p.15-36. 1995.
- SANTOS, I. A. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. In: Anais do 3º ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1998. p.101-106.
- SCHERER, K. Z. & ARRUDA, V. L. V. Formação de frutos e danos de sementes em *Canavalia rosea*. In: 50º CONGRSSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1999, Blumenau. **Livro de resumos**, p 221.
- SCHULTZ, A. **Introdução à botânica sistemática**. Porto Alegre: Editora da Universidade. v. 2, 1984. 414p.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras (Sistemática e identificação)**. Belo Horizonte: F. A. Silveira. 2002. 253p.
- STEPHENSON, A. G.. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Ann. Rev. Ecol. System.**, v.12, p. 253-279. 1981.
- SUGDEN, E. A. Anthecology and pollinator efficacy of *Styrax officinale* subsp. *redivivum* (Styracaceae). **Am. J. Bot.**, v.73, n.6, p.919-930. 1986.
- SZENTESI, A. & JERMY, T. Predispersal seed predation in leguminous species: seed morphology and bruchid distribution. **Oikos**, v.73, p. 23-32. 1995.
- WEILER-JÚNIOR, I. **Leguminosae – Faboideae das Restingas do Estado de Espírito Santo**. Rio de Janeiro, 1998. 189 p. Dissertação de Mestrado, UFRJ.
- ZIDKO, A. **Coleópteros (Insecta) associados às estruturas reprodutivas de espécies florestais arbóreas nativas no estado de São Paulo**. Piracicaba. 2002. 43p. Dissertação de Mestrado. ESALQ.