

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE BUTIA
CAPITATA (MARTIUS) BECCARI VAR.
ODORATA (PALMAE), NO SUL DO
BRASIL**

LIÉGE ROSA

ORIENTADOR: AFONSO INÁCIO ORTH

Dissertação aprovada como
requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em
Recursos Genéticos Vegetais,
do Centro de Ciências
Agrárias, da Universidade
Federal de Santa Catarina.

**Florianópolis - SC
2000**

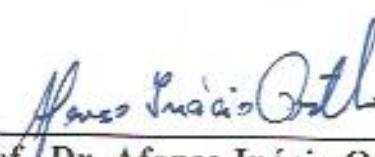
"ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *BUTIA CAPITATA* (MARTIUS)
BECCARI VAR. *ODORATA* (PALMAE), NO SUL DO BRASIL."

POR

LIÉGE ROSA

Dissertação julgada e aprovada em sua
forma final, pelo Orientador e membros
da Comissão Examinadora.

Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Afonso Inácio Orth
(FIT/CCA/UFSC)


Prof. Dr. Sebastião Laroça
(UFPR/PR)


Prof. Dr. Vera Lícia Vaz de Arruda
(BOT/CCB/UFSC)

"A ciência começa a reconhecer o que as sociedades aborígenes já conhecem desde os tempos primitivos: o papel vital que as palmeiras desempenham nos ecossistemas tropicais."

(Henderson et al., 1995)

AGRADECIMENTOS

Este é um momento em que todas as experiências positivas e negativas do mestrado, se tornam apenas parte de uma busca de crescimento pessoal e profissional. Meu eterno agradecimento a todas as pessoas, anônimas ou não, que compartilharam e/ou contribuíram para este aprendizado.

Aceitar ser Mestre é, inclusive, aceitar ser referência. A orientação é um compromisso que é assumido somente durante um determinado período, mas que apresenta reflexos para toda a vida. Meu especial agradecimento ao Prof. Dr. Afonso Inácio Orth, pela solicitude, eterna paciência e companheirismo.

Aos professores do curso que sempre estiveram receptivos a compartilhar seus conhecimentos, procurando sempre contribuir no sentido de tornar todos os alunos do curso verdadeiros Mestres em Recursos Genético Vegetais.

À Josy, pela grande ajuda no "parto" desta dissertação (Puxa, Josy, só faltou o fórceps!), além de sua preciosíssima amizade.

Ao Prof. Dr. Sebastião Laroca pela identificação das abelhas e pelas estórias contadas.

Ao Prof. Daniel Falkemberg pelos conhecimentos que me passou sobre a restinga e identificação das plantas.

Ao Leandro Lopes pelo desenho das flores do butiazeiro.

À Prof. Tania (eterna Mestra!) e Prof. Benê, pela grande ajuda na busca de meu mestrado e por todo o carinho.

Aos companheiros da turma pelo grande prazer e alegria que foi compartilhar com vocês este período: Ademir, Alessandra, André, Carlos, Cleiton, Flávia, Gilberto, Josy, Mariot, Neiva, Renata e Suzana.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, pela ajuda, pelo convívio e brincadeiras que tornaram mais leves as dificuldades do dia-a-dia.

À Bernadete, pela amizade e ajuda.

À Pedra (que cuidou de minha saúde física e mental!), Xirú e Dani por novamente (isto é, sempre!), me acolherem como parte da família durante o período de estudo.

Ao Arthur, que me ajudou a trazer de volta a paixão de viver neste período tão difícil (apesar de muitas vezes ter desviado a minha concentração).

Aos meus familiares por todo o carinho e ajuda nos trabalhos de campo, especialmente ao Anderson que sempre me acompanhou nas coletas das abelhas e execução dos experimentos.

A minha filha, Ana Gabriela, que me deu forças para continuar através da certeza de seu amor, quando a maior vontade era somente de estar com ela.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO GERAL	1
1. INTRODUÇÃO	2
 CAPÍTULO 2 - ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DE LAGUNA, SC.....	10
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	11
2.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	16
 CAPÍTULO 3 - AS FLORES E O SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>BUTIA</i> <i>CAPITATA VAR. ODORATA</i>	19
3.1. INTRODUÇÃO.....	20
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.2.1. MORFOLOGIA E FENOLOGIA FLORAL.....	23
3.2.2. QUANTIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE PÓLEN E ÓVULOS.....	24
3.2.3. VIABILIDADE DOS GRÃOS DE PÓLEN.....	25
3.2.4. RAZÃO PÓLEN/ÓVULO.....	26
3.2.5. SISTEMA REPRODUTIVO.....	26
3.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
3.3. RESULTADOS.....	30
3.3.1. MORFOLOGIA E FENOLOGIA FLORAL.....	30
3.3.2. QUANTIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE PÓLEN E ÓVULOS.....	32
3.3.3. VIABILIDADE DOS GRÃOS DE PÓLEN.....	33
3.3.4. RAZÃO PÓLEN/ÓVULO.....	34
3.3.5. SISTEMA REPRODUTIVO.....	35
3.4. DISCUSSÃO.....	37
3.5. CONCLUSÕES.....	44
 CAPÍTULO 4 - RECURSOS E VISITANTES FLORAIS DE <i>BUTIA</i> 45 <i>CAPITATA VAR. ODORATA</i>	
4.1. INTRODUÇÃO.....	46

4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
4.2.1. QUANTIFICAÇÃO DOS RECURSOS FLORAIS.....	50
4.2.3. VISITANTES FLORAIS.....	51
4.2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	53
4.3. RESULTADOS.....	55
4.3.1. BIOLOGIA FLORAL.....	55
4.3.2. DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES DE ABELHAS NATIVAS SOBRE AS FLORES DE <i>BUTIA CAPITATA</i> VAR. <i>ODORATA</i>	58
4.3.3. FENOLOGIA DAS ABELHAS NATIVAS VISITANTES DAS FLORES DE <i>BUTIA CAPITATA</i> VAR. <i>ODORATA</i>	64
4.3.4. OCORRÊNCIA DE ABELHAS SOBRE FLORES MASCULINAS E FEMININAS.....	70
4.4. DISCUSSÃO.....	79
4.5. CONCLUSÕES.....	88
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

RESUMO

Butia capitata var. *odorata* é uma palmeira monóica que apresenta protrandria. O objetivo deste trabalho foi estudar a ecologia da polinização de *Butia capitata* var. *odorata*, em particular, a morfologia e fenologia floral, os recursos florais, o sistema reprodutivo, as estratégias de polinização e os principais polinizadores. Este trabalho foi realizado de agosto de 1998 a setembro de 1999, em área de restinga do município de Laguna, SC. Para descrever a morfologia floral foram feitas observações em microscópio estereoscópico e desenhos. Os recursos florais foram avaliados através da estimativa de produção de grãos de pólen e coleta de néctar. O sistema reprodutivo foi determinado através de ensacamentos das flores femininas e polinizações controladas, em 11 inflorescências para cada um dos seguintes tratamentos: polinização natural (controle), polinização cruzada (manual) e anemófila, auto-fecundação e agamospermia. Para avaliar a ocorrência de abelhas nativas ao longo do período reprodutivo do butiazeiro, foram realizadas três coletas mensais de abelhas nativas sobre flores masculinas e femininas de *B. capitata* durante um ano. Visando caracterizar o ritmo diário das visitas às flores foram realizadas coletas de abelhas nativas ao longo de cinco dias. Os resultados mostraram que as flores de *B. capitata* apresentam padrão floral trimero, com nectário exposto e características de polinização não especializada. Os recursos florais mais evidentes utilizados pelos visitantes são o néctar e o pólen. Os experimentos do sistema reprodutivo mostraram que *B. capitata* utiliza a polinização cruzada como forma preferencial de cruzamento, com anemofilia desempenhando papel secundário. É auto-compatível, porém apresenta baixas probabilidades de auto-fecundação e não apresentou agamospermia. A abertura das flores ocorreu no período matutino, quando também houve a maior concentração de visitantes. As flores masculinas e femininas receberam grande diversidade de visitantes florais, como moscas, besouros, vespas, além da abelha doméstica *Apis* e abelhas nativas. Destes, três abelhas da família Halictidae destacaram-se como principais polinizadoras: *Thectochlora alaris*, *Dialictus* sp. 1 e *Dialictus* sp. 2. A maioria dos indivíduos destas abelhas nativas apresentou carga de pólen nos aparelhos de transporte ou sobre o corpo, e as três espécies ocorreram em todo o período reprodutivo de *B. capitata*. *Thectochlora alaris* foi a abelha mais abundante coletada tanto sobre as flores masculinas quanto femininas, com comportamento de visita que permitem considerá-la como o principal polinizador de *B. capitata*.

Summary

Butia capitata var. *odorata* is a monoecious and protandrous palm tree. The objective of this work was to study the pollination ecology of *B. capitata*, in particular, the floral morphology, the reproductive system, its pollination strategies and main pollinators. The research was carried out from August 1998 through September 1999, in a sandy coastal area in Laguna, SC, Brazil. The floral resources were measured through the estimate of the production of pollen grains and nectar secretion. To evaluate the reproductive system of *B. capitata*, 11 inflorescences were chosen for each one of the following treatments: open pollination (control), cross-pollination (manual), wind pollination, selfing and agamospermy, through bagging the female flowers and controlling the pollination. In order to study the seasonal fluctuation of the fauna of wild bees, 3 hour/day, monthly captures of wild bees were carried out on male and female flowers of *B. capitata* and other wild flowers. To characterize the daily rhythm and the visits to the male and female flowers, the native bees were surveyed hourly during 5 days. The floral morphology of *B. capitata* can be described as presenting a trimerous floral pattern, with exposed nectaries and other characteristics of a non specialized pollinator flower. The most important floral resources used by the flower visitors are the nectar, which is produced by both male and female flowers, and pollen. In relation to its reproductive system, *B. capitata* relies on the cross-pollination mediated by insects as its preferential form of crossing, although wind pollination may play a secondary role. *B. capitata* may reproduce through selfing, although the probabilities for this to happen is very low due to its strong protandrous pattern. Agamospermy was not observed. The flowers open in the morning, when also most insect visitors forage on the flowers. Both male and female flowers received great diversity of floral visitors, such as flies, beetles, wasps, besides the honey bee *Apis mellifera* and many wild bees. This later group, were the most frequent visitors and 3 species of bees from the family Halictidae stood out as main flower visitors: *Thectochlora alaris*, *Dialictus* sp. 1 and *Dialictus* sp. 2. Most individuals of these 3 wild bee species presented pollen loads in the bees' scopula or on the whole body, and were active during the whole reproductive period of *B. capitata*. *Thectochlora alaris* was the most abundant species of bee, visited both male and female flowers, and showed a flower visiting behavior compatible to be considered the main pollinator of *B. capitata*.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

PALMEIRA: A ÁRVORE DA VIDA

1 - INTRODUÇÃO

Na imaginação popular as palmeiras simbolizam as terras tropicais. Existe razão para esta associação, pois são plantas predominantemente tropicais. Estas plantas, que pertencem à família Palmae (ou Arecaceae), são facilmente reconhecíveis, pois apresentam arquitetura simples e características bem distintas de outras plantas. Ocupam variados tipos de habitats, desempenhando grande diversidade de papéis ecológicos. Podem ser encontradas próximas ao mar até grandes altitudes e ocorrem em solos alagados e solos xéricos (Tomlinson, 1979; Henderson et al., 1995).

As palmeiras freqüentemente garantem a sobrevivência de inúmeros animais nos ecossistemas onde ocorrem. São importantes fontes de alimentos para animais como tucanos, papagaios, cachorros-do-mato, roedores, besouros, abelhas, além centenas de outros frugívoros e visitantes florais como mamíferos, pássaros e insetos (Galletti et al., 1992; Henderson et al., 1995; Ratsirarson & Silander-Jr., 1996).

Além do papel ecológico que desempenham nas comunidades vegetais, as palmeiras são muito utilizadas pelas populações humanas. Algumas espécies são amplamente cultivadas comercialmente (como por exemplo, para o fornecimento de óleo, de coco e de palmito), enquanto outras apenas apresentam importância econômica regional. Muitas palmeiras desempenham um papel fundamental para as populações indígenas e comunidades tradicionais, sendo utilizadas de forma muito ampla. Destas plantas podem ser usadas praticamente todas as partes: os frutos, as sementes, o tronco, as folhas e inclusive, as raízes. São utilizadas como fonte de alimentos, para o

fornecimento de fibras, para a confecção de artefatos e ornamentos, extração de óleo e palmito, cobertura de casas, preparação de bebidas, uso religioso e medicinal, madeiramento de galpões, entre outros (Moses, 1962; Bonde et al., 1990; Jardim & Stewart, 1994; Schultes & Raffauf, 1992; Henderson et al., 1995).

A família Palmae é uma das maiores famílias de plantas, tanto em número de espécies quanto em abundância de indivíduos. É constituída por cerca de 200 gêneros e 1500 espécies. Destes, 67 gêneros e 550 espécies ocorrem naturalmente nas Américas. Na Floresta tropical Atlântica podem ser encontrados 10 gêneros e aproximadamente 30 espécies de palmeiras, sendo *Butia capitata* uma das espécies encontradas na área de domínio de Floresta tropical Atlântica (Henderson et al., 1995).

Butia capitata é uma espécie que pertence à subfamília Arecoideae, à tribo Cocoeae e à subtribo Butiinae. Outros gêneros que também fazem parte da subtribo Butiinae são *Syagrus*, *Jubaea*, *Lytocaryum*, *Pirajubaea*, *Polyandrococos*, *Cocos* e *Allagoptera* (Henderson et al., 1995).

Estudos da biologia reprodutiva de palmeiras dos gêneros citados anteriormente são escassos. O gênero *Cocos* têm sido o mais estudado devido a sua importância econômica, sendo numerosas as referências relacionadas ao florescimento e polinização de *Cocos nucifera* L. (McGregor, 1976; Henderson, 1986; Free, 1993). Para o gênero *Allagoptera* há um estudo da biologia da reprodução de *A. arenaria* (G.) O. Kuntze realizado por Leite (1993). Palmeiras do gênero *Butia* foram estudadas por Silberbauer-Gottsberger (1973) que descreveu a polinização de *B. leiosphata* (Barb. Rodr.) Becc. (=*B. archeri*), por Rosa (1994) e Rosa et al. (1998) que estudaram a biologia

reprodutiva de *B. capitata* e Pereira (1997) que também descreve aspectos da reprodução de *B. capitata*. Para os demais gêneros não foi encontrado estudos relacionados à biologia reprodutiva.

O nome *Butia* foi originalmente utilizado por Odoardo Beccari em 1887, como um subgênero de *Cocos*, tendo sido elevado a categoria de gênero pelo mesmo autor em 1916 (Glassman, 1979). O número e as espécies do gênero *Butia* mencionados nas publicações apresentam algumas controvérsias. Para Glassman (1965) dentro do gênero haveriam nove espécies, enquanto que para Reitz (1974) seriam sete espécies, não citando os autores quais seriam estas espécies.

Glassman, em 1979, propõe nova reavaliação do gênero *Butia* apresentando oito espécies, que seriam *Butia archeri* (Glasmann) (=*B. leiosphata*), *B. microspadix* Burret, *B. paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey, *B. yatay* (Mart.) Becc., *B. eriosphata* (Mart. Ex Drude) Becc., *B. arenicola* (Barb. Rodr.) Burret, *B. capitata* (Mart.) Becc., sendo descrita como nova espécie *B. purpurascens* Glassman. Henderson et al. (1995) confirmam o número de espécies de Glassman (1979), porém substituem *Butia arenicola* por *Butia campicola* (=*Syagrus campicola*) considerando *B. arenicola* como sinônimo de *B. paraguayensis*.

O gênero *Butia* é nativo da América do Sul, ocorrendo no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai (Reitz, 1974; Henderson et al., 1995). Todas as espécies citadas por Henderson et al. (1995), com exceção de *B. campicola*, ocorrem no Brasil, sendo que quatro destas espécies são encontradas somente no Brasil. Em Santa Catarina ocorrem duas espécies, *Butia capitata*, conhecido popularmente como butiá-da-praia ou butiazeiro e *Butia eriosphata* ou butiá-da-serra (Reitz, 1974).

No Brasil, *B. capitata* é encontrado em áreas abertas de cerrados e solos arenosos nos estados de Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e no Uruguai na região de Montevidéu (Henderson et al., 1995). *B. capitata* apresenta nove variedades (Henderson et al., 1995), sendo que a variedade *odorata* ocorre no sul do Brasil e no Uruguai (Pereira, 1997).

Para Henderson (1995), assim como para H. Lorenzi (comunicação pessoal), existem características que diferem as populações de *B. capitata* do cerrado das populações que ocorrem nas restingas do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Uruguai, sugerindo ambos que os indivíduos destas populações talvez pudessem ser reorganizados em uma espécie separada. Henderson (1995), sugere que neste caso o nome correto desta espécie encontrada no litoral de Santa Catarina deve ser *Butia odorata*.

Butia capitata é uma espécie de estipe simples, monóica, protândrica, que desenvolve de uma a seis inflorescências por planta. Cada inflorescência é formada por uma ráquis principal e em média 64 ráquinas, nas quais são encontradas flores masculinas e femininas. A quantidade de flores masculinas por inflorescência é maior que de flores femininas, sendo a razão entre elas em média de 30:1. A duração média da fase de floração das flores masculinas por inflorescência é de 8 dias, das flores femininas de 4 dias, com intervalo de 2 dias entre as florações. (Reitz, 1974; Rosa, 1994; Rosa et al., 1998).

Estudos fenológicos mostraram que esta espécie pode apresentar floração desde julho até fevereiro, com pico em novembro, e frutos maduros de novembro a maio, com pico em janeiro e fevereiro. (Reitz 1974; Rosa et al., 1998).

Butia capitata sempre foi bastante utilizada pelas populações litorâneas de Santa Catarina. Durante muitas décadas suas folhas foram vendidas para indústrias de estofaria, que as utilizavam para fabricar colchões e forração de estofados (Comunicação de moradores da região de Laguna).

As folhas também serviam para cobrir ranchos, fazer chapéus, cestos e outras obras trançadas (Reitz, 1974). Vários materiais do butiazeiro, assim como de outras palmeiras, podem ser utilizados para arranjos ornamentais, tais como folhas, a espata, as inflorescências, entre outros (Wait, 1961).

Atualmente, o único produto retirado do butiazeiro é o fruto, o qual é utilizado para consumo *in natura*, em conservas com cachaça ou preparação de sucos, sorvetes e picolés. No município de Laguna, Santa Catarina, seus aromáticos frutos são vendidos durante o verão às margens da BR 101, representando fonte complementar de renda para várias famílias (Observações pessoal).

B. capitata também apresenta relevante papel ecológico nos ecossistemas onde ocorre. Para a fauna fornece fartos recursos alimentares, que consistem principalmente de frutos e recursos florais, além de local para abrigo e nidificação. Seu tronco freqüentemente serve de suporte para outras espécies de plantas, como samambaias e orquídeas (Observações pessoal).

Pelo valor alimentar de seus frutos para a fauna, *B. capitata* foi relacionada para reintrodução nos Campos do Maciambu (área pertencente ao Parque da Serra do Tabuleiro), onde havia sofrido drástica redução por atividades antrópicas (Reitz et al., 1982). Por ser uma espécie abundante, heliófita e que se desenvolve em solos com restrições de nutrientes e

água, pode ser utilizado em reflorestamentos, conforme foi sugerido pelo Projeto Madeira (Reitz, et al., 1978).

B. capitata tem sido cultivada como palmeira ornamental e frutífera na arborização de ruas e praças de várias cidades litorâneas de nosso estado, assim como, em jardins residenciais e pomares (Observação pessoal). Devido à sua grande resistência ao frio, *B. capitata* tem sido facilmente cultivada em países de clima temperado (Myers, 1989). Existem referências de cultivo desta espécie como planta ornamental para os Estados Unidos (Lubar, 1974), para a Inglaterra (Carter, 1974), para a União Soviética (Saakov, 1963) e para o Japão (Yashiroda, 1978). Nos Estados Unidos, onde esta espécie é bastante cultivada (Reitz, 1978), foi escolhida como palmeira favorita pelos colecionadores Dolby (1967) e Myers (1989), sendo considerado como escultura de jardim pelo seu porte ornamental e pela curvatura elegante de suas folhas. Uma característica desta planta que facilita seu cultivo como planta ornamental, citada por Myers (1989), é a facilidade com que pode ser transplantada. Mesmo espécimes adultos transplantados com poucas raízes, se forem devidamente cuidados, dentro de poucas semanas após o transplante reiniciarão seu desenvolvimento.

O valor de *B. capitata* para a população humana e para a manutenção do ecossistema mostram o quanto é importante a sua preservação. No Uruguai os butiazeiros estão protegidos pela Lei Florestal nº 15939 de 1987, que estabelece em seu artigo 25 que "Fica proibida a destruição dos palmares naturais e qualquer operação que atente contra sua sobrevivência".

Em Santa Catarina as populações naturais do butiazeiro correm risco de extinção devido a ocupação crescente das restingas, principalmente pelo crescimento urbano onde estas

populações ocorrem. *B. capitata* é um recurso natural com grande potencial de exploração econômica de forma sustentável. Nas regiões onde ocorre com abundância, esta palmeira poderia ser explorada através do processamento de seus frutos para indústrias alimentícias (produção de sucos, balas e sorvetes), de produção de mudas para o comércio de plantas ornamentais e do fornecimento de fibras para fábricas locais de estofaria. Um modelo de manejo que foi proposto para uma palmeira bastante explorada em nosso estado, o *Euterpe edulis* Mart., por uma equipe de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (Departamentos de Botânica - CCB e Fitotecnia - CCA) (Reis et al., no prelo) poderia ser utilizado como ponto de partida para definição de estratégias de manejo desta espécie.

Para que a exploração de um recurso florestal possa ocorrer de forma sustentável e que seja economicamente viável, são necessários estudos das estratégias reprodutivas da espécie, bem como, da demanda dos recursos a serem retirados. Estes estudos são importantes para a garantia de que o processo de regeneração não seja interrompido e que a utilização comercial da espécie cause o menor impacto possível ao ambiente (Hall & Bawa, 1993; Oyama, 1993).

Em relação às palmeiras, vários estudos da biologia reprodutiva têm sido conduzidos em vários países, visando principalmente fornecer subsídios para ações de manejo e conservação (Anderson et al. 1988; Storti, 1993; Jardim & Kageyama, 1994; Bernal & Ervik, 1996; Ratsirarson & Silander-Jr., 1996; entre outros).

Dentro deste contexto, este estudo busca contribuir com informações sobre a ecologia reprodutiva de uma população de *Butia capitata* em área de restinga, associando características

morfológicas e fisiológicas das flores com sistema reprodutivo e suas interações com visitantes florais e principais polinizadores.

Na presente dissertação os estudos são apresentados em capítulos. No capítulo 1 - INTRODUÇÃO GERAL: PALMEIRA, A ÁRVORE DA VIDA - são fornecidas informações referentes às características ecológicas e reprodutivas das palmeira, bem como informações referentes a espécie em estudo, o *B. capitata* var. *odorata*.

No capítulo 2 - ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DE LAGUNA, SC - são apresentadas informações sobre a formação da restinga, as condições edáficas e usos pela população, além de mapas com a localização das áreas de estudo.

No capítulo 3 - AS FLORES E O SISTEMA REPRODUTIVO DE *BUTIA CAPITATA* VAR. *ODORATA* - são estudadas as características da morfologia das flores femininas e masculinas, fenologia floral (horário de abertura da espata, das flores e receptividade do estigma e abertura da antera), a quantificação e testes de viabilidade dos grãos de pólen, razão pólen/óvulo e o sistema reprodutivo da espécie.

No capítulo 4 - RECURSOS E VISITANTES FLORAIS DE *BUTIA CAPITATA* VAR. *ODORATA* - são avaliados os principais recursos florais utilizados pelos visitantes, o papel das abelhas nativas na polinização de *B. capitata*, além de observações preliminares sobre o comportamento dos demais insetos visitantes.

Os capítulos são interligados nas CONSIDERAÇÕES FINAIS (capítulo 5), quando são destacados os aspectos mais relevantes do estudo, as interações entre os aspectos da biologia floral e polinizadores e perspectivas futuras para estudos da espécie.

CAPÍTULO 2

**ÁREA DE ESTUDO: A RESTINGA DE
LAGUNA, SC.**

2 - ÁREA DE ESTUDO

2.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma população de *Butia capitata* var. *odorata* que ocorre em área de restinga no município de Laguna, Santa Catarina. A área escolhida localiza-se a 8 Km da cidade de Laguna, próxima ao Km 311 da BR 101 e das coordenadas 28° 26' 20" Lat. S e 48° 48' 46" Long. W Gr. Está distante cerca de 7 Km do oceano Atlântico e 2 Km da Lagoa de Imaruí.

Esta restinga está situada entre as lagoas Mirim, Imaruí, Santo Antônio e o oceano Atlântico, sendo formada por uma planicie sedimentar de origem marinha, do período quaternário. Serviram de suporte para os depósitos marinhos o Morro do Itapirubá, a Ponta do Perrixil, o Morro do Gi e a Ponta de Cabecudas, que são formações de origem magmática do pré-cambriano. A deposição de sedimentos limitou o acesso do mar e formou uma laguna, da qual fazem parte as lagoas (Andersen, 1986).

Selecionado pelos próprios agentes de deposição - o vento e o mar - a granulometria do solo da restinga de Laguna é uniforme, sendo formado de areia média e tendo como mineral predominante o quartzo. Este tipo de solo é considerado impróprio para agricultura pela baixa capacidade de retenção de água, pela falta de compactação e forte tendência à erosão (Andersen, 1986). Devido à fragilidade desse ecossistema a vegetação desempenha papel fundamental para a estabilização dos sedimentos e manutenção da drenagem natural. Na restinga os estágios sucessionais diferem das formações ombrófilas e

estacionais, ocorrendo de forma mais lenta em função do substrato que não favorece o estabelecimento inicial da vegetação principalmente por dessecação e ausência de nutrientes (Lima & Capobianco, 1997).

As restingas ocupam todo o litoral leste do Brasil, estando inseridas na área de domínio da Mata Atlântica, de acordo com o disposto no art. 3º do Decreto n.º 750, de 10 de fevereiro de 1993. Este ecossistema, que possuia área original de 8400 Km² nos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, em 1990 estava reduzido a 6000 Km², de acordo com Leite & Klein (1990).

O termo restinga, de acordo com a Resolução CONAMA n.º 261, de 30 de junho de 1999, compreende comunidades vegetais florísticas e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origem marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinação destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos. Estas comunidades 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. Esta resolução reconhece 3 tipos básicos de classificação fitofisionômica para as restingas de Santa Catarina: 1. Restinga herbácea/subarbustiva; 2. Restinga arbustiva; e 3. Restinga arbórea. Para cada tipo de classificação foram caracterizadas a composição florística e estrutural e os estágios sucessionais.

Para este estudo foram escolhidas duas áreas dentro da restinga, distantes entre si cerca de 1 Km (Figura 1.2). A caracterização vegetacional das áreas foi feita com base nos parâmetros aprovados na resolução do CONAMA citada

anteriormente, através de conhecimentos pessoal e identificação de plantas feita pelo Prof. Daniel Falkenberg, do Departamento de Botânica da UFSC.

A área 1 possui 94500 m² (450m x 210m), está situada no sentido sul, norte e oeste, entre plantios recentes de eucaliptos, comunicando-se no sentido leste com outra área de restinga. Nesta área podem ser encontrados trechos em estágio inicial, em estágio médio e avançado de regeneração.

No trecho em estágio inicial de regeneração ocorre predominância do estrato herbáceo, espécies lenhosas de altura de até um metro e baixa diversidade de espécies. São as principais espécies da flora vascular: *Andropogon* sp., *Baccharis trimera* (carqueja), *Bidens pilosa* (picão), *Diodia radula*, *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Noticastrum* spp., *Petunia ericifolia* e *P. integrifolia*, *Porophyllum cf. ruderale*, *Senecio brasiliensis* (Maria-mole), *Triumfetta* spp., *Urena lobata* (guanxuma), entre outros.

No trecho em estágio médio de regeneração as plantas apresentam altura de até 2 metros, com predominância dos estratos arbustivos e herbáceos. Apresentam grande ocorrência na área, as vassouras *Heterothalamus alienus* e *Dodonaea viscosa*. Outras espécies também observadas foram *Baccharis* sp., *Diodia radula*, *Eupatorium casarettoi*, *Gaylussacia brasiliensis* (camarinha), *Heterothalamus psadioides*, *Lithrea brasiliensis* (arocira), *Noticastrum* spp., *Oxypetalum* sp., *Pyrostegia venusta* (cipó-são-João), e epífitas como *Tillandsia* spp. e *Vriesea* sp.

Os trechos em estágio avançado de regeneração apresentam predominância dos estratos arbustivos, subarbustivos e herbáceos. A altura das plantas do estrato arbustivo varia entre 2 a 3,5 metros, sendo encontradas na área as trepadeiras

Arrabidaea chica, *Oxypetalum cf. tomentosum*, *Passiflora edulis*, além das espécies *Calliandra tweediei*, *Eupatorium sp.*, *Gomidesia palustris*, *Guapira opposita*, *Ilex spp.*, *Miconia cf. lagunensis*, *Myrcia cf. multiflora*, *Ocotea pulchella*, *Ouratea sp.*, *Pyrostegia venusta*, *Tabebuia pulcherrima*, *Vitex megapotamica*, entre outras citadas anteriormente.

A segunda área, com cerca de 37500 m², apresenta maior uniformidade fitofisionômica, sendo parte de restinga arbustiva em estágio médio de regeneração. A vegetação do local é formada por agrupamentos arbustivos intercalados com plantas herbáceas. As plantas do estrato arbustivo apresentam altura entre 1 a 2 metros, sendo *Dodonaea viscosa*, o *B. capitata* e *Heterothalamus alienus* as espécies predominantes. Outras espécies também abundantes na área, porém encontradas em menor abundância, são *Baccharis spp.*, *Guapira opposita*, *Heterothalamus spp.*, *Ilex dumosa*, *Lithrea brasiliensis*, *Noticastrum sp.*, *Petunia spp.*, além de várias espécies de gramíneas e epífitas como *Epidendrum fulgens*, *Tillandsia spp.* e *Vriesea sp.*

B. capitata apesar de ser uma espécie característica de restinga com vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração, de acordo com a classificação proposta pela resolução do CONAMA para restingas de Santa Catarina, ocorre com abundância em todos os estágios de regeneração porque têm sido preservado nos desmatamentos ocorridos nas áreas estudadas ao longo dos anos.

Historicamente a restinga do município de Laguna sempre foi utilizada pela população local para práticas agrícolas de subsistência [apesar do solo ser considerado impróprio para a agricultura (Andersen, 1986)]. Eram realizados plantios de milho, feijão, amendoim, batata, melancia e principalmente

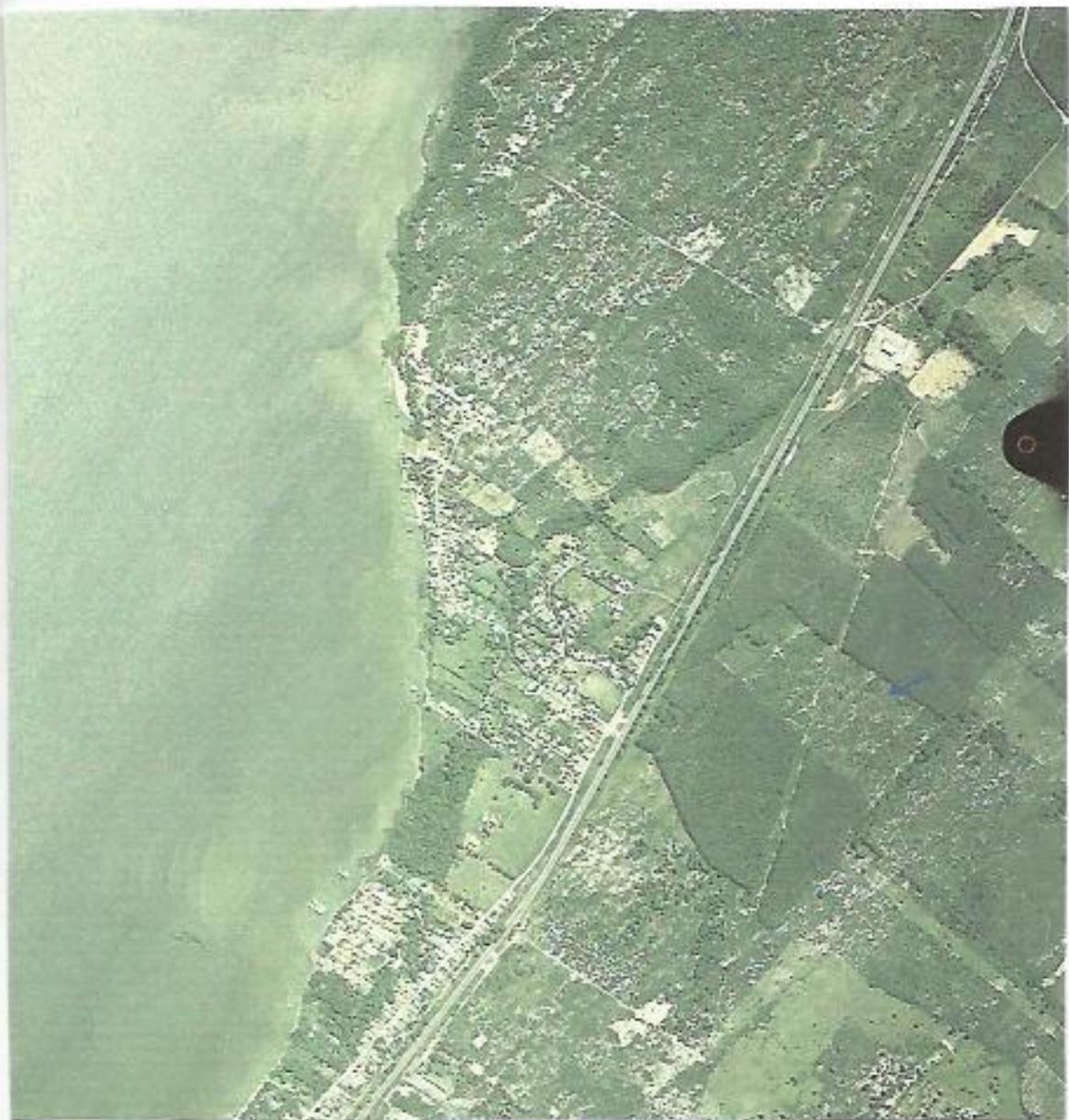


Figura 2.2. Detalhamento das áreas de estudo (levantamento aerofotogramétrico de 1998) no município de Laguna, SC. Foto em escala 1:15000. Em alaranjado = BR 101; em azul = áreas de estudo.

mandioca (Informações de moradores da localidade). Os plantios eram realizados através de abertura de clareiras na vegetação, queimada e posterior abandono para a regeneração o que justifica em parte os diversos estágios de regeneração apresentado pela restinga. Atualmente a vegetação da restinga vem sendo substituída de forma permanente pelo plantio de eucaliptos, ocupação imobiliária (crescimento do cinturão urbano) e para a formação de pastagens.

2.2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima da região de Laguna, de acordo com o Sistema Internacional de Köeppen, pode ser classificado como *Cfa*, subtropical, mesotérmico úmido e sem estação seca. Devido à proximidade com o mar, no município não ocorre o fenômeno de geadas, nem neve, sendo as temperaturas sempre positivas. Atuam sobre o município três massas de ar: a Polar, a Tropical e a Celusa. A massa Polar tem origem na Antártida e é responsável por tempo instável, com vento sul e chuvas. A massa Tropical origina-se entre o Brasil e a África, é quente, úmida e de tempo bom. No município caracteriza-se pelos freqüentes ventos nordeste, com tempo bom e calor. A massa Celusa ou Lestada vem diretamente do oceano e se caracteriza por precipitações abundantes durante vários dias (Andersen, 1986).

O diagrama climático elaborado para o período de estudo apresenta dados de precipitação e temperatura média mensal para os meses de agosto de 1998 a setembro de 1999 e médias mensais de 82 anos de observações (normais climatológicas). Os dados foram obtidos através da Estação Meteorológica de Florianópolis (EPAGRI-CLIMERH/SC), situada a cerca de 120 Km da área de estudo. A Estação Meteorológica de Araranguá, apesar de estar

situada mais próxima da área de estudo, não apresentava os dados de temperatura para os meses de dezembro/1998 a março/1999, motivo pelo qual foram utilizados os dados meteorológicos da Estação de Florianópolis.

As normais climatológicas da precipitação pluviométrica mostraram que a menor da precipitação mensal ocorre no mês de julho, com 82mm, enquanto que a maior ocorre no mês de janeiro com 191,5mm, acumulando uma precipitação anual de 1551,1mm. As normais para temperatura média mensal mostram uma variação de 24,6°C para fevereiro (mês mais quente do ano) a 16,4°C para julho (mês mais frio), observado na Figura 2.3.

A precipitação pluviométrica mensal para o período de estudo variou de 27,7mm para o mês de agosto a 260,90mm para o mês de janeiro, totalizando 1120,6mm no período. A mais baixa temperatura média mensal foi registrada para o mês de julho com 16,1°C e a mais elevada foi de 25,5°C, registrada para o mês de março (Figura 2.3).

A comparação entre os dados meteorológicos obtidos mostra que as temperaturas do período de estudo apresentaram valores bem próximos do esperado, com base nas normais climatológicas. A temperatura média anual da região, que foi de 24,12°C, ficou acima da média da normal, com 23,5°C. Comparando-se a precipitação normal com a do período de estudo observa-se que esta apresentou uma grande variação. A precipitação do período de estudo foi bem maior que a precipitação normal nos meses de agosto e setembro de 1998 e julho de 1999, representando praticamente o dobro da normal. Nos meses de março, maio e agosto de 1999 houve baixa precipitação quando comparada à normal.

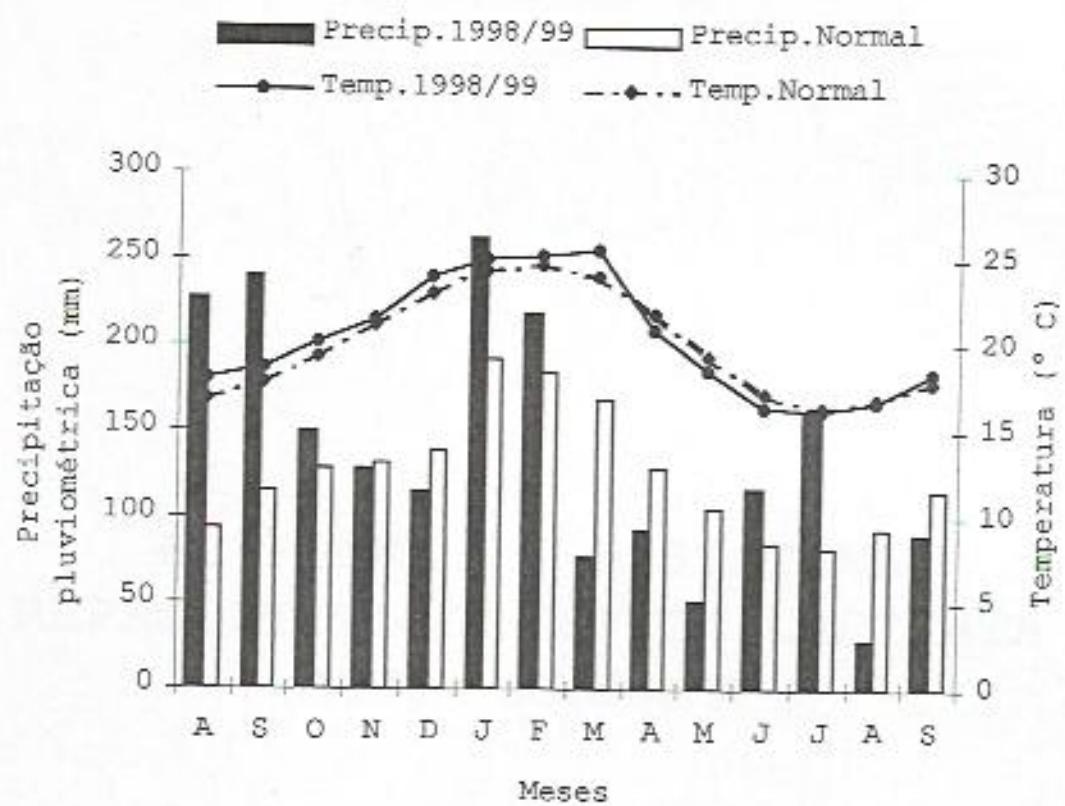


Figura 2.3. Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) para o período de agosto de 1998 a setembro de 1999 e normais climatológicas (Dados da Estação Meteorológica de Florianópolis/EPAGRI-CLIMERH/SC).

CAPÍTULO 3

AS FLORES E O SISTEMA
REPRODUTIVO DE *BUTIA CAPITATA*
VAR. *ODORATA*

3.1-INTRODUÇÃO

Os estudos das palmeiras das Américas foram intensificados na última década. Estes se referem principalmente à ecologia das palmeiras, biologia reprodutiva e exploração de espécies promissoras (Henderson et al., 1995).

Em relação à biologia reprodutiva vários aspectos vêm sendo abordados. Dentre estes, destacam-se os estudos da fenologia (Bullock, 1981; Küchmeister et al., 1993; Jardim & Kageyama, 1994; Borchsenius, 1997a ; Rosa et al., 1998; Adler et al., 1998), os estudos da ecologia da polinização enfocando as diferentes estratégias reprodutivas e interações com insetos visitantes e polinizadores (Silberbauer-Gottsbeger, 1973; Mora-Urpi & Solis, 1980; Beach, 1984; Henderson, 1985; Barfod et al., 1987; Bürquez et al., 1987; Anderson et al., 1988; Free, 1993; Küchmeister et al., 1993; Reis et al., 1993; Storti, 1993; Bernal & Ervik, 1996; Ervik & Bernal, 1996; Jardim & Macambira, 1996; Ratsirarson & Silander Jr., 1996; Borchsenius, 1993 e 1997b; Listabarth, 1994 e 1996; Ervik & Feil, 1997), os estudos de caracterização morfológica das flores (Silberbauer-Gottsbeger, 1973; Uhl & Moore-Jr., 1977), os estudos da avaliação dos atrativos e recursos florais oferecidos aos visitantes (Ervik et al., 1999; Knudsen et al., 1999; Küchmeister et al., 1997) e estudos da evolução das estruturas reprodutivas ou florais (Barfod et al., 1999; Moore-Jr. & Uhl, 1982).

As palmeiras de maneira geral, apresentam predominância de fecundação cruzada com grande diversidade de sistemas sexuais e mecanismos de cruzamento (Tomlinson, 1979; Henderson, 1986). A monoicia é a condição mais comum entre as

palmeiras, com as flores masculinas e femininas distribuídas ao longo da mesma inflorescência [como em *B. capitata* (Rosa et al., 1998) e em *Euterpe edulis* (Reis et al., 1993)] ou em inflorescências distintas [como em *Elaeis* (Henderson, 1986)]. O mecanismo mais evidente para evitar auto-fecundação nestas plantas é a separação temporal da ântese das flores masculinas e femininas, sendo freqüente a ocorrência tanto da protandria [*Butia leiospatha* = *B. archeri* (Silberbauer-Gottspberger, 1973)], quanto da protoginia [*Bactris gasipaes* (H.B.K.) (Mora-Urpi & Solís, 1980)] entre as espécies. A possibilidade de auto-fecundação nestas espécies ocorre quando há sobreposição de inflorescências nas fases masculina e feminina (Henderson, 1986). A dioicia, embora bem menos freqüente, também ocorre entre as palmeiras que, neste caso, apresentam fecundação cruzada obrigatória [como em *Phoenix dactylifera* L. (Tomlinson, 1979)].

Os estudos que envolvem aspectos relacionados com o sistema reprodutivo das plantas são importantes porque podem fornecer informações a respeito da ecologia evolutiva das espécies, além de fornecer subsídios sobre o padrão de transmissão e variação das características genéticas na população. A predominância de auto-fecundação numa população pode restringir a heterozigosidade, reduzir a variação dentro das populações e aumentar a dissimilaridade genética entre as populações. A fecundação cruzada, por outro lado, pode promover o fluxo gênico e reduzir a probabilidade de diferenciação micro-geográfica e a estruturação de subpopulações (Kearns & Inouye, 1993).

Vários fatores podem afetar a chance de cruzamento entre as plantas, entre eles podemos citar os obstáculos que interferem na transferência do pólen pelos agentes de transporte e mecanismos de interação pólen/estigma. Na polinização anemófila, citada para algumas palmeiras, a

deposição do pólen no estigma depende de uma combinação de fatores ambientais, características morfológicas e fisiológicas do pólen e quantidade de pólen produzido pela planta, entre outros. A polinização entomófila, que é o tipo mais comum entre as palmeiras, é afetada pelo tamanho e capacidade de transporte do pólen pelo polinizador e pelo comportamento forrageiro deste em relação à morfologia e localização do estigma dentro da estrutura floral. A interação pólen/estigma, por sua vez, pode ser afetada pela viabilidade do pólen, receptividade do estigma e interações genéticas de ambos, como ocorre em sistemas de incompatibilidade (Dafni, 1992; Kearns & Inouye, 1993; Richards, 1997).

A compreensão dos fatores que interferem na polinização de uma planta é condição essencial para se poder avaliar o sucesso reprodutivo da mesma. Por exemplo, a análise da viabilidade e longevidade do pólen é o primeiro passo para entender o número de grãos de pólen necessários sobre a superfície do estigma requeridos para viabilizar uma boa frutificação (Kearns & Inouye, 1993). Contudo, os resultados de testes de germinação *in vitro* não necessariamente mostram a capacidade do pólen para fertilizar os óvulos e produzir sementes (Dafni, 1992). A quantidade de pólen produzido por uma planta, de acordo com Cruden (1977), pode ser associada ao mecanismo de transferência do pólen entre as plantas, pois plantas com eficiente mecanismo de transferência do pólen não necessitam produzir grandes quantidades. Para Proctor et al. (1996), uma grande produção de pólen pode ser associada ao tipo de polinização, pois espécies polinizadas pelo vento produzem maior quantidade de pólen do que as plantas polinizadas por insetos.

Neste capítulo são estudadas algumas características da biologia reprodutiva de *B. capitata* var. *odorata*. Objetiva-

se, em particular, determinar o seu sistema reprodutivo, as características da morfologia da flor feminina e masculina, a fenologia floral (horário de ântese, liberação do pólen, receptividade do estigma, duração das flores), a quantificação e viabilidade dos grãos de pólen, e os investimentos da planta em gametas femininos e masculinos.

3.2 - MATERIAL E MÉTODOS

As informações referentes ao sistema reprodutivo de *B. capitata* foram obtidas de dezembro de 1998 a março de 1999 em plantas situadas na área 2, a qual está descrita no segundo capítulo.

3.2.1 - MORFOLOGIA E FENOLOGIA FLORAL

As características das fenofases masculina e feminina de *B. capitata* foram avaliadas através de observações sistemáticas em 10 inflorescências.

A liberação das inflorescências das espatas foi acompanhada através de visitas diárias no período matutino e vespertino às plantas marcadas.

Para determinar os horários de abertura das flores masculinas e liberação do pólen, as observações tiveram início pela manhã bem cedo (em torno de 5 h) e estenderam-se até o momento em que o pólen foi liberado. O tempo de duração das flores masculinas foi estudado em 5 flores de cada inflorescência acompanhada. As flores foram marcadas no inicio da manhã e observadas posteriormente até o final da tarde.

O desenvolvimento do estigma e a duração do período de receptividade foram acompanhados através de observações em 5 flores de cada inflorescência. As flores foram marcadas antes do inicio da ântese e observadas durante vários dias consecutivos.

Todos os horários citados nesse estudo desconsideraram o horário de verão que foi de outubro de 1998 a fevereiro de 1999.

Para o estudo da morfologia das flores foram coletadas flores masculinas e femininas para serem observadas em microscópio estereoscópio e desenhadas em câmara clara acoplada ao mesmo, com complemento do desenho a mão livre. As cores das flores foram determinadas através de tabela de cores Munsell Soil Color Charts, edição de 1975.

3.2.2 - QUANTIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE PÓLEN E ÓVULOS

O número de grãos de pólen foi estimado para 3 anteras de 5 plantas diferentes. Cada antera foi diluída em 0,5 ml de etanol e com o auxilio de uma micro-pipeta foram retiradas 3 amostragens de 10 μl . Cada amostra foi colocada em uma lâmina e após a evaporação do etanol os grãos de pólen foram contados em microscópio, com aumento de 100x, conforme técnica citada por Kearns & Inouye (1993).

A quantidade de grãos de pólen para cada antera foi estimada multiplicando-se a média de grãos obtida nas amostragens pelo volume total de etanol no qual foi realizada a diluição (em microlitros), e dividindo-se este valor pelo volume de etanol da amostragem. O cálculo descrito anteriormente pode ser resumido pela seguinte fórmula:

$$\text{Nº grãos de pólen/antera} = \frac{\bar{X} \text{ grãos/amostragem}}{10 \mu\text{l}} \times 500 \mu\text{l}$$

Para a flor masculina o número de grãos de pólen produzido foi estimado multiplicando-se a média de grãos de pólen por antera pelo número de anteras por flor. Para quantificar o número de grãos de pólen por ráquila o valor de pólen obtido por flor foi multiplicado pela média de flores masculinas por ráquila. Para cada inflorescência este valor foi obtido multiplicando-se a média de grãos de pólen por ráquila pela média de ráquilas por inflorescência. As médias de flores masculinas por ráquila e de ráquilas por inflorescência foram obtidas de Rosa et al. (1998).

O número de óvulos foi determinado através de cortes da parede do ovário de 5 flores e observação em microscópio estereoscópico.

3.2.3 - VIABILIDADE DOS GRÃOS DE PÓLEN

Os testes de viabilidade foram realizados com grãos de pólen de flores masculinas recém coletadas e de flores armazenadas em refrigerador. A viabilidade do pólen recém coletado foi determinada através de testes de germinação em meio de cultura contendo sacarose e testes com carmim acético. A viabilidade do pólen armazenado foi testada com carmin acético (Kearns & Inouye, 1993).

O percentual de germinação de grãos de pólen recém coletados foi avaliado em diferentes concentrações de sacarose nos meios de germinação. Para estes testes, grãos de pólen de diversas anteras de uma única inflorescência foram colocados para germinar em meio líquido com diferentes concentrações de sacarose (10%, 20%, 30% e 40%) e solução controle (0% de sacarose) (Kearns & Inouye, 1993). Para cada concentração foram feitas 3 repetições e a porcentagem de germinação foi avaliada através da contagem de 100 grãos de pólen para cada repetição.

O efeito do armazenamento na germinação dos grãos de pólen foi avaliado através da aplicação de uma gota de solução de carmin acético a 2% sobre grãos de pólen depositado sobre uma lâmina. Os testes foram realizados logo após a coleta do pólen e após 7 dias de armazenamento em refrigerador (período em que o pólen ficou armazenado aguardando a ântese das flores femininas para realização dos testes de auto-polinização), com temperatura em torno de 9°C e umidade de 56%. Foram utilizados grãos de pólen provenientes de 5 plantas diferentes. Para cada procedência dos grãos de pólen foram feitas 3 repetições, com avaliação de 100 grãos para cada repetição.

3.2.4 - RAZÃO PÓLEN/ÓVULO

A razão pólen/óvulo para *B. capitata* foi calculada multiplicando-se a razão entre flores masculinas e femininas (dados obtidos de Rosa et al., 1998 em trabalho realizado para a mesma população), pela média de pólen das flores masculinas e o valor obtido foi dividido pelo número de óvulos das flores femininas, segundo o método utilizado por Borchsenius (1993). O cálculo acima descrito pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$P/O = \frac{\text{Flor masc/Flor femin.}}{\bar{x} \text{ Grãos/Flor}} \times \frac{}{\text{Nº Óvulos/Flor}}$$

3.2.5 - SISTEMA REPRODUTIVO

Para estudar o sistema reprodutivo de *B. capitata* foram conduzidos os seguintes tratamentos: polinização cruzada, auto-polinização, agamospermia, anemofilia e polinização natural.

Cada tratamento foi aplicado em 3 ráquилас de 11 inflorescências, totalizando 33 ráquилас para cada tratamento. Todas as flores femininas contidas nas ráquилас foram utilizadas para os experimentos, resultando em diferentes quantidades de flores para cada tratamento.

Para aplicação dos tratamentos de polinização cruzada, de auto-polinização, de agamospermia e de anemofilia, as ráquилас foram ensacadas no período que antecede a floração feminina (a espécie é protândrica) para impedir a polinização espontânea. As flores utilizadas para avaliar a polinização anemófila foram cobertas com saquinhos de filó e as demais com saquinhos de papel amanteigado (Figura 3.1).

As ráquилас marcadas para o tratamento de polinização espontânea permaneceram expostas aos fatores naturais de polinização para serem utilizadas como tratamento controle.

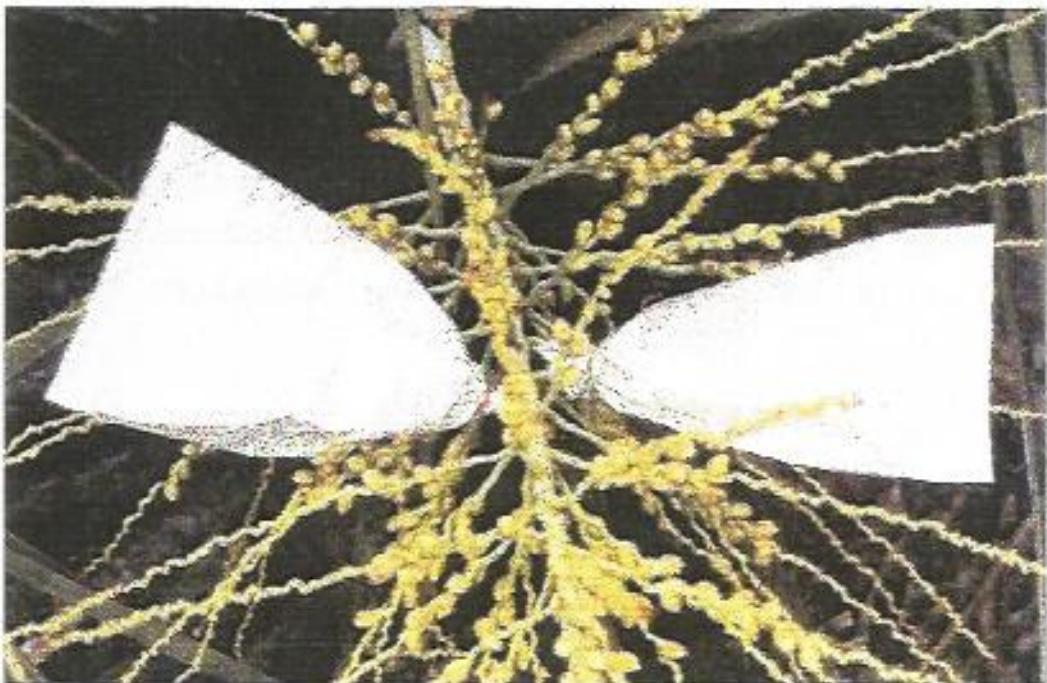
No momento do ensacamento das ráquилас o número de flores foi anotado e cada inflorescência recebeu uma etiqueta de metal para identificação do tratamento.

Nas flores onde foram aplicados os tratamentos de polinização cruzada e auto-polinização o pólen foi transferido manualmente com o auxílio de um pincel. As polinizações foram realizadas entre 10 e 14 horas, durante dois dias consecutivos.

Os grãos de pólen para os testes de polinização cruzada foram coletados em várias plantas para evitar possíveis diferenças de viabilidade entre grãos de pólen de diferentes indivíduos. Outro procedimento observado foi realizar coletas em plantas situadas a pelo menos 50 metros das plantas onde foram conduzidos os experimentos para reduzir a possibilidade de cruzamentos endogâmicos (Kearns & Ynouye, 1993; Richards, 1997).



A



B

Figura 3.1. Ráquias de inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata* ensacadas para os experimentos de A) polinização anemófila e B) polinização cruzada, agamospermia e autopolinização.

Os testes de auto-polinização foram realizados com grãos de pólen de flores da mesma inflorescência, armazenados em refrigerador. O período de armazenamento variou de 4 a 7 dias, conforme o tempo decorrido entre a coleta do pólen das flores masculinas e a receptividade das flores femininas da mesma inflorescência.

Para avaliar a ocorrência de agamospermia as flores foram mantidas ensacadas sem polinização.

Todas as ráquилас que tiveram os sacos de papel perfurados no período de aplicação dos tratamentos foram descartadas. A retirada dos saquinhos ocorreu em torno de sete dias depois da ântese das flores femininas e o sucesso reprodutivo foi avaliado através da contagem dos frutos maduros, aproximadamente 60 dias após a polinização.

3.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos testes de viabilidade dos grãos de pólen e tratamentos de polinização foram avaliados através de análise de variância paramétrica (ANOVA) (Sokal & Rohlf, 1969).

3.3 - RESULTADOS

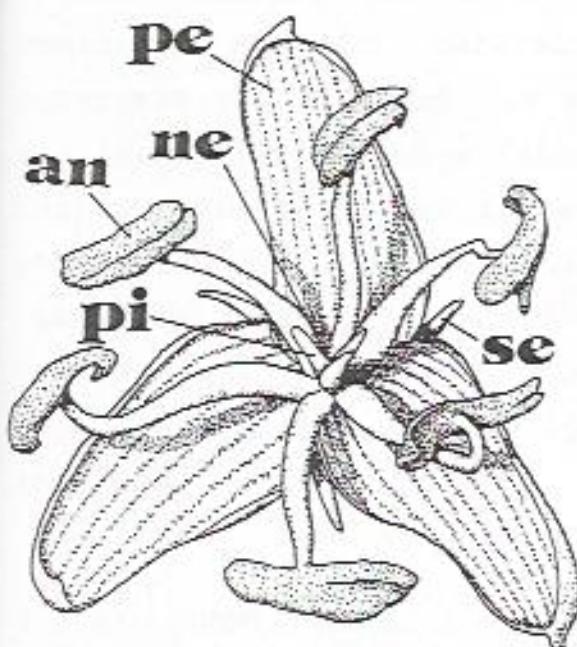
3.3.1- MORFOLOGIA E FENOLOGIA FLORAL

A liberação da inflorescência pela espata ocorre através de uma fenda longitudinal localizada na posição ventral da espata. Esta liberação ocorre, geralmente, no inicio da manhã (7 de 10 observações) ou no periodo da tarde (3 observações). A espata é séssil, sendo externamente glabra, de cor verde e com parede interna de cor amarela.

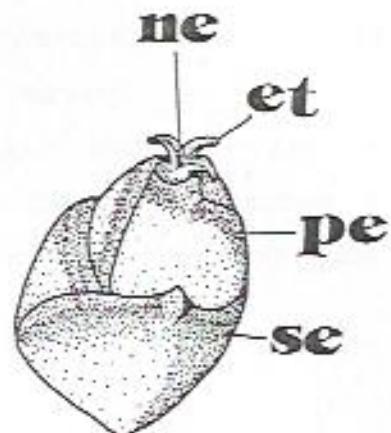
As inflorescências são do tipo panicula, formadas por uma ráquis principal e, em média, 64 ráquinas secundárias (Rosa et al., 1998). Cada ráquila é composta de triades na base (uma flor feminina e duas flores masculinas) e somente flores masculinas no ápice. Tanto as flores masculinas quanto as flores femininas abrem-se de forma aleatória e gradativa ao longo do periodo de ântese.

As flores de *B. capitata* apresentaram grande variação de cores entre os indivíduos, porém constantes dentro de cada indivíduo. As flores são, aparentemente, monocromáticas e sem guias de néctar em luz visivel. A coloração das flores variou de amarelo a vermelho claro e escuro, sendo visualmente perceptível a predominância de inflorescências de cor amarela na população estudada.

As flores masculinas são formadas por 3 sépalas, 3 pétalas, 3 pistilóides rudimentares e 6 estames com anteras dorsifixas e néctário situado entre os pistilóides. As flores femininas apresentam 3 sépalas e 3 pétalas fortemente imbricadas, estigma trifido com nectário entre eles e três carpelos uniovulados. O estigma somente torna-se perceptível durante o periodo da ântese (Figura 3.2).



A



B

Figura 3.2. Desenho esquemático das flores de *Butia capitata* var. *odorata* A) masculina e B) feminina. se- sépalas, pe- pétalas, pi- pistilóides, an- anteras, et- estigmas, ne- nectários.

As flores masculinas abriram no inicio da manhã, liberando o pólen em torno das 8:00 horas. Ao final do dia as flores já apresentavam as anteras sem pólen e ressecadas. Cada flor durou apenas um dia, sofrendo abscisão no final da tarde. Nos dias nublados ou com chuva, ocorreu a abertura da flor, porém as anteras permaneceram fechadas até que as condições do tempo melhorassem e/ou ocorresse aumento de temperatura. Em observações realizadas nas inflorescências que são liberadas pela espata no periodo da tarde, as anteras apresentaram pólen exposto, porém este somente foi retirado na manhã do dia seguinte pelos visitantes florais.

O horário de inicio da receptividade das flores femininas não foi determinado com exatidão, porém foi observado que em torno das 8:00 horas iniciam-se as visitas dos insetos às flores e estas começam a produzir néctar (ver capítulo 4). As flores provavelmente permaneceram receptivas por dois dias porque durante este periodo o estigma permaneceu claro, úmido e túrgido e a flor recebeu visitas dos insetos. No terceiro dia o estigma tornou-se marrom e seco, com sinais de oxidação e cessaram as visitas dos insetos.

3.3.2 - QUANTIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE PÓLEN E ÓVULOS

O número de grãos de pólen estimado para cada antera foi, em média 21.150 grãos ($n=15$). Considerando que a flor masculina apresenta 6 anteras, foram obtidos em média 126.900 ($n=5$) grãos de pólen por flor. Cada ráquila apresenta em média 117 flores masculinas, com média de 14.894.522 grãos de pólen. Para cada inflorescência a média de grãos de pólen estimada foi de 953.313.408 (Tabela 3.1). Cada flor feminina apresenta 3 óvulos.

Tabela 3.1. Estimativa da produção de pólen em diferentes partes da estrutura reprodutiva masculina de *Butia capitata* var. *odorata*.

Partes da Estrutura Reprodutiva	Valores		Média ± Desvio Padrão
	Máximo	Mínimo	
Antera	34050	9017	21150 ± 10010
Flor	204300	54100	126900 ± 60061
Ráquila ($\times 10^6$)	23,98	6,35	14,89 ± 7,05
Inflorescência ($\times 10^8$)	15,35	4,06	9,53 ± 4,51

3.3.3 - VIABILIDADE DOS GRÃOS DE PÓLEN

O percentual máximo de germinação dos grãos de pólen foi de 92,33% obtido em meio de cultura contendo 20% de sacarose. Nas soluções com concentrações de 10% e 30%, os percentuais de germinação foram mais baixos, com 82,33% e 70%, respectivamente. Os grãos de pólen submetidos às soluções controle (0%) e com 40% de sacarose não apresentaram germinação (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Germinação de grãos de pólen de *Butia capitata* var. *odorata* em meio de cultura líquido com diferentes concentrações de sacarose.

Concentrações de sacarose (%)	Média*	Desvio Padrão
0	0	0
10	82,33 b	2,51
20	92,33 a	1,53
30	70,00 c	2,00
40	0	0

*Médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significativas pelo teste DMS, a 5%.

Os testes de viabilidade do pólen pelo método do carmim acético, aplicados em grãos de pólen recém coletados de 5 plantas, mostraram em média 96,76% ($DP=1,86$) de viabilidade, com valores mínimo e máximo de 98,63% e 96,39%, respectivamente. Após 7 dias de armazenamento em refrigerador a viabilidade dos grãos de pólen praticamente não sofreu alteração, apresentando média de 95,29% ($DP=1,63$), com variação entre 97,27% e 93,41%.

3.3.4- RAZÃO PÓLEN/ÓVULO

A razão entre pólen e óvulo obtida para *B. capitata* foi de 1.269.000. O cálculo foi realizado levando-se em consideração os dados de Rosa et al. (1998), que apresentam como 30:1 a razão entre flores masculinas e femininas, o número de grãos de pólen por flor (apresentado na Tabela 3.2) que foi de 126.900, e o número de óvulos, que foi 3. Na Tabela 3.3 estão resumidas características da biologia de *B. capitata* que quantificam o investimento reprodutivo floral da espécie.

Tabela 3.3. Características da biologia reprodutiva de *B. capitata* var. *odorata* em Laguna, SC.

Características	Média ± Desvio Padrão
Pólen/Antera	21150 ± 10010
Pólen/Flor	126900 ± 60061
Flores masculinas/ráquila*	117 ± 39,38
Flores femininas/ráquila*	5 ± 4,38
Flores masculinas/inflorescência*	7488
Flores femininas/inflorescência*	320
Inflorescências/planta*	2,24
Flores masculinas/Flores Femininas*	30,23
Razão Pólen/óvulo	1269000

*Dados obtidos de Rosa et al. (1998).

3.3.5. SISTEMA REPRODUTIVO

Os experimentos para caracterização do sistema reprodutivo de *Butia capitata* var. *odorata* foram aplicados em 878 flores de 30 inflorescências pertencentes a 30 indivíduos

diferentes. Cada tratamento de polinização foi aplicado em 11 inflorescências, sendo que diferentes tratamentos podem ter sido aplicados em uma mesma inflorescência.

Os resultados dos experimentos de polinização estão apresentados na Tabela 3.4. Para avaliar a polinização espontânea (tratamento controle) foram marcadas 183 flores, com média de 16,64 ($DP=6,51$) flores por inflorescência. Destas, foram formados 107 frutos, com média de 9,73 ($DP=5,33$) frutos por inflorescência. O sucesso reprodutivo foi em média de 56,79% ($DP=19,31$) por inflorescência, variando de 18,19% até 85,71%.

Tabela 3.4. Resultados dos experimentos de polinização em inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata* (Média ± Desvio Padrão), no município de Laguna, SC. O teste de agamospermia (n.º flores =184) não apresentou formação de frutos.

Tratamentos	N.º Flores (n)	N.º Flores/In- florescência	N.º Frutos Formados/In- florescência	(%) Frutos Formados/In- florescência
Pol. Cruzada	192	17,55 ± 6,52	9,54 ± 5,22	56,43 ± 24,00 a*
Pol. Espontânea	183	16,64 ± 6,51	9,73 ± 5,33	56,79 ± 19,31 a
Auto-polinização	154	14,00 ± 3,46	4,82 ± 3,68	36,02 ± 29,17 b
Anemofilia	155	14,09 ± 5,37	1,91 ± 1,81	17,44 ± 17,07 b

*tratamentos seguidos da mesma letra não são estatisticamente diferentes, pelo teste DMS, $p=0,05$.

O tratamento de polinização cruzada apresentou resultado semelhante ao resultado da polinização espontânea. O tratamento de polinização cruzada foi testado em 192 flores, com média de 17,45 ($DP=6,52$) flores por

inflorescência. Houve formação de 105 frutos, com média de 9,54 ($DP=5,22$) frutos por inflorescência. O percentual de formação de frutos foi de 56,43% ($DP=24,00$) por inflorescência, com frutificação máxima e mínima de 84,21% e 13,04%, respectivamente.

Para o tratamento de auto-polinização foram utilizadas em média 14 ($DP=3,46$) flores por inflorescência, com um total de 154 flores. Este tratamento apresentou grande variação na porcentagem (0% a 90%) de frutos formados por inflorescência. O sucesso reprodutivo foi menor do que nos tratamentos de polinização cruzada e polinização espontânea, com média de 36,02% ($DP=29,17$) por inflorescência e formação de 53 frutos.

O tratamento de anemofilia apresentou a menor frutificação entre os tratamentos que mostraram resultados positivos. Este tratamento foi aplicado em 155 flores e houve formação de somente 21 frutos. A média de flores testadas por inflorescência foi de 14,09 ($DP=5,37$) e de frutos formados foi 1,91 ($DP=1,81$). O sucesso reprodutivo deste tratamento variou entre 0% e 42,86%, com média de 17,44% por inflorescência ($DP=17,07$).

O tratamento de agamospermia foi aplicado em 184 flores, com média de 16,73 ($DP=4,73$) flores por inflorescência, porém em nenhuma das flores foi observada a formação de frutos. Por este motivo os dados deste tratamento não foram apresentados na tabela 3.4. Em algumas inflorescências foi observado que os frutos estavam aderidos às ráquилас por ocasião da retirada dos saquinhos (uma semana após a aplicação do tratamento), sofrendo abscisão antes da maturação, período em que foram feitas as avaliações finais.

O tratamento de polinização cruzada não diferiu significativamente do tratamento de polinização espontânea, pela análise da média de frutos formados. No entanto, ambos

os tratamentos diferiram estatisticamente da auto-polinização e anemofilia.

3.4 - DISCUSSÃO

Na família Palmae o horário de liberação das inflorescências e abertura das flores varia de acordo com a espécie. Pode ocorrer no período matutino, vespertino ou noturno, sendo freqüentemente associado ao tipo de polinizador (Henderson, 1986).

Palmeiras com abertura de flores no período vespertino (Bullock, 1981; Storti, 1993 e Listabarth, 1996 e 1994) e noturno (Bullock, 1981; Beach, 1984 e Barfod et al., 1987) são polinizadas principalmente por coleópteros, enquanto que, espécies com flores que abrem no período matutino (Silberbauer-Gottsberger, 1973; Bullock, 1981; Free, 1993; Reis et al., 1993; Ervik & Bernal, 1996; Küchmeister et al., 1997 e Knudsen et al., 1999) são associadas à polinização por abelhas e moscas.

A variação no horário da abertura que foi registrado para algumas inflorescências de *B. capitata*, também foi observada por Listabarth (1994) para *Desmoncus polyacanthos* Mart. e por Mora-Urpi & Solis (1980) para *Bactris gasipaes*. Segundo Mora-Urpi & Solis (1980), esta variação pode ser atribuída a respostas individuais de algumas inflorescências que não obedecem ao comportamento geral da planta ou a variações de fatores ambientais. Sendo a restinga um ambiente que apresenta condições instáveis e adversas (Lima & Capobianco, 1997), esta variação no horário de abertura das flores de *B. capitata* pode estar sendo influenciada pelo ambiente.

B. capitata apresenta abertura floral no inicio da manhã, no horário em que a maioria das espécies de abelhas, vespas e moscas iniciam suas visitas às flores. Esta sincronia entre o horário de ântese e atividade dos insetos tende a favorecer a atuação destes como polinizadores. Outra característica de *B. capitata* que favorece a visita dos insetos às flores é a presença de nectários totalmente expostos, localizados na porção central da flor. Desta maneira, a flor não oferece restrição à entrada de visitantes, enquadrando-se na categoria dos generalistas de acordo com Faegri & van der Pijl (1979). No capítulo 4 são discutidas mais detalhadamente as interações entre as flores de *B. capitata* e os potenciais polinizadores desta.

O padrão floral trimero e a disposição das flores masculinas e femininas de *B. capitata* em triades são padrões comuns entre as espécies da família Palmae, variando entre as espécies a disposição das triades nas ráquилас (Moore-Jr. & Uhl, 1982). *B. capitata* apresenta o mesmo padrão de distribuição das triades nas ráquилас descrito para a palmeira *Butia leiosphata* (- *B. archeri*), por Silberbauer-Gottsberger (1973), ou seja, presença de flores masculinas e femininas na base da ráquila e no ápice da ráquila se encontram apenas flores masculinas.

Este padrão de distribuição das triades contribui para a razão pólen/óvulo obtida. Considerando-se a formação de 30 flores masculinas para 1 flor feminina, o número de grãos de pólen/óvulo para *B. capitata* chega a 1.269.000. A palmeira *Euterpe precatoria* com 42.000 grãos de pólen/óvulo, (Küchmeister et al., 1997), apresenta uma razão pólen/óvulo mais baixa, em parte, devido a uma proporção bem menor de flores masculinas em relação às femininas, que é 2:1. *Aiphanes eggersii* Burret, com razão entre flores masculinas e femininas de 9,9 e 72.400 grãos de pólen por flor, apresenta

uma razão pólen/óvulo de 240.000 (Borchsenius, 1993). Um resultado da razão pólen/óvulo mais elevado que para *B. capitata*, é citado para *Socratea sp.*, com 1.935.559,9 grãos de pólen por óvulo (Ramirez & Seres, 1994).

A razão pólen/óvulo está relacionada também ao modo de polinização e ao sistema reprodutivo das espécies (Bertin, 1989). Plantas com auto-polinização não necessitariam produzir grandes quantidades de pólen. No entanto, para plantas com polinização cruzada o aumento do número de grãos de pólen pode ocasionar um substancial benefício ao seu sucesso reprodutivo ("fitness"). Uma maior quantidade de pólen poderia saturar melhor os estigmas disponíveis (Bertin, 1989). Neste sentido, de acordo com a razão pólen/óvulo obtida para *B. capitata*, esta espécie se enquadra como xenogâmica obrigatória, segundo estimativas de Cruden (1977). No entanto, os resultados obtidos para os testes do sistema reprodutivo de *B. capitata* mostraram que esta palmeira também pode se auto-fecundar. Neste caso, a protandria presente nesta espécie atuaria como um mecanismo que previne a auto-fecundação. Rosa (1994), estudando a população *B. capitata* na mesma área aqui estudada observou que cerca de 3% da população apresentou sobreposição de inflorescências em fases masculina e feminina, o que possibilita a gueitonogamia. É oportuno lembrar que na mesma inflorescência a possibilidade para ocorrer auto-fecundação é remota devido a não sobreposição da ântese das flores femininas e masculinas.

Ramirez & Seres (1994), estudando espécies de monocotiledôneas, entre elas 4 espécies de palmeiras, não observaram diferenças significativas na razão pólen/óvulo entre espécies xenogâmicas e autógamas e entre espécies auto-compatíveis e auto-incompatíveis.

O sucesso reprodutivo obtido nos experimentos de auto-polinização foi menor que o sucesso reprodutivo nos

experimentos de polinização espontânea (controle) e artificial (cruzada). Excluindo-se eventuais problemas que possam ter ocorrido na metodologia deste trabalho, este menor valor pode estar relacionado com a redução na viabilidade do pólen armazenado e/ou a um sistema de auto-incompatibilidade, semelhante ao que foi sugerido para *Bactris gasipaes* (Mora-Urpi & Solis, 1980; Clement & Arkcoll, 1984).

Os testes de viabilidade dos grãos de pólen de *B. capitata* pelo método do carmin acético mostraram que estes permanecem viáveis mesmo após um período de armazenamento em geladeira. Estudos realizados com outras palmeiras têm mostrado que é possível manter a viabilidade de pólen estocado, desde que as condições sejam adequadas. O pólen de *B. capitata* foi armazenado em condições bastante semelhantes ao armazenamento do pólen de *Bactris gasipaes*, por Miranda & Clement (1990). Os autores armazenaram o pólen em refrigerador, com temperatura de 8°C e após um mês obtiveram 59% germinação. Bovi & Dias (1986) em experimentos de auto-polinização com *Euterpe edulis*, obtiveram bom índice de pegamento de frutos com pólen armazenado por um período de até 10 dias.

A existência de um sistema de auto-incompatibilidade para *B. capitata* poderia explicar a grande variação apresentada entre as plantas, nos resultados de auto-polinização. Alta variação nos resultados também foi obtida para *Bactris gasipaes* por Clement & Arkcoll (1984), concordando os autores com a sugestão de Mora Urpi & Solis (1980), que o grau de auto-compatibilidade em *Bactris* deve estar relacionado a um fator genético quantitativo. Listabarth (1996) argumenta, baseado em Bawa & Beach (1981), que se as espécies de *Bactris* apresentam a fecundação cruzada como forma preferencial de reprodução, com dicogamia acentuada, não haveria necessidade da evolução de um sistema

de auto-incompatibilidade. No entanto, Mora-Urpi & Solis (1980) discutem que a vantagem da auto-fecundação ser também controlada por um fator genético quantitativo é que isto permitiria a espécie se auto-fecundar quando os membros de uma população encontram-se muito dispersos. Porém, em condições normais de densidade de indivíduos, o sistema de auto-incompatibilidade reduziria a ocorrência de endogamia. Para a população de *B. capitata* que ocorre na área estudada, o sistema de auto-incompatibilidade seria vantajoso no sentido de reduzir a endogamia, já que a abundância de indivíduos é bastante alta (Rosa et al., 1998). Esta incompatibilidade parcial também diminuiria a probabilidade de cruzamento entre indivíduos aparentados, porém também manteria a possibilidade de auto-polinização. Caberia um estudo da diversidade genética de *B. capitata*, que poderia demonstrar se ocorre endogamia e a que nível.

O baixo sucesso reprodutivo dos experimentos de polinização anemófila em relação aos demais experimentos (com exceção da apomixia) mostram que *B. capitata* apresenta predominância da polinização entomófila, sendo que a anemofilia desempenharia um papel complementar. Segundo Henderson (1986), os primeiros estudos sobre a polinização de palmeiras mencionam o vento como o principal agente polinizador, fato não confirmado pelos estudos mais recentes que apontam os insetos como principais polinizadores. Apesar de não ser predominante, a ocorrência de polinização anemófila em palmeiras foi observada para *Aiphanes eggersii* (Borchsenius, 1993), *Bactris gasipaes* (Mora-Urpi & Solis, 1980; Mora-Urpi, 1982), *Cocos nucifera* (Free, 1993), *Euterpe edulis* (Reis et al., 1993) e *Euterpe precatoria* (Küchmeister et al., 1997), entre outras.

Bertin (1989) cita que a polinização pelo vento seria uma característica mais primitiva da biologia reprodutiva das

palmeiras. Uhl & Moore (1977) associam várias características das palmeiras à coevolução recente com insetos. As características por eles mencionadas são: a presença de estruturas florais especializadas, os mecanismos de proteção dos óvulos e pólen, o aumento da produção de pólen, a presença de odor nas flores, o fato de as inflorescências serem coloridas, a cor amarela na superfície interna da bráctea e a ocorrência de espécies em habitats chuvosos e com pouco vento.

A ocorrência de anemofilia observada nas plantas de *B. capitata*, apesar do baixo resultado observado nos testes do sistema reprodutivo, pode estar sendo favorecida pelos ventos fortes e constantes que atingem as áreas de restingas e pela grande densidade de indivíduos e pelo baixo porte da vegetação nestes ambientes. Henderson (1986) menciona que a polinização anemófila é favorecida nos ambientes costeiros como resultado das condições ecológicas destes ambientes. Conforme foi demonstrado para *Orbignya phalerata* Mart. (Anderson et al., 1988), a polinização pelo vento ocorre com maior freqüência entre as plantas que se desenvolvem em áreas abertas, podendo ser dificultada pela vegetação em áreas fechadas.

A agamospermia, que de acordo com Richards (1997), pode ser definida como a produção de sementes férteis na ausência de fusão sexual entre gametas, não ocorreu nos experimentos realizados em *B. capitata*. Este resultado confirma o obtido para a maioria das palmeiras nas quais estes testes foram aplicados. A ausência de agamospermia foi confirmada para *Astrocaryum mexicanum* (Bürquez et al., 1987), *Bactris bifida* (Listabarth, 1996), *B. hirta* e *B. simplicifrons* (Listabarth, 1999); e *Desmoncus polyacanthos* (Listabarth, 1994). A ocorrência de agamospermia foi confirmada, no entanto, para *Euterpe edulis* (Reis et al., 1993).

O sistema reprodutivo com predominio de fecundação cruzada é comum entre as palmeiras (Tomlinson, 1979; Henderson, 1986). Os resultados observados para *B. capitata* indicam que a formação de frutos através da fecundação cruzada deve ser o sistema reprodutivo preferencial para esta palmeira, em condições naturais da restinga do litoral de Santa Catarina.

Ramirez & Seres (1994), verificaram a produção de frutos em *Chamaedorea pinnatiformis* (Jacq.) Oerst. e obtiveram 62% de formação de frutos. Já para *Orbignya phalerata*, Anderson et al. (1998) encontraram resultados superiores: 78,4% em área de floresta e 82,1% em área de pastagem. Outra palmeira, estudada em floresta tropical da Colômbia, *Phytelephas seemanii* O. F. Cook, apresentou resultados semelhantes: 73,9% de frutos produzidos (Bernal & Ervik, 1996). No entanto, outras palmeiras estudadas têm apresentado formação de frutos em porcentagens inferiores aos encontrados em *B. capitata*: *Desmoncus polyacanthos*, com 30% (Listabarth, 1994) *Mauritia flexuosa* Lin. Fil., com 14% (Storti, 1993) e *Neodypsis decaryi* Jumelle com 9,07% (Ratsirarson & Silander-Jr, 1996).

Os frutos de *B. capitata* apresentaram predação de sementes (observação pessoal), porém não foram observados danos em frutos que propiciassem a sua queda antes do amadurecimento. A taxa de abortamento natural, que foi de 42,44%, pode estar relacionada a vários fatores, tais como, estratégia reprodutiva da espécie, ineficiência da fecundação/polinização, restrições fisiológicas da planta ou outros fatores do meio (Richards, 1997). É importante mencionar que o solo da restinga é extremamente arenoso e considerado impróprio para agricultura (Andersen, 1986), e portanto, também poderia se constituir num fator limitante

para *B. capitata*, que em resposta abortaria parte dos frutos produzidos.

3.5 - CONCLUSÕES

As flores masculinas e femininas de *Butia capitata* var. *odorata* abrem no período matutino.

A ântese da flor masculina dura um dia e a ântese da flor feminina dura dois dias.

As flores de *B. capitata* apresentam um padrão floral trimero, com a disposição em triades se restringindo à base das ráquилас e somente flores masculinas na porção apical das ráquилас.

As flores masculinas e femininas apresentam cores que variam do amarelo ao vermelho, as pétalas são reduzidas, os nectários estão expostos e o padrão de polinização é do tipo generalista.

As flores masculinas apresentam em média 126.900 grãos de pólen por flor e as flores femininas contém 3 óvulos, sendo a razão pólen/óvulo de 1.269.000 por planta.

O pólen apresenta alta taxa de viabilidade mesmo após armazenado por um período de até 7 dias.

B. capitata é predominantemente alógama, sendo que a auto-polinização também pode produzir frutos.

Apesar de ser uma espécie auto-compatível, a probabilidade de ocorrer auto-fecundação é reduzida em função da acentuada protandria dentro das inflorescências e baixa porcentagem de inflorescências em diferentes fases de floração no mesmo indivíduo.

CAPÍTULO 4

**RECURSOS E VISITANTES FLORAIS DE
BUTIA CAPITATA VAR. *ODORATA***

4.1 - INTRODUÇÃO

Nas florestas tropicais, as espécies arbóreas caracterizam-se por apresentar uma grande diversidade de mecanismos de polinização. Atuam como polinizadores, vários grupos de animais, como abelhas, beija-flores, besouros, borboletas, mariposas, morcegos, vespas, entre outros. A polinização pelo vento, por outro lado, apresenta baixa freqüência entre as espécies vegetais destas biocenoses (Bawa et al., 1985).

Em relação à polinização das palmeiras tropicais os estudos mostram a ocorrência predominante de polinização entomófila, tendo como principais polinizadores os coleópteros, as abelhas e as moscas (Henderson, 1986). A entomofilia nas palmeiras parece estar associada com os insetos fitófagos que vivem nas palmeiras, onde se reproduzem e se desenvolvem nas suas flores, frutos ou partes vegetativas (Henderson, 1986 e Silberbauer-Gottsberger, 1990). Outros agentes polinizadores também mencionados para as palmeiras são os morcegos (Cunningham, 1995), o vento (Henderson, 1986) e a gravidade (Mora-Urpí & Solis, 1980).

Estudos relacionando as características da biologia floral das palmeiras com os polinizadores foram realizados por Henderson (1986) e Uhl & Moore-Jr (1977). Henderson (1986) associou as características florais com a polinização entomófila e sugeriu três síndromes de polinização para as palmeiras: cantarofilia, melitofilia e miofilia.

A cantarofilia (polinização por coleópteros) é a síndrome de polinização mais freqüente entre as palmeiras. Está geralmente associada às flores claras e pequenas que abrem logo após a queda da espata, presença de protoginia, ântese noturna, temperatura elevada na inflorescência, odor

forte e desagradável, ausência de nectários e curto período de ântese das flores masculinas e femininas, entre outras características (Henderson, 1986). Apresentam síndrome de cantarofilia as palmeiras *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. (Scariot et al., 1991); *Astrocaryum mexicanum* (Burquez et al., 1987), diversas espécies de *Bactris* (Listabarth, 1996 e 1999; Mora-Urpi & Solis, 1980), *Desmoncus polyacanthos* e *D. mitis* (Listabarth, 1994), *Mauritia flexuosa* (Storti, 1993), *Orbignya phalerata* (Anderson et al., 1988), *Orbignya spectabilis* (Küchmeister et al., 1993), *Phytelephas macrocarpa* (Barfod et al., 1987) e *Phytelephas seemannii* (Bernal & Ervik, 1996), entre outras.

Para a melitofilia (polinização por abelhas) as características mais evidentes nas palmeiras são a presença de flores coloridas, a protandria, a produção de néctar, a produção de fragrâncias florais suaves, a ântese diurna, a duração da fenofase masculina superior a uma semana e de poucos dias para a fenofase feminina, e a ântese das flores masculinas e femininas temporalmente separadas (Henderson, 1986). São polinizadas primariamente por abelhas, ainda que não excluam outros polinizadores como besouros e moscas, as palmeiras *Astrocaryum mexicanum* (Burquez et al., 1987), *Bactris spp.* (Mora-Urpi & Solis, 1980; Listabarth, 1996), *Butia leiosphata* (=*B. archeri*, Silberbauer-Gottsberger, 1973), *Cocos nucifera* (Free, 1993; Conceição et al., 2000), *Euterpe spp.* (Reis et al., 1993; Küchmeister et al., 1997), *Gronoma macrostachys* (Knudsen et al., 1999, Listabarth, 1999), *Mauritia flexuosa* (Storti, 1993), *Prestoea spp.* (Ervik & Bernal, 1996; Ervik & Feil, 1997) e *Orbignya spp.* (Anderson et al., 1988; Küchmeister et al., 1993). *B. capitata*, possivelmente, apresenta predominantemente a síndrome de polinização melítófila por apresentar as características da biologia reprodutiva mencionadas por Henderson (1986) (ver

capítulo 3). Para as plantas de maneira geral, as abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes e mais especializados para exercer a função de transferir os grãos de pólen das anteras para os estigmas, devido às suas características morfológicas, comportamentais e ecológicas (Kevan & Baker, 1983).

A terceira síndrome, a miofilia, é similar à melitofilia, não sendo tão comum quanto às outras síndromes. As moscas utilizam as inflorescências como fonte de alimento e como local para a oviposição, sendo freqüentemente citadas como visitantes florais (Henderson, 1986). Apresenta a polinização miófila como modo de polinização predominante a palmeira *Prestoea schultzeana* (Ervik & Feil, 1997) e como polinização miófila secundária as palmeiras *Astrocaryum mexicanum* (Burquez et al., 1987), *Butia leiosphata* (= *B. archeri*, Silberbauer-Gottsberger, 1973), *Geonoma simplicifrons* Willd., *Geonoma tenuis* Burret e *Socratea sp.* (Seres & Ramirez, 1995), entre outras.

Os estudos das interações polinizador-planta vêm despertando atenção dos pesquisadores pela relevância que estes apresentam para a manutenção dos ecossistemas. O declínio da fauna de polinizadores compromete o processo de polinização, representando grande perda de biodiversidade (animal e vegetal) e de recursos econômicos para a população humana pelo desaparecimento de muitos produtos florestais e cultivados que esta utiliza (Nabhan & Buchmann, 1997; Kearns et al., 1998). A conservação de ecossistemas naturais que garantam habitats para polinizadores é de fundamental importância para a preservação dos recursos genéticos vegetais que dependem destes agentes para a sua sobrevivência.

A fauna de Apoidea é caracterizada por uma grande diversidade de espécies de abelhas, com cerca de 20 mil

espécies já descritas (conforme citado em Laroca, 1995) e um grande número de indivíduos. A relação entre as abelhas e as flores apresenta complexas interações, que refletem as variadas habilidades das abelhas para discriminar e aprender e a grande diversificação das flores quanto à forma, cor, odor e recurso floral presente (Faegri & van der Pijl, 1979; Kevan & Baker, 1983; Laroca, 1995).

Estudos visando obter informações sobre a composição da fauna de Apoidea, a fenologia e as relações tróficas em áreas de um determinado local das comunidades de abelhas silvestres foram iniciados no Brasil por Sakagami, Laroca & Moure (1967), em São José dos Pinhais, PR. Outros levantamentos nesta mesma linha de trabalho no sul do Brasil foram realizados por Orth (1983), em Caçador, SC; Barbole & Laroca (1993), em Lapa, PR; Ortolan & Laroca (1996), em Lages, SC; e Taura (1998), em Curitiba, PR; entre outros. Nestes estudos vários autores relacionaram o estudo biocenótico de Apoidea com a polinização de alguma planta específica. Orth (1983), por exemplo procurou relacionar o estudo biocenótico das abelhas nativas com a polinização da macieira (*Pyrus malus*), enquanto que Taura (1998) relacionou a biocenose das abelhas com a polinização de *Vassobia breviflora* (Solanaceae).

Trabalhos que permitem relacionar as interações das abelhas entre si e com as plantas, mostram fundamentalmente as relações mutualísticas existentes entre as plantas e seus polinizadores, as interações competitivas existentes entre as plantas pelos polinizadores e entre polinizadores pela utilização dos recursos florais (Kevan & Baker, 1983). Esta abordagem é uma maneira bastante adequada e completa para se estudar a polinização entomófila de plantas autóctones.

Neste trabalho objetiva-se estudar as interações existentes entre as abelhas nativas e as flores *B. capitata*, visando analisar o papel das abelhas na polinização desta

espécie. Objetiva-se também, determinar de forma preliminar, o papel dos demais visitantes florais na polinização e quantificar os principais recursos florais de *B. capitata*.

4.2 - MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação dos recursos florais (néctar e pólen) foi realizada entre os meses de dezembro de 1998 a fevereiro de 1999. O estudo dos visitantes florais de *Butia capitata* var. *odorata* foi conduzido de agosto de 1998 a setembro de 1999, nas áreas de estudo descritas no segundo capítulo.

4.2.1 - QUANTIFICAÇÃO DOS RECURSOS FLORAIS

Para quantificar os principais recursos florais de *B. capitata* foram avaliados a produção de pólen, de néctar e de odor.

A metodologia utilizada para avaliar a produção de pólen pelas flores de *B. capitata*, bem como os resultados obtidos, foram apresentados no capítulo 3.

O volume de néctar das flores foi determinado através de coletas em 182 flores de 5 inflorescências na fase feminina, e 183 flores de 7 inflorescências na fase masculina. Cada flor somente foi utilizada para uma única coleta. As coletas foram realizadas no inicio da manhã, das 7 às 10 horas, com microcapilares da marca Drummond, com capacidade para 2 µl. Observações realizadas em flores masculinas e femininas, no inicio das visitas dos insetos (em torno das 6 horas da manhã), mostraram que ambas as flores apresentavam sinais de produção de néctar. O volume de néctar observado em flores disponíveis à visitação de insetos, no entanto, foi

insuficiente para permitir a sua coleta, tendo sido necessário o ensacamento das inflorescências para possibilitar o acúmulo do mesmo. Todas as inflorescências foram cobertas com sacos de papel amanteigado no final do dia anterior à coleta para evitar a visita de insetos e/ou evaporação. Os resultados obtidos nas coletas permitiram estimar o volume de néctar produzido pelas flores durante o período de ensacamento, que foi de aproximadamente 14 horas. Durante as coletas a concentração de açúcares totais do néctar foi avaliada com o auxílio de refratômetro portátil, com escalas de 0% a 45% de concentração de sacarose. Foram feitas 18 medições para as flores femininas e 20 para as flores masculinas.

A emissão de odor das flores masculinas e femininas foi verificada no momento de abertura dos saquinhos das inflorescências utilizadas para coleta de néctar.

4.2.3 - VISITANTES FLORAIS

A determinação dos visitantes florais e potenciais polinizadores de *B. capitata* foi realizada através de capturas de insetos em flores masculinas e femininas no decorrer de todo o período de floração da planta e através de amostragem detalhada ao longo de todo o dia.

As abelhas nativas, por serem os visitantes florais mais abundantes, foram coletadas nas flores masculinas e femininas visando caracterizar o ritmo sazonal e diário das visitas, efetuar a identificação para posterior determinação da diversidade e abundância dos visitantes florais.

Para determinar o ritmo sazonal das espécies de abelhas visitantes de *B. capitata* foram realizadas capturas mensais durante um ano, de agosto de 1998 a setembro de 1999, na área 1, descrita no capítulo 2. Estas capturas fizeram parte de um

levantamento da comunidade de abelhas nativas realizado em todas as plantas da área de restinga. Esta área foi dividida em 3 parcelas e cada parcela foi percorrida durante uma hora, em horários que variaram das 7 às 14 horas, durante a qual foram realizadas capturas de abelhas nativas sobre todas as plantas floridas encontradas pelo coletor. A cada dia de coleta alternou-se a sequência das amostragens das parcelas. Foram feitas 3 coletas de abelhas em cada mês, com intervalo médio de 10 dias entre elas. Esta amostragem de abelhas seguiu a metodologia padronizada desenvolvida por Sakagami, Laroca & Moure (1967) para estudos biocenóticos. A rede entomológica foi adaptada para as condições de coleta nos butiazeiros, principalmente pela redução do diâmetro da rede (25 cm) e comprimento da mesma (50 cm). O número de capturas em flores de *B. capitata* no decorrer do mês variou de acordo com a presença de inflorescências em ântese. Neste levantamento a captura de abelhas nas flores masculinas foi mais freqüente pela maior facilidade de visualização destas em relação às flores femininas.

Para determinar o ritmo diário de ocorrência das visitas, bem como comparar as visitas realizadas sobre as flores femininas e masculinas, foram realizadas cinco capturas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 1999, das 5 às 17 horas, a cada duas horas, com 30 minutos de captura para cada tipo de flor (masculinas e femininas). Desta forma, foram efetuadas sete amostragens para cada tipo de flor em um único dia. As capturas foram feitas ao acaso em todos os butiazeiros que apresentavam floração na área de estudo. Nas flores femininas foram capturados, além das abelhas nativas, outros insetos visitantes para que fosse efetuada a identificação a nível de ordem, a contagem de espécimes e verificação da presença de pólen sobre o corpo.

As abelhas e os demais insetos foram capturadas com auxílio de rede entomológica e colocadas em tubo mortífero. Após o término da captura os insetos foram transferidos para mantas entomológicas, as quais apresentavam identificação do horário de captura e o tipo de flor visitada. No laboratório os espécimes foram alfinetados e receberam etiquetas com numeração e etiquetas de procedência. Também em laboratório foram feitas observações no corpo das abelhas para verificar a presença de pólen, o desgaste alar e o sexo de cada espécime. A quantificação da presença de pólen de *B. capitata* nas abelhas foi realizada de acordo com os seguintes critérios: 1) sem pólen sobre o corpo; 2) traços de pólen em qualquer parte do corpo; 3) traços de pólen sobre os aparelhos de transporte; 4) carga moderada de pólen nos aparelhos de transporte e 5) carga de pólen recobrindo totalmente os aparelhos de transporte (Laroca, 1983). O desgaste alar, que é utilizado para estimar a idade relativa das abelhas, foi determinado de acordo com a presença de: 1) asa intacta; 2) asa desgastada.

A identificação das abelhas foi realizada no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pelo Prof. Dr. Sebastião Laroca. As abelhas e os demais insetos visitantes das flores de *B. capitata* estão depositadas no Museu de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina.

4.2.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

A diversidade da comunidade de abelhas visitantes de flores masculinas e femininas de *B. capitata* foi avaliada através do teste índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). Este índice visa avaliar os parâmetros de riqueza e

equabilidade, sendo realizado através da seguinte fórmula (obtida através de Stiling, 1992 e Laroca, 1995):

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

Onde:

$$p_i = n_i / N$$

n_i = frequência de abelhas que ocorre na espécie i ;

N = número total de abelhas da amostra;

A equabilidade, que visa avaliar o grau de alocação dos indivíduos entre as várias espécies, relaciona a máxima equabilidade possível (isto é, quando todas as espécies de abelhas que ocorrem nas flores estão representadas pelo mesmo número de indivíduos) com aquela efetivamente observada (ou seja, H'), pode obtida através do seguinte cálculo (retirado de Stiling, 1992 e Laroca, 1995):

$$E = H' / H_{\max}$$

Onde:

$$H_{\max} = \log_2 S$$

S = número de espécies de abelhas na comunidade.

Os limites de confiança da abundância relativa das espécies predominantes foram determinadas pelo método de Kato et al. (1952), conforme citado em Laroca (1974). Foram consideradas espécies predominantes aquelas cujo limite de confiança inferior foi maior que o limite de confiança superior para $K=0$ (espécies ausentes).

4.3 - RESULTADOS

4.3.1 - RECURSOS FLORAIS

As flores de *B. capitata* apresentam odor, cor e forma como mecanismos de atração dos visitantes florais e oferecem recompensa de pólen e néctar para as mesmas.

A emissão de odor foi observada tanto nas flores masculinas quanto nas flores femininas, porém, este odor somente tornou-se perceptível ao olfato humano após o ensacamento da inflorescência. O aroma exalado pelas flores foi bem suave e adocicado, sendo quase imperceptível nas flores femininas, provavelmente devido à menor quantidade de flores.

O volume do néctar coletado nas flores ensacadas variou para as flores femininas entre 0,2 μ l a 8 μ l, com média de 2,51 μ l (DP=1,76; n=182) por flor. Para as flores masculinas o volume médio foi de 3,85 μ l (DP=2,98; n=183), variando entre 0,2 a 13 μ l (Figura 4.1). O acréscimo de coletas com volumes entre 6 e 7,5 μ l observado para as flores masculinas, possivelmente ocorreu em função do acúmulo de néctar de várias flores em uma única flor, por efeito da gravidade, já que estas situavam-se bastante próximas.

A concentração média de açúcares totais presentes no néctar das flores masculinas foi de 19,08% (DP=5,26), variando entre 12,5% e 30,5%, de acordo com o horário da coleta. O néctar das flores femininas apresentou maior concentração de açúcares totais, com valores variando entre 13,5% e 45%, com média de 24,81% (DP=11,75) (Figura 4.2).

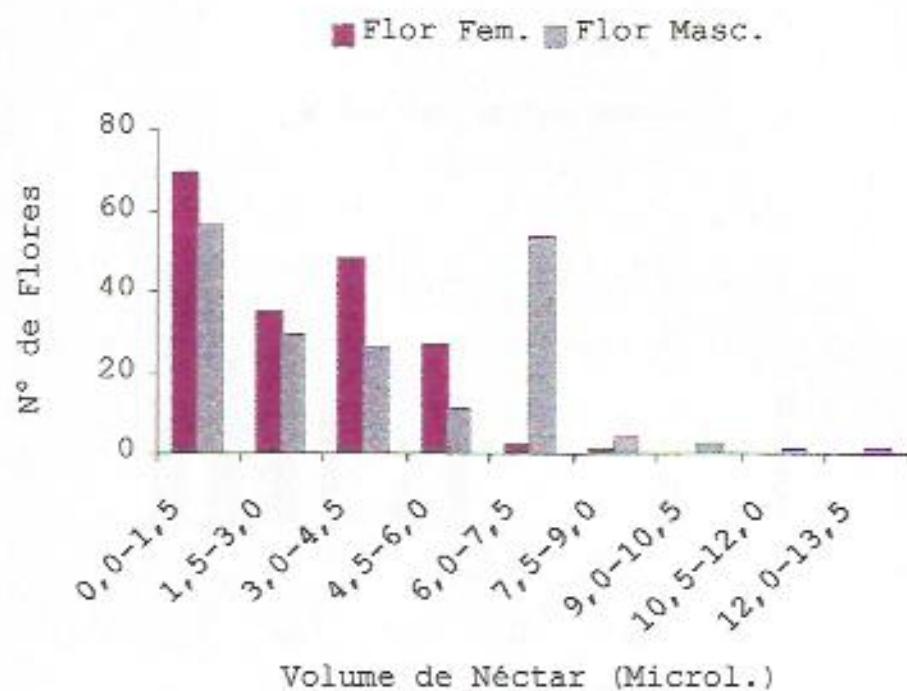


Figura 4.1. Volume de néctar produzido pelas flores masculinas e femininas de *Butia capitata* var. *odorata*, em área de restinga do município de Laguna, SC.

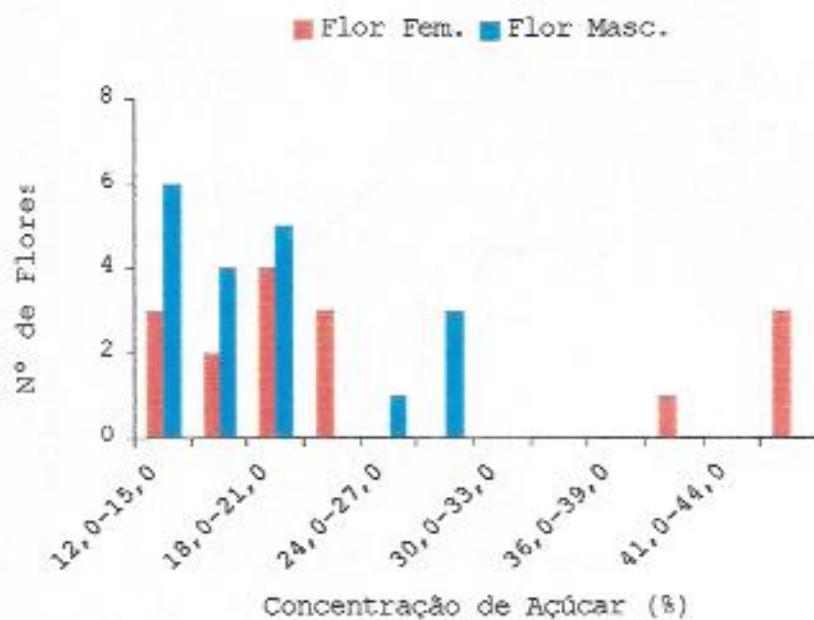


Figura 4.2. Concentração de açúcares totais do néctar produzido pelas flores femininas e flores masculinas de *Butia capitata* var. *odorata*, em área de restinga do município de Laguna, SC.

Observou-se que durante as coletas de néctar em ambos os tipos de flores a concentração de açúcares aumentou com o decorrer das horas e consequente elevação da temperatura. Este fato, possivelmente, evidencia a rápida evaporação que o néctar sofre quando exposto às condições ambientais (Figura 4.3). O néctar das flores femininas, aparentemente, sofre evaporação mais rapidamente por estas não apresentarem o nectário protegido pelas pétalas. Apesar da concentração do néctar das flores femininas haver aumentado rapidamente dificultando as coletas, as abelhas continuaram forrageando durante todo o dia, coletando o néctar diretamente do nectário e também o que, aparentemente, estava acumulado nas pétalas e sépalas.

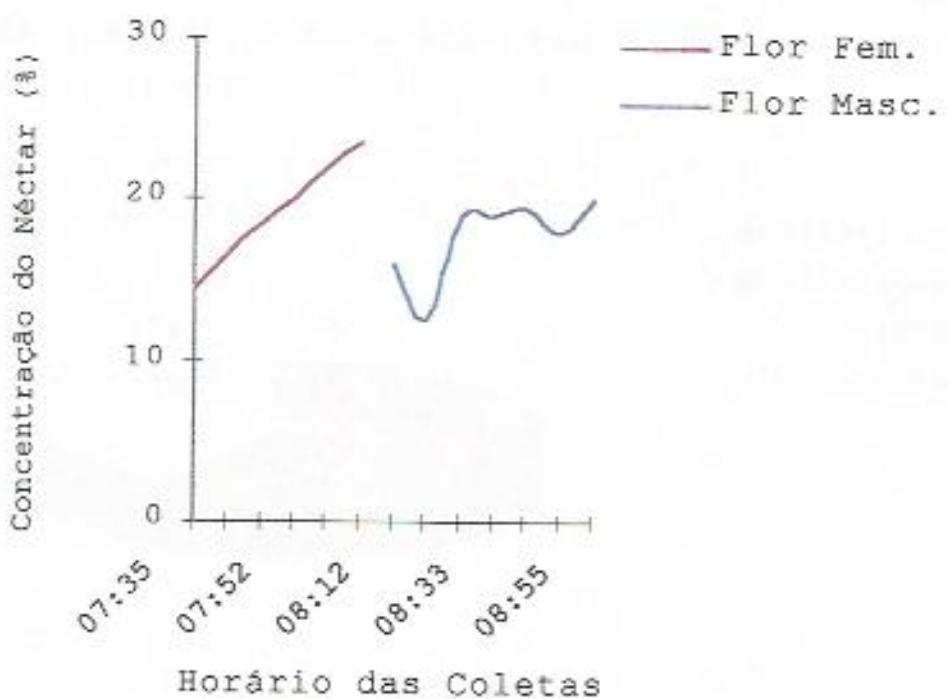


Figura 4.3. Variação da concentração de néctar, coletado em diferentes horários em flores femininas e masculinas de *Butia capitata* var. *odorata*, em área de restinga do município de Laguna, SC.

4.3.2 - DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES DE ABELHAS NATIVAS SOBRE AS FLORES DE *BUTIA CAPITATA* VAR. *ODORATA*

A caracterização do número de espécies por família de abelhas foi realizada utilizando-se os dados obtidos através das coletas sazonais. As abelhas coletadas pertencem a 4 famílias: Colletidae, Halictidae, Megachilidae e Anthophoridae. Halictidae foi a família com maior número de

espécies, enquanto Colletidae foi a família menos representativa, com apenas 1 espécie (Figura 4.4). A família Halictidae representou 54% das espécies coletadas, enquanto as demais famílias representaram juntas os demais 46% das espécies (Figura 4.4).

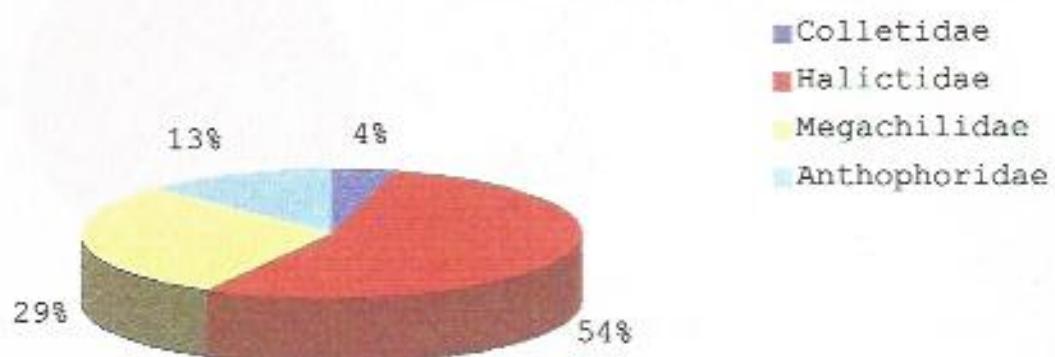


Figura 4.4. Porcentagem de espécies por famílias de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas sobre inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata*, no período de agosto/1998 a setembro/1999, em Laguna, SC.

A predominância da família Halictidae também foi observada em relação ao número total de indivíduos coletados. Representou 96,6% ($n= 1047$) das abelhas coletadas. As demais famílias totalizaram 3,4% do número de indivíduos, com 37 indivíduos coletados (Figura 4.5).

■ Colletidae ■ Halictidae ■ Megachilidae ■ Anthophoridae

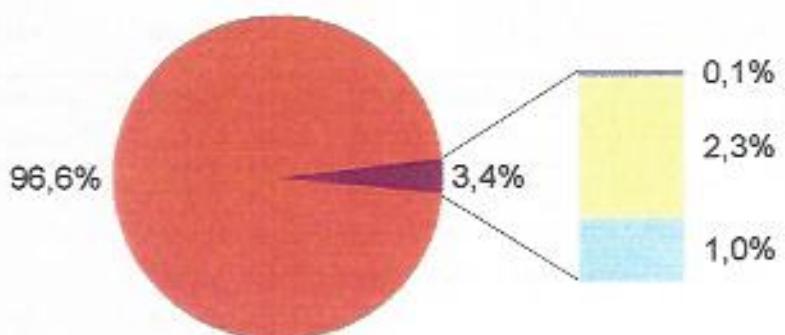


Figura 4.5. Porcentagem de indivíduos por famílias de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas sobre inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata*, no período de agosto/1998 a setembro/1999, em Laguna, SC.

As espécies de abelhas nativas coletadas ao longo do período de floração de *Butia capitata* estão relacionadas na Tabela 4.1. Foram capturados 1084 indivíduos pertencentes a 25 espécies de abelhas, nas coletas sazonais. Nas coletas intensivas para determinar o ritmo diário de atividades foram encontrados 1377 indivíduos pertencentes a 16 espécies.

As espécies mais comuns foram *Thectochlora alaris*, *Dialictus (Chloralictus)* sp.1 e *D.(Chloralictus)* sp.2, para ambas as amostragens. Algumas espécies de abelhas foram encontradas em apenas uma das metodologias de coleta. *Anthidium sertanicola*, *Augochlora (Oxystoglossella) semiramis*, *Augochlorella ephyra*, *Caenohalictus* sp., *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) quaerens*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys) aff. vidua*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana*, *Epanthidium confusior*, *Epicharis (Anepicharis) dejeanii*, *Neocorynura (Neocorynura) aenigma*, *Pseudocentron*

Tabela 4.1. Espécies de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas sobre flores de *Butia capitata* var. *odorata*, nas metodologias para estudo sazonal, no período de agosto de 1998 a setembro de 1999, e ritmo diário de atividades, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 1999, em Laguna, SC.

Família	Espécie	Sazonal (n)	Diário (n)
Colletidae	<i>Ptiloglossa hemileuca</i> Moure, 1963	1	0
Sub-total		1	0
Hesillidae	<i>Augochlora (Odontochlora) caerulea</i> Cockerell, 1900	5	3
	<i>Augochlora (Odontochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	0	2
	<i>Augochlora (Oxytostegosella) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	1	0
	<i>Augochlora</i> sp.1	0	1
	<i>Augochlora</i> sp.2	0	1
	<i>Augochloropsis ephyra</i> (Schrottky, 1910)	1	0
	<i>Augochloropsis dourada</i> Lacerda in ms.	7	2
	<i>Augochloropsis melanochaeta</i> Moure, 1950	46	21
	<i>Cannabaliictus</i> sp.	5	0
	<i>Disilictus (Chloralictus)</i> sp. 1	305	390
	<i>Disilictus (Chloralictus)</i> sp. 2	99	26
	<i>Disilictus (Chloralictus)</i> sp. 3	4	17
	<i>Neocorynura (Neocorynura) menigma</i> (Gribodo, 1894)	3	0
	<i>Pseudagapostemon pampaeus</i> (Holmberg, 1886)	34	10
	<i>Sphecodes</i> sp.	1	26
	<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	535	834
Sub-total		1046	1344
Megachilidae	<i>Anthidium sortanicola</i> Moure & Urban, 1964	1	0
	<i>Coelioxys (Cyrtoceolioxys) gracilis</i> Holmberg, 1903	2	0
	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) aff. vidua</i> Smith, 1887	1	0
	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana</i> (Holmberg, 1887)	1	0
	<i>Epanthidium confusum</i> Smith, 1876	1	0
	<i>Pseudocentron (Leptorachis) gemphrenoides</i> (Vachal)	10	21
	<i>Pseudocentron (Pseudocentron) terrestris</i> (Schrottky, 1902)	1	0
	<i>Megachile iheringi</i> Schrottky, 1913	0	4
Sub-total		25	25
Anthophoridae	<i>Epicharis (Anepicharis) dejeanii</i> Lepeletier, 1841	1	0
	<i>Exomalopsis</i> sp. 1	8	3
	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) brasiliensis</i> (Linnaeus, 1767)	2	5
Sub-total		11	8
TOTAL GERAL		1083	1377

(Pseudocentron) terrestris e *Ptiloglossa hemileuca* apareceram somente nas coletas sazonais.

As espécies *Auglochlora* sp. 1, *Auglochlora* sp. 2 e *Megachile iheringi* foram encontradas somente nas coletas de ritmo diário.

A análise da diversidade das abelhas visitantes de *B. capitata* pelo índice de Shannon-Winner (H') resultou em valores de $H' = 2,14$, considerando-se o número total de abelhas das coletas sazonais. Neste caso, o índice de equitabilidade (E) foi de 0,46.

A análise da abundância relativa das espécies de abelhas nativas, pelo método de Kato et al. (1952) (apresentado em Laroca, 1974), mostrou que das 25 espécies de abelhas que visitam *Butia capitata* var. *odorata*, apenas 3 são predominantes e pertencem à família Halictidae (Figura 4.6). Destas, *Thectochlora alaris* é a mais abundante, seguida por *Dialictus (Chloralictus)* sp. 1 e *Dialictus (Chloralictus)* sp. 2.

Em torno de 50% das visitas de abelhas sobre inflorescências de *B. capitata* foram realizadas por *Thectochlora alaris* (Figura 4.6). Este padrão de abundância se repete também dentro da família Halictidae na qual *T. alaris* representa 52% das visitas (Figura 4.7). Das 14 espécies da família Halictidae, 9 representam apenas 3% das visitas. Por outro lado, 97% das visitas estão representadas por apenas 5 espécies de abelhas (Figura 4.7).

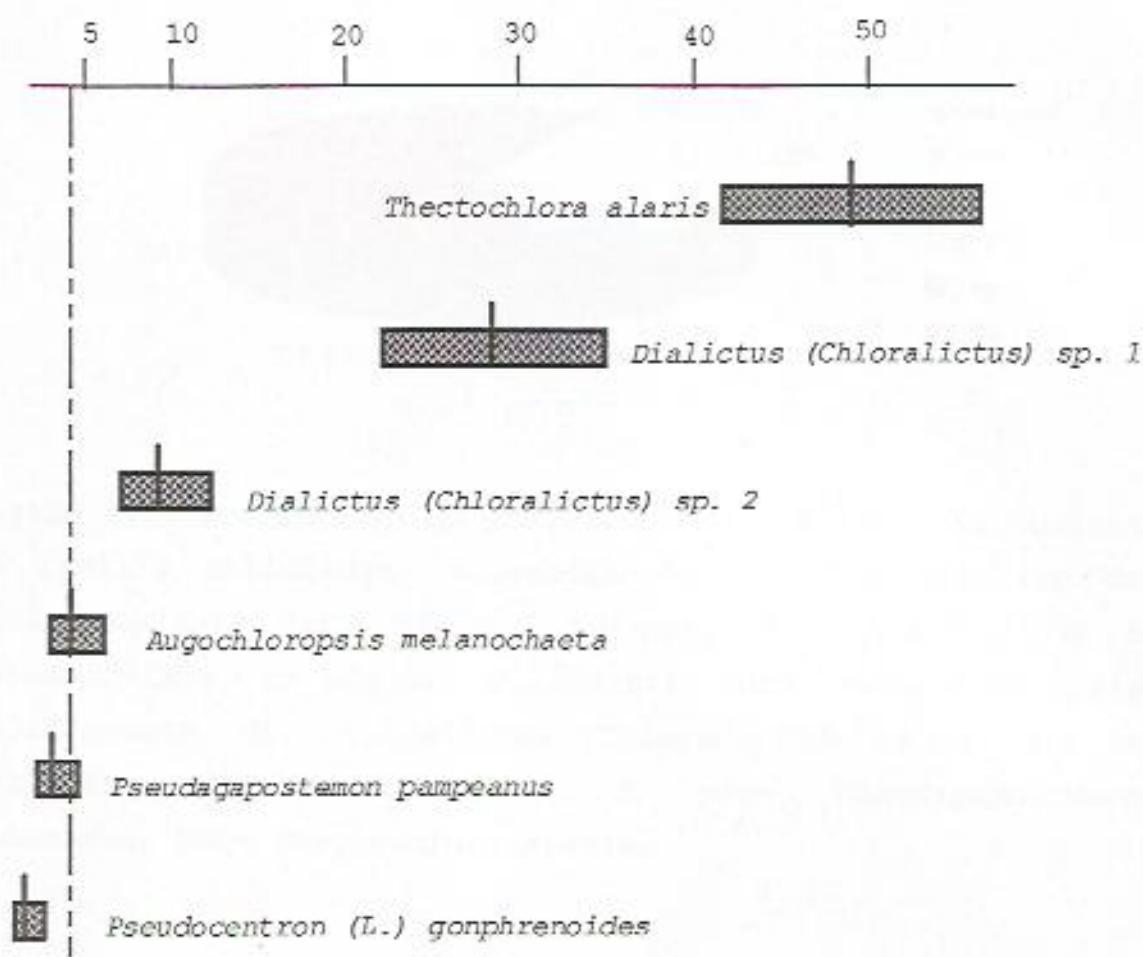


Figura 4.6. Abundância relativa (%) das espécies de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) predominantemente capturadas sobre flores de *Butia capitata*, em Laguna, SC. Os limites de confiança foram calculados pelo método de Kato e encontram-se representados pelas barras horizontais com escala na parte superior. A linha tracejada vertical mostra a reciproca do número de espécies coletadas, multiplicado por 100.

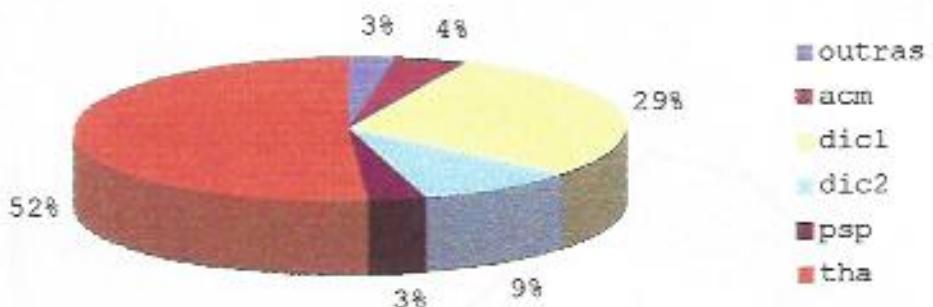
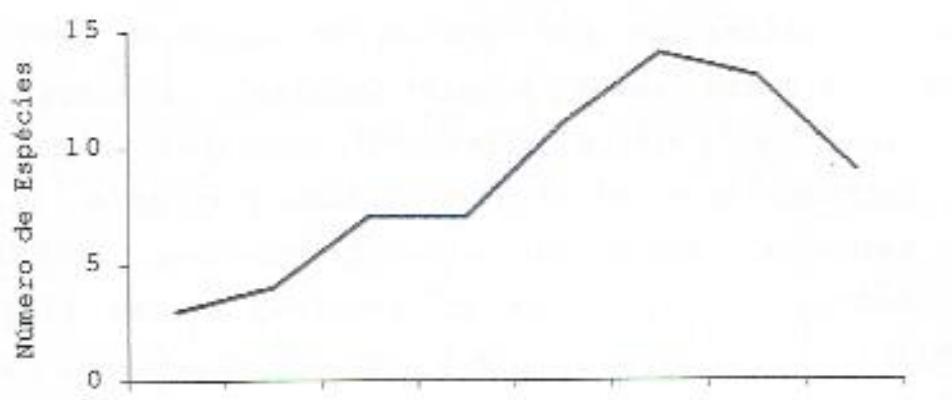


Figura 4.7. Porcentagem de indivíduos das espécies de abelhas da família Halictidae, coletadas sobre inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata*, no período de agosto/1998 a setembro/1999, em Laguna, SC, Brasil. acm= *Augochlororopsis melanochaeta*, dic 1= *Dialictus (Chloralictus)* sp. 1, dic 2= *Dialictus (Chloralictus)* sp. 2, psp= *Pseudagapostemon pampeanus*, tha= *Thectochlora alaris*.

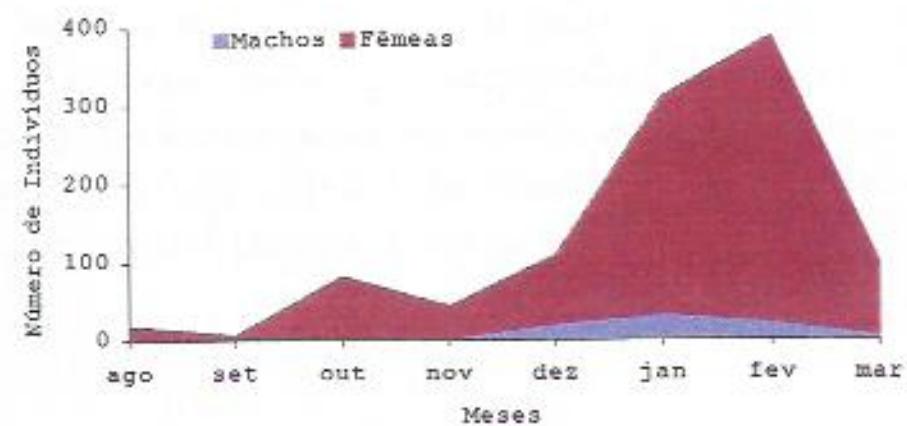
4.3.3 - FENOLOGIA DAS ABELHAS NATIVAS VISITANTES DAS FLORES DE *BUTIA CAPITATA* VAR. *ODORATA*

O período de maior atividade das abelhas nativas na área de estudo coincidiu com o período de floração de *B. capitata*.

O maior número de espécies de abelhas foi observado nos meses de janeiro e fevereiro, quando ocorreu o pico de floração de *B. capitata* no período estudado (Rosa et al., 1998) com 14 e 13 espécies respectivamente (Figura 4.8A). Nestes dois meses também ocorreu a maior abundância de indivíduos (Figura 4.8B).



A



B

Figura 4.8. Abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais de *Butia capitata* var. *odorata*, coletados de agosto/1998 a março/1999, em Laguna, SC. A. número de espécies, B. número de indivíduos de abelhas machos e fêmeas.

Durante os meses de agosto, setembro e outubro foram capturadas somente abelhas fêmeas, as quais tiveram apresentaram indivíduos ao longo de todo o período de

floração de *B. capitata*. Os indivíduos machos foram capturados nos meses de novembro e dezembro de 1998 e janeiro a março de 1999 (Figura 4.8 B).

Das três espécies de abelhas que ocorreram com mais abundância sobre *B. capitata* duas espécies foram coletadas durante todo o ano: *D. (Chloralictus.) sp.1* e *T. alaris* (Figura 4.9). Além da grande ocorrência sobre *B. capitata*, *T. alaris* utiliza recursos florais de outras espécies de plantas, pois estava presente na área fora do período de floração do butiazeiro (Figura 4.9C). Além disto, durante o período de florescimento do *B. capitata* as abelhas de *T. alaris* coletadas sobre estas flores representam menos da metade da amostra desta espécie. As duas espécies do gênero *Dialictus* visitaram quase que exclusivamente as flores do butiazeiro, pois a flutuação do número de abelhas coletadas em cada mês está bem próximo das capturas realizadas sobre flores do butiazeiro (Figura 4.9 A e B).

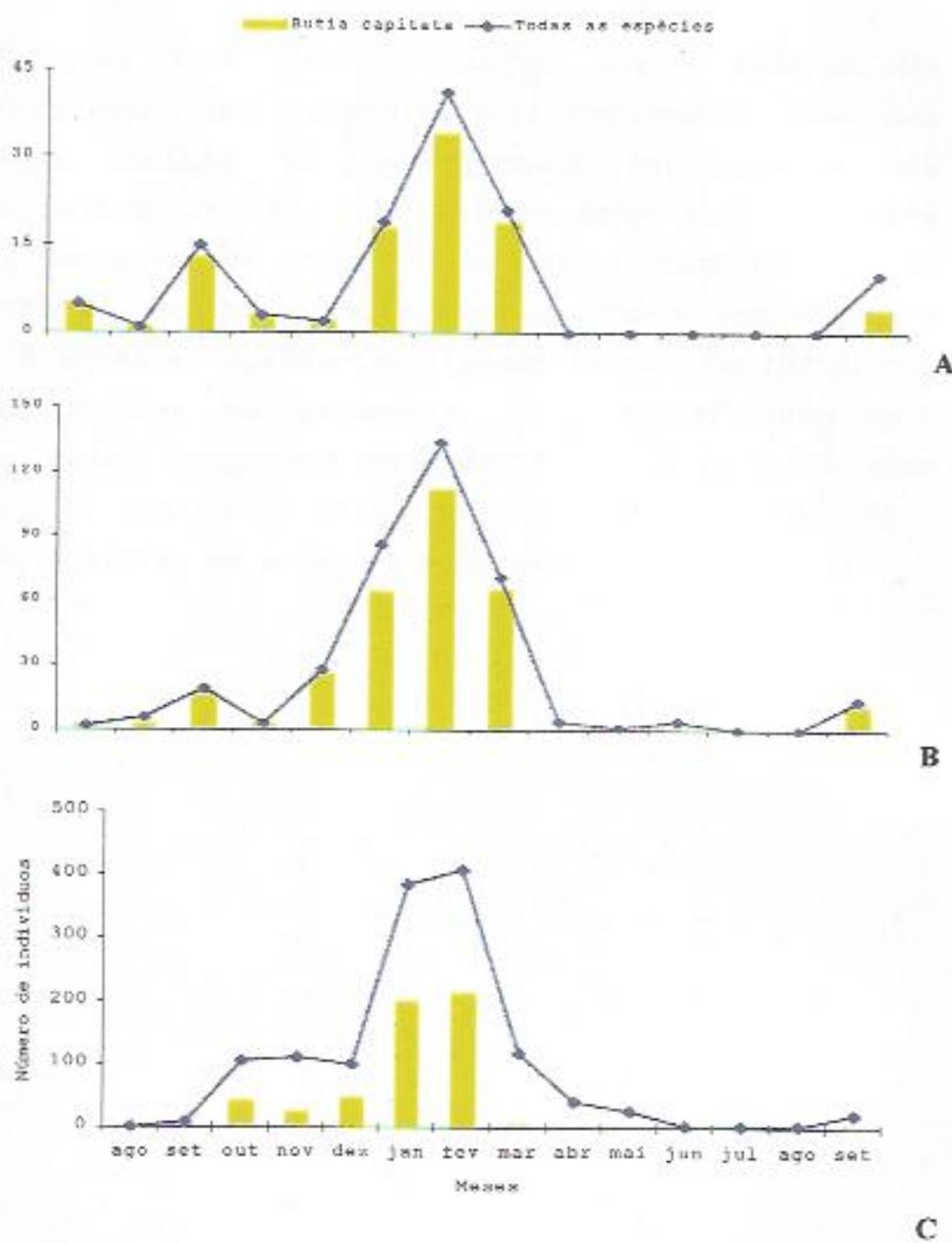


Figura 4.9. Flutuação no número de indivíduos de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) capturadas sobre flores de *Butia capitata* e sobre flores das demais plantas da restinga, no período de agosto/1998 a setembro/1999 em Laguna, SC. A = *Dialictus (Chloralictus) sp.2*, B = *Dialictus (Chloralictus) sp.1* e C = *Thectochlora alaris*.

Na figura 4.10 pode-se observar que a maioria das abelhas coletadas, das 3 espécies mais abundantes, podem ser consideradas abelhas que recentemente iniciaram a sua atividade forrageira, por não apresentarem ainda desgaste alar. No decorrer de todo o período reprodutivo do *B. capitata* podem ser encontradas abelhas com e sem desgaste alar. As 3 espécies apresentaram maior número de indivíduos com desgaste alar na primavera. *D. (Chloralictus) sp.2* apresentou maior freqüência de indivíduos com desgaste alar em agosto, *T. alaris* em setembro e *D. (Chloralictus) sp.1* apresentou 2 picos, em setembro e novembro.

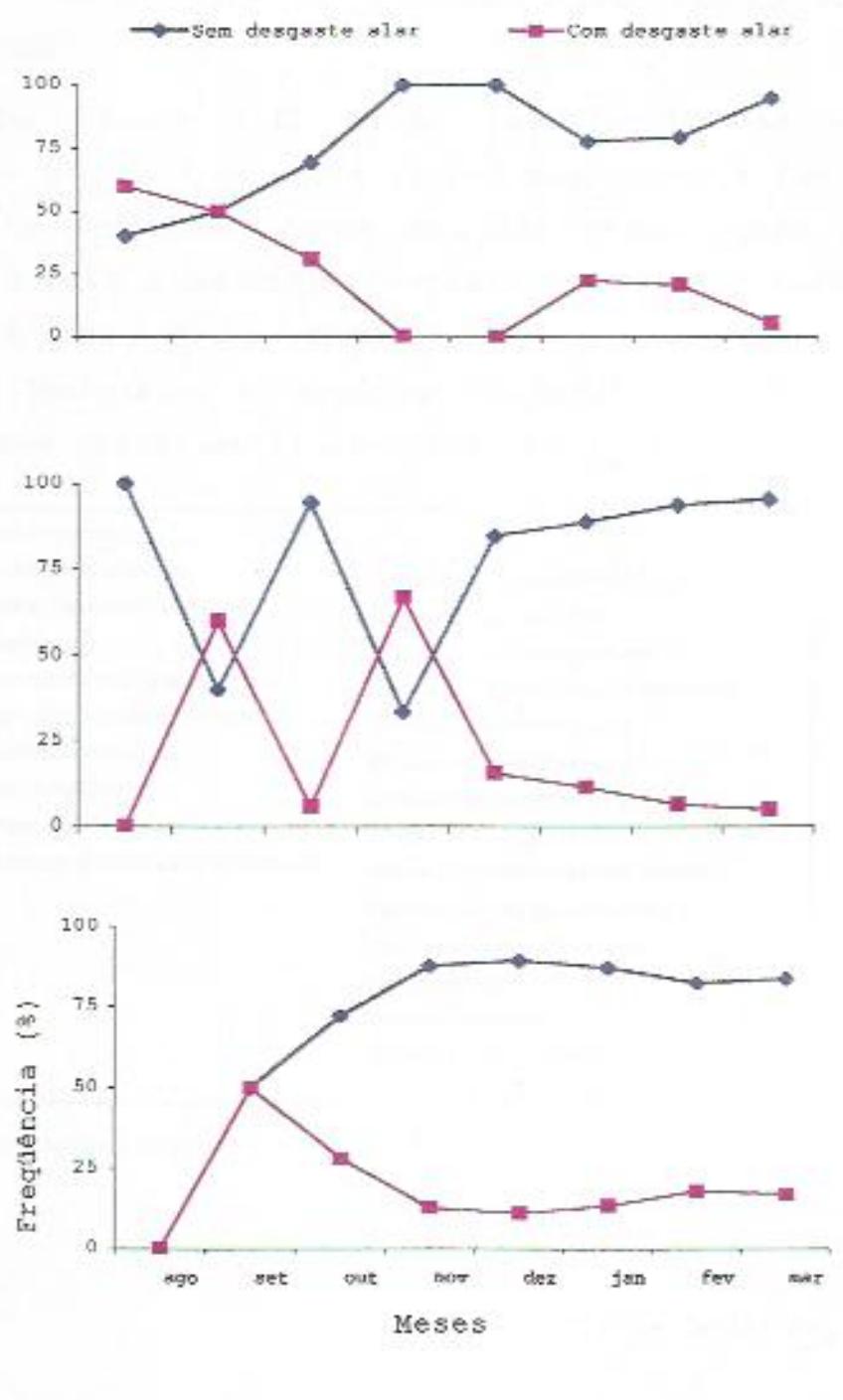


Figura 4.10. Desgaste alar das abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas sobre inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata* no período de agosto/1998 a março/1999, em Laguna, SC, Brasil. A: *Dialictus* (*Chloralictus*) sp. 2, B: *Dialictus* (*Chloralictus*) sp. 1 e C: *Thectochlora alaris*.

4.3.4 - OCORRÊNCIA DE ABELHAS SOBRE FLORES MASCULINAS E FEMININAS

Na Figura 4.11 estão relacionadas as espécies de abelhas que ocorrem sobre flores masculinas e femininas de *B. capitata*, considerando-se as duas metodologias de captura: ritmo diário e sazonal. Destas, 10 espécies foram coletadas somente sobre flores masculinas e 4 espécies somente sobre flores femininas. As espécies de abelhas que visitaram ambas as flores totalizam 14 espécies.

Flores Masculinas	Flores femininas
<i>Anthidium sertanica</i>	
<i>Augochlora (Odontochlora)</i>	<i>Augochlora (Odontochlora)</i>
<i>Augochlora (Oxystoglossella)</i>	<i>Augochloropsis dourada</i>
<i>Caenohalictus</i> sp.	<i>Augochloropsis melanochaeta</i>
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) querens</i>	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana</i>
<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) aff. vidua</i>	<i>Dialictus (Chloralictus) sp. 1</i>
<i>Epanthidium confusior</i>	<i>Dialictus (Chloralictus) sp. 2</i>
<i>Epicharis (Anepicharis)</i>	<i>Dialictus (Chloralictus) sp. 3</i>
<i>Exomalopsis</i> sp. 1	<i>Megachile lheringi</i>
<i>Pseudocentron (Pseudocentron) terrestris</i>	<i>Neocorynura (Neocorynura) aenigma</i>
	<i>Pseudagapostemon pampeanus</i>
	<i>Pseudocentron (Leptorachis)</i>
	<i>Sphecodes</i> sp.
	<i>Thectochlora alaria</i>
	<i>Xylocopa (Megaxylocopa)</i>
	<i>Augochlora</i> sp. 1
	<i>Augochlora</i> sp. 2
	<i>Augochlora ephyra</i>
	<i>Ptiloglossa hemiteuca</i>

Figura 4.11. Espécies de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) comuns e exclusivas capturadas sobre flores masculinas e femininas de *Butia capitata* var. *odorata*, no período de agosto/1998 a setembro/1999, em Laguna, SC.

A análise da diversidade de abelhas visitantes de flores masculinas e femininas resultou em $H' = 1,82$ e $H'' = 1,41$ (índice de Shannon), respectivamente. A eqüitabilidade (E) resultou em 0,48 para flores masculinas e 0,38 para flores femininas. Para esta análise considerou-se apenas os valores obtidos nas coletas para determinar o ritmo diário.

As abelhas coletadas no ritmo diário estão agrupadas na tabela 4.2, de acordo com a flor visitada e o sexo do espécime. Para a análise das visitas de abelhas sobre as flores masculinas e femininas de *Butia capitata*, utilizou-se a metodologia de captura do ritmo diário, pois este apresenta maior uniformidade no esforço amostral. Para a maioria das espécies foram capturadas abelhas fêmeas em quantidade muito superior à quantidade de abelhas machos. A única espécie que apresentou maior número de machos capturados foi *Sphecodes* sp., sobre flores femininas de *B. capitata*. *Thectochlora alaris*, a espécie com maior número de indivíduos coletados, apresentou menos de 10% de machos capturados. Algumas espécies como *Pseudocentron gomphrenoides* estão representadas apenas por abelhas fêmeas.

As espécies *Augochlora* sp. 1 e *Augochlora* sp. 2 tiveram baixa representatividade, com apenas 1 indivíduo coletado. Estas duas espécies foram capturadas exclusivamente sobre flores femininas, enquanto *Exomalopsis* sp. 1 foi exclusiva de flores masculinas, com apenas 3 indivíduos fêmeas capturados.

As abelhas *T. alaris* e *D. (Chloralictus)* sp.1 foram mais abundantes nestas coletas para determinação do ritmo diário de atividades. *T. alaris* foi mais abundante tanto sobre flores masculinas quanto femininas do que *D. (Chloralictus)* sp.1 em 4 das 5 coletas (Fig. 4.12 e 4.13).

TABELA 4.2. Abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) capturadas nas coletas diárias sobre flores de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC, Brasil.

Espécie de Abelha	Flores Masculinas		Flores Femininas	
	Abelhas Machos	Abelhas Fêmeas	Abelhas Machos	Abelhas Fêmeas
<i>Thectochlora alaris</i>	20	328	29	457
<i>Dialictus (Chloralictus)</i> sp. 1	33	168	42	155
<i>Dialictus (Chloralictus)</i> sp. 2	1	12	2	11
<i>Dialictus (Chloralictus)</i> sp. 3	1	5	1	5
<i>Augochloropsis dourada</i>	-	2	-	-
<i>Augochloropsis malanochaeta</i>	1	9	5	6
<i>Augochlora caerulea</i>	1	1	-	1
<i>Augochlora amphitrite</i>	-	2	-	-
<i>Augochlora</i> sp.1	-	-	-	1
<i>Augochlora</i> sp.2	-	-	-	1
<i>Pseudagapostemon pampeatus</i>	-	15	1	2
<i>Sphocodes</i> sp.	3	3	13	7
<i>Megachile iheringi</i>	-	3	-	1
<i>Pseudocentron gomphrenoides</i>	-	20	-	1
<i>Xylocopa brasiliensis</i>	-	4	-	1
<i>Exomalopsis</i> sp. 1	-	3	-	-

Apenas no dia 26 de fevereiro essa relação esteve invertida, com mais indivíduos de *D. (Chloralictus)* sp.1 coletados, tanto sobre flores masculinas quanto femininas. Ambas as espécies foram coletadas nos cinco dias de coletas. *T. alaris* apresentou distribuição mais homogênea, com número de indivíduos mais constante nas 5 coletas realizadas.

A flutuação do número de indivíduos das espécies mais abundantes, bem como do número total de abelhas capturadas sobre as flores femininas está representada na Figura 4.13.

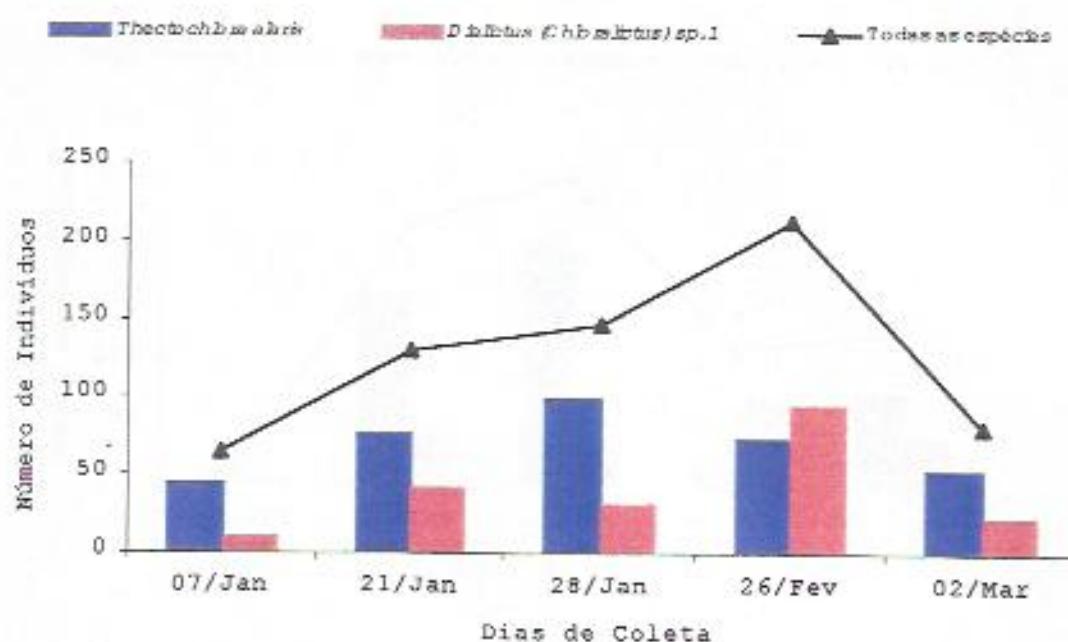


Figura 4.12. Abundância de indivíduos das espécies de abelhas mais abundantes e do número de abelhas coletadas ao longo do dia sobre flores masculinas de *Butia capitata* var. *odorata*, no ano de 1999, em Laguna, SC.

Nestes dias o número de indivíduos de *T. alaris* capturados foi muito superior ao de *D. (Chloralictus) sp. 1* em 4 dias de coleta, sendo superado pelo número de indivíduos desta última espécie apenas no dia 26 de fevereiro.

A flutuação do número de indivíduos das espécies mais abundantes, bem como do número total de abelhas capturadas sobre as flores femininas está representada na Figura 4.13.

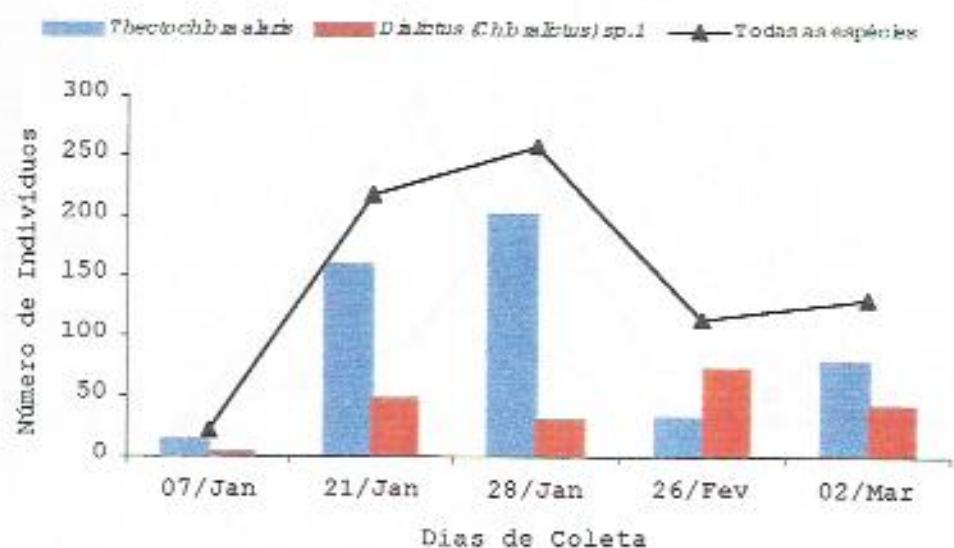


Figura 4.13. Abundância das espécies das abelhas mais freqüentes e do número total de abelhas coletadas ao longo do dia sobre flores femininas de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC.

As abelhas estiveram presentes sobre as flores masculinas e femininas ao longo de todo o dia (Fig. 4.14). As visitas das abelhas nativas às flores de *B. capitata* tiveram inicio por volta de 5:00h (poucos indivíduos) e terminaram ao redor das 15:00 e 17:00h, nas flores masculinas e flores femininas, respectivamente. O horário de máxima atividade forrageira sobre as duas flores foi diferenciado. As abelhas foram mais ativas sobre flores masculinas às 9:00h, enquanto a máxima atividade forrageira sobre as flores femininas ocorreu às 11:00h (Fig. 4.14). Logo no início da manhã (7:00h) as abelhas já foram bem mais ativas sobre as flores masculinas do que sobre as flores femininas. No período vespertino foram coletadas mais abelhas sobre as flores femininas, porque as flores masculinas já apresentam-se sem pólen e ressecadas.

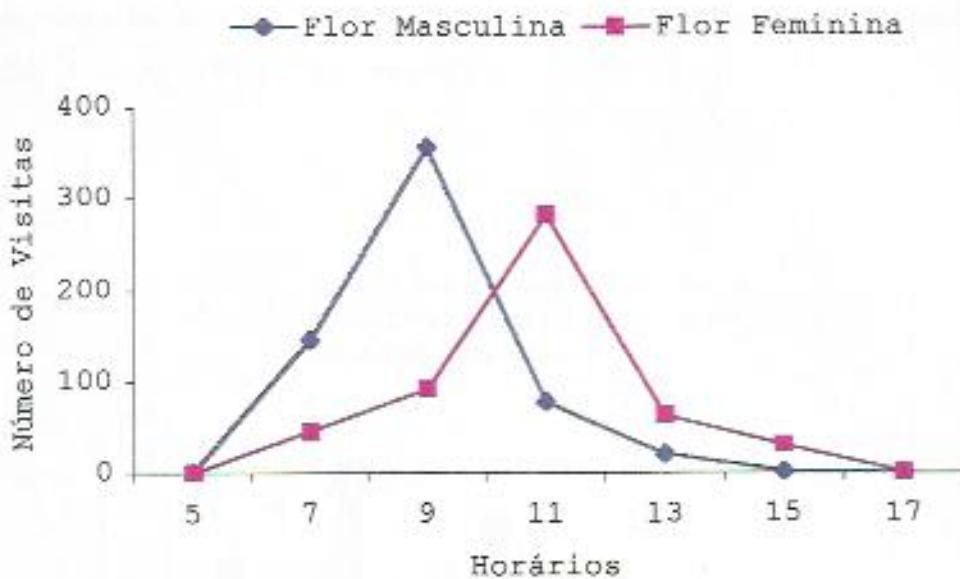


Figura 4.14. Visitas ao longo do dia de abelhas nativas (Hymenoptera: Apoidea) às inflorescências de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC.

Nas figuras 4.15 e 4.16 está representada a distribuição da carga de pólen no corpo das abelhas coletadas sobre flores femininas e masculinas de *B. capitata*, respectivamente. Sobre as flores femininas, a maioria dos indivíduos das 3 espécies mais abundantes apresentaram pelo menos algum tipo de pólen de *B. capitata* sobre o corpo (classes de carga de pólen 1 a 5) (Fig. 4.15). *D. (Chloralictus) sp. 2* foi a que apresentou maior freqüência na categoria 1, ou seja, com pólen presente em qualquer parte do corpo. *T. alaris*, além de ser a espécie mais abundante sobre as flores femininas de *B. capitata*, também foi a espécie que apresentou maior proporção de indivíduos com

carga moderada a alta de pólen no corpo (classes de carga de pólen de 2 a 5). (Fig. 4.15).

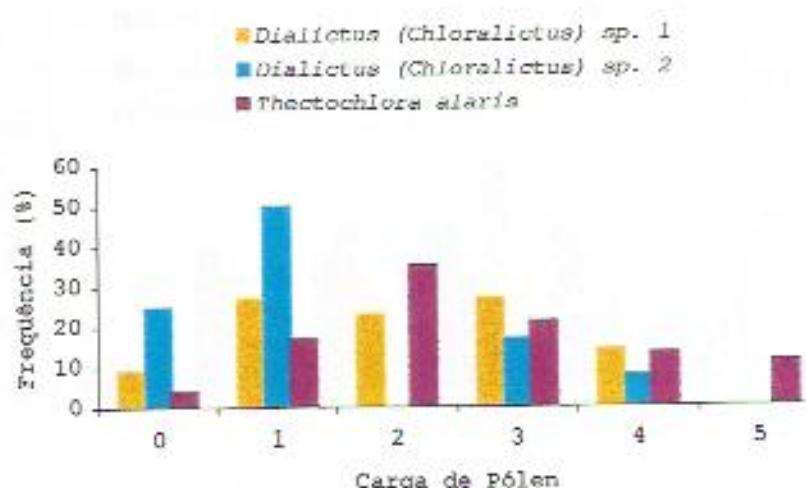


Figura 4.15. Carga de pólen presente nas espécies de abelhas mais abundantes coletadas sobre flores femininas de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC, Brasil. 0= sem pólen sobre o corpo, 1= com pólen em qualquer parte do corpo, 2= traços de pólen no aparelho de transporte, 3= carga moderada de pólen no aparelho de transporte, 4= carga de pólen ocupando quase totalmente o aparelho de transporte, 5= carga de pólen ocupando totalmente o aparelho de transporte.

Nas visitas às flores masculinas, as 3 espécies de abelhas mais abundantes apresentam carga de pólen que se enquadra nas 5 categorias. *T. alaris* foi novamente a espécie que apresentou maior freqüência de indivíduos com carga mais elevada de pólen (Figura 4.16). Esta figura também evidencia que poucas abelhas não carregavam grãos de pólen sobre seu

corpo ou nas escopas tibio-tarsais (aparelho de transporte), pois poucos indivíduos estavam incluídos na categoria 0.

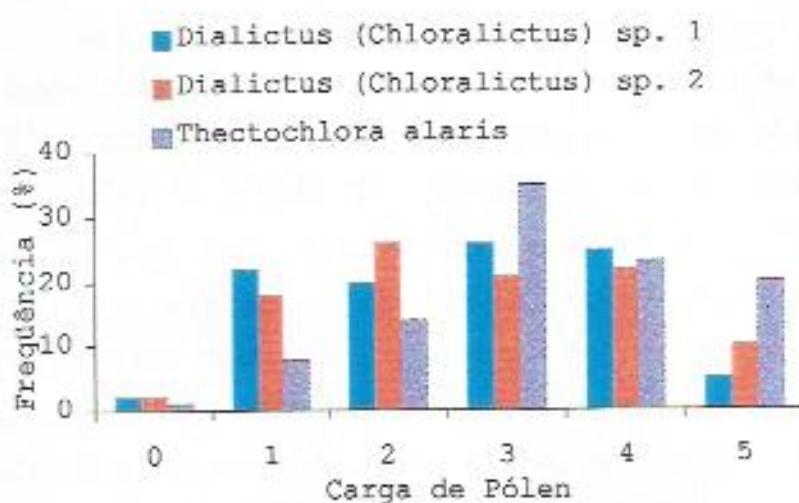


Figura 4.16. Carga de pólen presente nas espécies de abelhas mais abundantes coletadas sobre flores masculinas de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC, Brasil. 0= sem pólen sobre o corpo, 1= com pólen em qualquer parte do corpo, 2= traços de pólen no aparelho de transporte, 3= carga moderada de pólen no aparelho de transporte, 4= carga de pólen ocupando quase totalmente o aparelho de transporte. 5= carga de pólen ocupando totalmente o aparelho de transporte.

As observações naturalísticas mostraram que as flores de *B. capitata* são visitadas por uma grande variedade de insetos, principalmente das ordens Hymenoptera, Diptera e Coleoptera, com maior abundância no período em que a inflorescência está na fase masculina. No presente estudo foram realizadas coletas dos vários grupos de visitantes

somente sobre as flores femininas, para que pudesse ser avaliada a participação destes na polinização.

Insetos da ordem Coleoptera foram observados com maior freqüência nas flores masculinas, tendo sido capturados apenas 3 indivíduos nas coletas sobre as flores femininas (Figura 4.17). Não foi constatada a presença de pólen sobre o corpo destes insetos e não foi observada atividade de coleta de recurso floral nas flores femininas. A inflorescência masculina fornece alimento, abrigo, além de local para cópula e oviposição. Foram observadas larvas de coleópteros entre as flores masculinas, se alimentando de pólen e se desenvolvendo inicialmente abaixo das pétalas de flores femininas imaturas e posteriormente nas sementes dos frutos em desenvolvimento.

Da ordem Diptera foram observadas várias espécies de moscas em ambos os tipos de flores. Visualmente as moscas foram mais numerosas sobre as flores femininas, nas quais foram coletados 100 indivíduos (Figura 4.17). As moscas apresentaram algum pólen aderido ao corpo e contataram os estigmas durante as visitas às flores femininas.

A ordem Hymenoptera foi a que apresentou maior número de visitantes tanto nas flores masculinas quanto nas flores femininas. Várias espécies de vespas e abelhas foram observadas nas flores, sendo as abelhas predominantes em ambos os tipos de flores. Foram coletados sobre as flores femininas 58 exemplares de vespas e 801 exemplares de abelhas. Tanto as abelhas quanto as vespas contataram os estigmas durante as visitas às flores femininas. Também foram observadas diversas formigas caminhando sobre as flores masculinas e femininas, porém raramente tocaram os estigmas. A abelha *Apis mellifera*, apesar de abundante sobre as flores

másculas, apresentou baixa freqüência sobre as flores femininas, com 58 indivíduos coletados (Figura 4.17). Várias abelhas domésticas apresentaram carga de pólen e freqüentemente tocaram os estigmas.

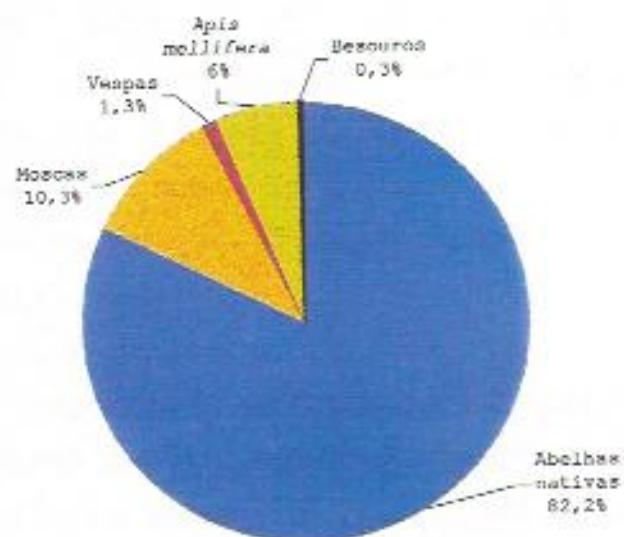


Figura 4.17. Porcentagem de indivíduos por grupo de insetos coletados sobre flores femininas de *Butia capitata* var. *odorata*, em Laguna, SC.

4.4 - DISCUSSÃO

A presença de odor nas flores de *B. capitata*, ainda que praticamente imperceptível ao olfato humano sem ensacamento, aparentemente é um importante mecanismo utilizado pelas suas flores para atrair os polinizadores. Em estudos das

características florais de plantas de restinga foi constatado que a maioria não exalava odor perceptível(46,8%), ou se exalava este era muito suave (41,0%) (Ormondo et al., 1993). De acordo com Proctor et al. (1996) mesmo odores suaves são facilmente percebidos pelas abelhas.

Estudos realizados com palmeiras da subfamília *Phytelephantoideae* (Ervik et al., 1999) e *Geonoma macrostachys* Mart. (Knudsen et al., 1999), mostraram que os visitantes florais são capazes de distinguir e identificar diferentes composições das essências florais, sendo estas variáveis entre as espécies, flores e indivíduos, assim como no decorrer do dia. Kearns & Inouye (1993) e Ervik et al. (1999) sugerem que as fragrâncias florais não servem apenas como importante componente de atração do polinizador, mas também como mecanismo de isolamento e seleção. Além do odor, a coloração das flores também funciona como atrativo floral, sendo ambos associados pelos visitantes com o alimento, geralmente na forma de néctar e pólen (Waser, 1983; Faegri e van der Pijl, 1979).

As flores de *B. capitata* aparentemente apresentam características de produção de néctar bastante semelhantes às flores de *Euterpe precatoria* Mart. (Küchmeister et al., 1997). Para ambas as palmeiras foi observado que as flores masculinas apresentaram maior taxa de secreção de néctar do que as flores femininas, porém com menor concentração de açúcar. Esta maior concentração de açúcar do néctar das flores femininas possivelmente aumenta a atratividade destas em relação às flores masculinas, compensando a perda do pólen ocorrida durante o processo evolutivo (Küchmeister et al., 1997) e o menor volume de néctar produzido pelas flores femininas.

A separação temporal das fases de floração masculina e feminina, como ocorre em *B. capitata*, de acordo com Kuchmeister et al. (1997), traz para a planta um problema que é como induzir um inseto polinizador a visitar flores de ambos os sexos. *B. capitata* aparentemente resolveu este problema com a oferta de néctar tanto pelas flores masculinas como pelas flores femininas. As flores masculinas disponibilizam inicialmente o néctar (no inicio da manhã) aos visitantes, com abertura das anteras logo após. As flores femininas somente recebem visitas depois que as flores masculinas já estão sendo visitadas. Este padrão de abertura floral e disponibilização dos recursos florais aparentemente seria uma estratégia da planta para garantir que as flores femininas recebam visitantes com pólen sobre o corpo.

Palmeiras que não apresentam produção de néctar pelas flores femininas, como *Geonoma macrostachys* Mart. (Knudsen et al., 1999) *Orbignya spectabilis* Mart. (Burret) (Kuchmeister et al., 1993), *Phytelephas seemannii* (Bernal & Ervik, 1996) e, provavelmente garantem a polinização atraiendo por "engano" os polinizadores para as flores femininas, por estas mimetizarem as flores masculinas, principalmente em relação à cor e ao odor exalado por estas.

Os valores da concentração de açúcar no néctar obtidos para as flores de *B. capitata* estão dentro do padrão esperado para espécies melitófilas (Richards, 1997). Pelo fato do néctar de *B. capitata* haver aumentado rapidamente a sua concentração de açúcares quando exposto durante as coletas, possivelmente, em condições naturais este apresente concentrações de açúcares acima das obtidas neste estudo. É possível que altas concentrações de açúcares no néctar acumulado sobre as pétalas e sépalas das flores femininas não impeça as abelhas de coletá-lo, pois Roubik et al. (1995), observou para 37 espécies de abelhas tropicais, que estas

eram capazes de coletar néctar contendo desde 17% até 63% de concentração de açúcares. Para *B. capitata* este aspecto necessita ser melhor investigado, pois foram realizadas poucas amostragens relacionando o horário de coleta com a concentração de açúcares no néctar. Inclusive, talvez fosse mais relevante relacionar parâmetros como umidade relativa e temperatura com a concentração do néctar.

As flores de *B. capitata* não apresentam síndrome de polinização especializada (isto é, polinização por uma ou poucas espécies), se caracterizando por apresentar uma polinização do tipo generalista, segundo a classificação de Faegri & van der Pijl (1979). Baseado na classificação proposta por Henderson (1986) para a família Palmae, *B. capitata* apresenta síndrome de polinização melítófila, já que possui várias características descritas para esta síndrome. Entre elas, podemos citar a abertura diurna da inflorescência que também coincide com o horário de atividade da maioria das espécies de abelhas, a presença de odor suave e adocicado, secreção de néctar, flores coloridas e reunidas em densas inflorescências com alta atratividade visual à longas distâncias.

As características morfológicas das flores de *B. capitata* (ver capítulo 3) permitem que os visitantes florais tenham fácil acesso ao pólen e néctar. Deste modo, suas flores são visitadas por uma grande variedade de insetos, conforme referido para as palmeiras de maneira geral (Henderson, 1996). Dentre os insetos capturados sobre as flores femininas, as moscas, vespas e abelhas apresentaram características de polinizadores. Os besouros, apesar de abundantes sobre as flores masculinas, praticamente não foram capturados sobre as flores femininas. O comportamento dos besouros sobre as flores masculinas de *B. capitata* não foi detalhadamente analisado, porém de forma preliminar foi

possível detectar que a relação destes com as inflorescências de *B. capitata* envolve uma associação simbiótica conforme já descrito em outras palmeiras (Henderson, 1986). As moscas e vespas aparentemente não apresentaram importância para a polinização, pois quantitativamente não foram expressivas sobre as flores de *B. capitata*. O presente estudo ficou restrito às abelhas nativas, grupo que apresentou maior número de visitantes florais, e com comportamentos por ocasião das visitas às flores que podem defini-lo, provavelmente, como principal polinizador.

Em um estudo de espécies arbóreas da floresta tropical, Bawa et al. (1985) verificaram que as abelhas foram responsáveis por 41,5% da polinização, enquanto que moscas por 15,9%, besouros por 7,3% e vespas por 4,3%. Resultado diferente foi obtido para monocotiledôneas de uma floresta tropical na Venezuela, nas quais os coleópteros foram os polinizadores mais freqüentes, sendo responsáveis pelas polinizações de 31,5% das espécies de plantas, as moscas por 16,7% e as abelhas ficaram em terceiro lugar, com 16,2% de espécies de plantas polinizadas (Seres & Ramirez, 1995).

Embora para a maioria das palmeiras estudadas os besouros tenham sido apontados como os principais polinizadores, as abelhas são visitantes bastante freqüentes em inflorescências de palmeiras. Foram registradas visitas de abelhas a *Aphandra natalia* (Balslev & Henderson) Barfod e *Phytelephas spp.* (Barfod et al., 1987; Ervik et al., 1999), *Astrocaryum mexicanum* (Burquez et al., 1987), *Bactris gasipaes* (Mora-Urpí & Solis, 1980), *Bactris spp.* (Listabarth, 1996), *Butia leiosphata* (= *B. archeri*, Silberbauer-Gottsberger, 1973), *Cocos nucifera* (Free, 1993; Conceição et al., 2000), *Desmoncus polyacanthos* (Listabarth, 1994), *Euterpe edulis* (Reis et al., 1993), *Euterpe precatoria* (Küchmeister et al., 1997); *Geonoma macrostachys* (Knudsen et

al., 1999, Listabarth, 1999), *Mauritia flexuosa* (Storti, 1993), *Neodypsis decaryi* (Ratsirarson & Silander-Jr., 1996), *Orbignya phalerata* (Anderson & Overal, 1988), *Orbignya spectabilis* (Küchmeister et al., 1993), *Phytelephas seemannii* (Bernal & Ervik, 1996), *Prestoea schultzeana* (Burret) H. E. Moore (Ervik & Feil, 1997) e *Prestoea decurrens* H. Wendl. H. E. Moore (Ervik & Bernal, 1996). Em palmeiras que apresentam ântese no período noturno as visitas das abelhas ocorreram em breves intervalos no início da noite ou ao amanhecer.

As abelhas coletadas sobre flores de *B. capitata* estão distribuídas em 4 famílias: Colletidae, Halictidae, Magachilidae e Anthophoridae. Excetuando-se Halictidae, as demais famílias apresentaram poucas espécies e baixo número de indivíduos. Destas famílias, Halictidae é a família mais comumente citada como visitante floral das palmeiras. Foram observados forrageando nas palmeiras *Bactris bifida* (Listabarth, 1996), *Butia eriosphata* (Laroca et al., 1982), *Desmoncus polyacanthos* (Listabarth, 1994), *Euterpe oleracea* Mart. (Jardim & Macambira, 1996), *Iriartea vetricosa* (Mart.) H. Karst. (Henderson, 1985) e *Prestoea schultzeana* (Ervik & Feil, 1997). Foram consideradas co-polinizadoras de *Euterpe precatoria* (Küchmeister et al., 1997) e polinizadores secundários de *Bactris monticola* Barb. Rodr. e *B. gasipaes* (Listabarth, 1996). Porém em *Prestoea decurrens* (Ervik & Bernal, 1996), uma palmeira que ocorre na costa do Pacífico, na Colômbia, as abelhas deste grupo foram consideradas como as principais polinizadoras.

Ervik & Bernal (1996) mencionam que abelhas da família Halictidae não tem recebido muita atenção, embora freqüentemente sejam mencionadas como visitantes das inflorescências de palmeiras. Foram observadas sobre inflorescências de palmeiras: *Megalopta* sp. capturada sobre inflorescências de *Bactris* spp. (Listabarth, 1996) e *Prestoea*

schultzeana (Ervik & Feil, 1997), *Augochloropsis* sp. observada sobre flores de *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav. (Ervik et al., 1999) e *Dialictus* sp. e *Neocorynura* sp. sobre *Prestoea decurrens* (Ervik & Bernal, 1996). Além destas espécies, cerca de outras 12 espécies não identificadas da família Halictidae também foram relacionadas com as flores de palmeiras em vários trabalhos.

As abelhas desta família são consideradas, de uma maneira geral, como polilécticas ou generalistas, isto é, visitam flores de muitas espécies de plantas melítófilas diferentes (Eickwort & Ginsberg, 1980). Os levantamentos biocenóticos realizados no sul do Brasil por Bortoli (1987), Orth (1983), Ortolan & Laroca (1996), Schlindwein (1998), Taura (1990), entre outros, mostram que a família Halictidae esteve representada por um grande número de gêneros e de espécies, tendo sido capturada em diversas espécies de plantas. Estes levantamentos apresentam dados da abundância e riqueza de espécies de comunidades de abelhas da região sul, tendo sido realizados no Paraná (Bortoli, 1987; Taura, 1990), em Santa Catarina (Orth, 1983; Ortolan & Laroca, 1996) e no Rio Grande do Sul (Schlindwein, 1998).

A diversidade de espécies de abelhas visitantes das inflorescências de *B. capitata*, medida pelo índice de Shannon-Wiener (Laroca, 1995) e pela riqueza de espécies, foi semelhante para flores masculinas e femininas.

As flores de *B. capitata* foram visitadas por um grande número de espécies de abelhas ($n=28$), sendo somente 3 espécies dominantes, *Thectochlora alaris*, *Dialictus* sp.1 e *Dialictus* sp.2. A abundância observada para as espécies de abelhas nativas visitantes de *B. capitata* parece refletir o padrão esperado de distribuição das espécies em alguns tipos de biocenoses. Assim, observa-se a prevalência de espécies

que apresentam abundância intermediária, poucas espécies que são muito comuns ou que são extremamente raras (Ricklefs, 1973).

Thectochlora alaris foi observada forrageando sobre flores de várias espécies de plantas pertencentes à diferentes famílias vegetais, na região de Guaritas, no Rio Grande do Sul (Schlindwein, 1998). Esta espécie também foi coletada por Bortoli (1987) em São José dos Pinhais, e Barbola & Laroca (1993) em Lapa, ambos no Paraná, além de Carvalho & Bego (1996), no cerrado de Minas Gerais.

Dialictus, que nesse estudo foi representada por 3 espécies, foi o gênero da família Halictidae que apresentou maior número de espécies em levantamentos biocenóticos de abelhas nativas realizado por Laroca et al. (1982), Orth (1983), Bortoli (1987), Ortolan (1989) e Schlindwein (1998).

As visitas de abelhas às flores de *B. capitata*, tanto machos quantos fêmeas, durante todo o período de floração da planta favoreceu o constante fluxo de pólen entre as flores, assegurando o processo reprodutivo da planta. Os levantamentos biocenóticos realizados nos planaltos catarinense e paranaense têm mostrado que as abelhas Halictidae tendem a permanecer ativas durante todo o ano (Orth, 1983; Barbola & Laroca, 1993; Ortolan & Laroca, 1996), com possível ocorrência de várias gerações no decorrer do ano. A predominância de fêmeas em relação ao número de machos, conforme observado para as abelhas visitantes do butiazeiro, é comum em levantamentos, denotando a maior longevidade das fêmeas, os padrões comportamentais de visitas às flores e a proporção entre os sexos inerentes a cada espécie (Laroca, 1974; Barbola & Laroca, 1993).

Quanto a fenologia das abelhas predominantes, a surpreendente elevada presença de indivíduos velhos

(caracterizados pelo seu desgaste alar) no inicio da primavera, evidencia que as espécies devem hibernar ou passar o inverno no estágio adulto. A. Orth (informação pessoal) encontrou abelhas desta família hibernando em troncos e galhos secos no mês de julho, em Florianópolis, SC, que localiza-se a aproximadamente 120 Km de distância dos locais de coleta.

A família *Halictidae* destacou-se entre os visitantes florais de *B. capitata* pela maior frequência relativa de indivíduos, gêneros e espécies. A presença de pólen sobre o corpo e o comportamento de visita caracterizaram as abelhas deste grupo como grandes responsáveis pelo transporte de pólen das flores masculinas de *B. capitata* var. *odorata* para as flores femininas.

4.5 - CONCLUSÕES

As flores de *Butia capitata* var. *odorata* oferecem pólen e néctar como recompensa aos visitantes florais.

O néctar é produzido em maior quantidade pelas flores masculinas, porém com menor concentração de açúcares totais do que nas flores femininas.

As inflorescências de *B. capitata* são visitadas por uma grande diversidade de insetos, porém as abelhas nativas podem ser consideradas como o mais importante grupo de polinizadores na população estudada.

As flores masculinas e femininas de *B. capitata* disponibilizaram seus recursos florais (pólen e néctar) no período matutino, coincidindo com o horário de maior atividade da maioria das espécies de abelhas.

Nas coletas de abelhas nativas sobre as flores de *B. capitata* foram capturadas 28 espécies, pertencentes às famílias Colletidae, Halictidae, Megachilidae e Anthophoridae. Destas, 4 espécies ocorreram somente sobre as flores femininas e 10 espécies, somente sobre as flores masculinas.

A família Halictidae apresentou o maior número de espécies e de indivíduos visitando as flores, sendo as espécies predominantes: *Thectochlora alaris*, *Dialictus* sp. 1 e *Dialictus* sp. 2.

Thectochlora alaris foi responsável por cerca de 50% das visitas totais às flores de *B. capitata*, tendo sido neste estudo a espécie com maior abundância sobre as flores.

As abelhas predominantes (*T. alaris*, *Dialictus* sp. 1 e *Dialictus* sp. 2) foram observadas sobre as flores durante todo o período reprodutivo de *B. capitata*, com maior concentração

de indivíduos nos meses de janeiro e fevereiro quando também ocorreu o pico de floração da planta.

Thectochlora alaris pode ser considerada como o mais importante polinizador de *B. capitata* na área de restinga onde foi realizado o estudo, pela grande quantidade de pólen sobre o corpo, abundância de indivíduos visitando as flores e comportamento durante atividade forrageira sobre as flores femininas.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo mostram que a população de *B. capitata* var. *odorata* da área estudada frutifica, preferencialmente, através da polinização cruzada, dependendo basicamente dos insetos e, em menor grau, do vento para o transporte do pólen. O fluxo gênico, e por conseguinte a manutenção e/ou o aumento da diversidade genética da população na área de estudo são favorecidos por esta estratégia de polinização. A auto-fecundação pode ser considerada como uma estratégia reprodutiva alternativa que também ocorre em *B. capitata*. A análise da diversidade genética bem como a avaliação da dispersão de pólen e sementes seriam necessários para avaliar o nível de endogamia na população.

As características das flores masculinas e femininas de *B. capitata* favorecem a coleta de néctar e pólen por uma grande diversidade de visitantes florais. O estudo do papel de cada grupo de visitantes foi realizado de forma preliminar, se restringindo à análise da abundância e comportamento destes por ocasião das visitas às flores femininas, principalmente. É necessário determinar com maior precisão o papel de cada visitante na inflorescência de *B. capitata*, avaliar as interações que ocorrem entre eles, a forma como partilham os recursos florais e a eficiência destes visitantes como polinizadores. Com relação às abelhas nativas *Thectochlora alaris*, *Dialictus* sp. 1 e *Dialictus* sp. 2 que são considerados os principais polinizadores de *B. capitata* pelos dados apresentados, são necessários estudos que caracterizem melhor a sua bionomia, tais como seus níveis de organização social, sua fenologia, seus hábitos de nidificação, a forma como utilizam os outros recursos

tróficos no período em que *B. capitata* apresenta floração e fora deste período. Estes estudos são importantes e urgentes para avaliar o impacto que a utilização e destruição, da área remanescente da restinga, pelo homem está causando sobre a população destes polinizadores e por conseguinte da própria população de *B. capitata*.

A grande produção de pólen com alta viabilidade, grande abundância de polinizadores e boa produção de frutos, mostram que aparentemente as estratégias reprodutivas de *B. capitata* vêm garantindo sua sobrevivência na área de estudo. Parâmetros como a dispersão e viabilidade das sementes, a dinâmica populacional e diversidade genética, seriam necessários para completar os estudos das estratégias reprodutivas da espécie. A obtenção destes parâmetros para as populações de *B. capitata* presentes atualmente nas áreas de restinga, torna-se importante para uma futura avaliação dos efeitos da fragmentação que está ocorrendo no habitat, assim como, das possíveis alterações no fluxo gênico destas populações.

O importante papel ecológico que as palmeiras desempenham nos ecossistemas onde ocorrem, faz com estas sejam freqüentemente consideradas "espécies chaves" para o ecossistema. Contribuem para isto a grande densidade de indivíduos e abundância de recursos que oferecem para a fauna, além de serem amplamente utilizadas pela população humana. *Butia capitata*, é uma palmeira muito abundante na restinga da região de Laguna, SC, onde também pode ser considerada "espécie chave", pois fornece abundantes recursos florais, frutos, local para nidificação e abrigo para a fauna da restinga. Além disto, *B. capitata* já vem sendo explorada econômicamente pela população local, através da comercialização de seus frutos, folhas e de suas mudas (como planta ornamental). As pesquisas devem propiciar uma

exploração sustentável e econômicamente viável desta espécie na região. A elevada produção de pólen e néctar da espécie, sugerem que a produção de pólen apícola e mel através do manejo racional de abelhas domésticas, podem ser mais uma alternativa econômica a ser explorada, principalmente em reservas extrativistas. Vale lembrar que a relevância deste recurso floral para a manutenção da entomofauna nativa da restinga, possivelmente, não permite uma exploração intensiva, exigindo uma avaliação prévia das implicações ecológicas e do potencial comercial desta exploração.

É necessário que a população local possua alternativas econômica viáveis para exploração das áreas remanescentes de restinga, pois a legislação ambiental reconhece a importância das áreas de restinga, porém não garante a sua preservação. É preciso que a população local desperte para a importância da conservação deste ecossistema tão vulnerável e belo para que ajude a conter a crescente destruição que vêm ocorrendo.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, G. H.; Mangan, S. A. & LAMBERT, T. D. 1998. Reproductive phenology of *Cryosophila warscewiczii* in central Panamá. *Principes*, 42(4): 185-189.
- ANDERSEN, J. F. 1986. Municipio de Laguna: Caracterização geográfica e sócio-econômica. Apostila AMESC, pp. 6-16.
- ANDERSON, B.; OVERAL, W. L. & HENDERSON, A. 1988. Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in northern Brazil. *Biotropica*, 20(3): 192-205.
- BARFOD, A. S.; ERVIK, F. & BERNAL, R. 1999. Recent evidence on the evolution of phytelephantoid palms (Palmae). In: A. Henderson & F. Borchsenius (eds.). *Evolution, variation, and classification of palms*. The New York Botanical Garden Press, New York. pp. 265-277.
- BARFOD, A.; HENDERSON, A. & BALSLEV, H. 1987. A note on the pollination of *Phytelephas microcarpa* (Palmae). *Biotropica*, 19(2): 191-192.
- BAWA, K. S. & BEACH, J. H. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 68: 254-274.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S. H.; PERRY, D. R. & et al. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination Systems. *Amer. J. Bot.*, 72(3): 346-356.
- BEACH, J. H. 1984. The reproductive biology of the peach or "pejibayé" palm (*Bactris gasipaes*) and a wild congener (*B. porschiana*) in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Principes*, 28(3): 107-119.
- BERNAL, R. & ERVIK, F. 1996. Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: an adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 28(4b): 682-696.
- BERTIN, R. I. 1989. Pollination Biology. In: W. G. Abrahamson (ed.). *Plant-Animal Interactions*. McGraw-Hill Book Company, New York. pp. 22-122.
- BONDE, S. D.; AGATE, V. V. & KULKARNI, D. K. 1990. Nutritional composition of the fruits of palms (*Hyphaene*) from the west coast of India. *Principes*, 34(21): 21-23.
- BORCHSENIUS, F. 1993. Flowering biology and insect visitation of three ecuadorean *Aiphanes* species. *Principes*, 37(3): 139-150.

- BORCHSENIUS, F. 1997a. Flowering biology of *Geonoma irena* and *G. cuneata* var. *sodiroi* (Arecaceae). *Pl. Syst. Evol.*, 208: 187-196.
- BORCHSENIUS, F. 1997b. Palm communities in western Ecuador. *Principes*, 41(2): 93-99.
- BORTOLI, C. & LAROCA, S. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenia*, 15: 1-112.
- BORTOLI, C. 1987. Estudo Biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma Área Restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Tese de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná. 153p.
- BOVI, L. A. & DIAS, G. S. 1986. Sistema reprodutivo do palmito (*Euterpe edulis* Mart.). In: *Anais do 1º Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito*. Curitiba. p. 33.
- BULLOCK, S. H. 1981. Notes on the phenology of inflorescences and pollination of some rain forest palms in Costa Rica. *Principes*, 25(3): 101-105.
- BURQUEZ, A.; SARUKAN, K. & PEDROZA, A. L. 1987. Floral biology of a primary rain forest palm, *Astrocaryum mexicanum* Liebm. *Bot. J. Linn. Soc.*, 94: 407-419.
- CARTER, M. A. F. 1974. Palms in Southern England. *Principes*, 18: 84-6.
- CARVALHO, A. M. C. & BEGO, L. R. 1996. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brasil. *Revta bras. Ent.* 40(2): 147-156.
- CLEMENT, C. R. & ARCKOLL, D. B. 1984. Observações sobre autoccompatibilidade em pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K., Palmae). *Acta Amazonica*, 14(3-4): 337-342.
- CONCEIÇÃO, E. S.; DELABIE, J. H. C. & COSTA NETO, A. O. 2000. Atividade de formigas e abelhas (Insecta:Hymenoptera) que forrageiam em inflorescências do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em função do horário. In: *Anais do I Encontro Nordestino de Biologia*, p. 80.
- CRUDEN, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31: 32-46.
- CUNNINGHAM, S.A. 1995. Ecological constraints on fruit initiation by *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Arecaceae): floral herbivory, pollen availability, and visitation by pollinating bats. *Amer. J. Bot.*, 82(12): 1527-1536.

- DAFNI, A. 1992. *Pollination ecology: a practical approach*. IRL Press, New York. 249 pp.
- DOLBY, W. J. 1967. Collector's choice: *Butia capitata*. *Principes*, 11:131-135.
- EICKWORT, G. C. & GINSBERG, H. S. 1980. Foraging and mating behavior in Apoidea. *Ann. Ver. Entomol.*, 25: 421-446.
- ERVIK, F. & BERNAL, R. 1996. Floral biology and insect visitation of the monoecious palm *Prestoea decurrens* on the pacific coast of Colombia. *Principes*, 40(2): 86-92.
- ERVIK, F. & FEIL, J. P. 1997. Reproductive biology of the monoecious understory palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *Biotropica*, 29(3): 309-317.
- ERVIK, F.; TOLLSTEN, L. & KNUDSEN, J. T. 1999. Floral scent chemistry and pollination ecology in phytelephantoid palms (Arecaceae). *Plant Syst. Evol.*, 217: 279-297.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. 3° ed. Pergamon Press, New York. 291 pp.
- FREE, J. B. 1993. *Insect pollination of crops*. 2° ed. Academic Press, New York. 684 pp.
- GALLETI, M., PASCHOAL, M. & PEDRONI, F. 1992. Predation on palms nuts (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south east Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 8: 121-123.
- GLASSMAN, S. F. 1965. Geographic distribution of New World palms. *Principes*, 9: 132-134.
- GLASSMAN, S. F. 1979. Re-evaluation of the genus *Butia* with a description of a new species. *Principes*, 23(2): 65-79.
- HALL, P. & BAWA, K. 1993. Methods to asses the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany*, 47(3): 235-247.
- HENDERSON, A. 1985. Pollination of *Socratea exorrhiza* and *Iriartea ventricosa*. *Principes*, 29(2): 64-71.
- HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. *The Botanical Review*, 52: 221-259.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, New York. 352 pp.
- JARDIM, M. A. & MACAMBIRA, M. L. J. 1996. Biologia floral do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius). *Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi*, sér. Bot., 12(1):131-144.
- JARDIM, M. A. G. & KAGEYAMA, P. Y. 1994. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açaizeiro

- (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot., 10(1): 77-82.
- JARDIM, M. A. G. & STEWART, P. J. 1994. Aspectos etnobotânicos e ecológicos da palmeiras no município de Novo Airão, estado do Amazonas, Brasil. Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, série Botânica, 10(1): 69-76.
- KEARNS, C. A. & INOUYE, D. W. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press Of Colorado. Colorado. 630 pp.
- KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W. & WASER, N. M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. Ann. Rev. Ecol. Syst., 29: 83-112.
- KEVAN, P. G. & BAKER, H. G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. Ann. Rev. Entomol., 28:407-453.
- KNUDSEN, J. T.; ANDERSSON, S. & BERGMAN, P. 1999. Floral scent attraction in *Geonoma macrostachys*, na understorey palm of the Amazonian rain forest. Oikos, 85: 409-418.
- KUCHMEISTER, H.; GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1993. Pollination biology of *Orbignya spectabilis* a monoecious amazonian palm. In: W. Barthlott, C. M. Naumann, K. Schmidt-Loske and K. L. Schuchmann (eds.). Animal plant interactions in tropical environments. Rheinischer Land-Wirtschafts-Verlag, Bonn, Germany. pp. 67-76.
- KUCHMEISTER, H.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I & GOTTSBERGER, G. 1997. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. Pl. Syst. Evol., 206: 71-97.
- LAROCA, S. 1974. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro planalto paranaenses. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. 62 pp.
- LAROCA, S. 1983. Biocoenotics of wild bees (Hymenoptera Apoidea) at three neartic sites. With comparative notes on some neotropical assemblages. Ph.D. Thesis. Kansas Univ. USA. 194 pp.
- LAROCA, S. 1995. Ecologia: principios & métodos. Vozes, Petrópolis, RJ. 197 pp.
- LAROCA, S.; CURE, J. R. & BORTOLI, C. 1982. A associação das abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. Dusenia, 13(3): 93-117.
- LEITE, C. O. 1993. Biologia da reprodução de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Kuntze (*Diplothemium maritimum* Mart.)

- Palmae. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LEITE, P. F. & Klein, R. M. 1990. In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro. pp. 113-150.
- LIMA, A. R. & CAPOBIANCO, J. P. R. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para a sua conservação. Documento do ISA, p. 91.
- LISTABARTH, C. 1994. Pollination and Pollinator Breeding in *Desmoncus*. *Principes*, 38(1): 13-23.
- LISTABARTH, C. 1996. Pollination of *Bactris* by *Phyllotrox* and *Epurea*. Implications of the Palm Breeding Beetles on Pollination at the Community Level. *Biotropica*, 28(1): 69-81.
- LISTABARTH, C. 1999. Pollination of Palm populations: a step toward the application of a biological species concept. In: A. Henderson & F. Borchsenius (eds.). Evolution, variation, and classification of palms. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York. pp. 82-93.
- LUBAR, J. F. 1974. Experiments in palm growing in east Tennessee. *Principes*, 18 : 25-30.
- McGREGOR, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agric. Handb. N° 496. ARS/USDA. Washington. 411 pp.
- MIRANDA, I. P. A. & CLEMENT, C. R. 1990. Germinación y almacenamiento del polen de pejibaye (*Bactris gasipaes* H. B. K., Palmae). *Rev. Biol. Trop.*, 38(1): 29-33.
- MOORE-JR., H. E. & UHL, N. W. 1982. Major Trends of Evolution in Palms. *The Botanical Review*, 48: 1-69.
- MORA-URPI, J. & SOLIS, E. M. 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* H. B. K. (Palmae). *Rev. Biol. Trop.*, 28(1): 153-174.
- MORA-URPI, J. 1982. Polinización en *Bactris gasipaes* H. B. K. (Palmae): nota adicional. *Rev. Biol. Trop.*, 30(2): 174-176.
- MOSES, T. 1962. Palms of Brazil. *Principes*, 6: 26-37.
- MYERS, T. 1989. Brava for Butia. *Principes*, 33(2): 97-98.
- NABHAN, G. P. & BUCHMANN, S. L. 1997. Services provided by pollinators. In: G.C. Daily(ed.). Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems. pp. 133-150.
- ORMOND, W. T.; PINHEIRO, M. C. B. ; LIMA, H. A. et al. 1993. Estudos das recompensas florais das plantas de restinga de Maricá-Itapuaçu, RJ. I-Nectaríferas. *Ebraea*, 21(6):179-195.

- ORTH, A. I. 1983. Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (*Pyrus malus* L.) (Rosaceae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 135 pp.
- ORTOLAN, S. M. L. S. & LAROCA, S. 1996. Melissocenética em áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus* L.) em Lages (Santa Catarina, sul do Brasil), com notas comparativas e experimento de polinização com *Plebeia emerina* (Fries) (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biol. Par.*, 25 (1,2,3,4):1-113.
- OYAMA, K. 1993. Conservation biology of tropical trees: demography and genetic considerations. *Environment Update*, 1:17-32.
- PEREIRA, B. A. S. 1997. Coqueiro-cabeçudo. *Revista Ciência Hoje*, 23(137):68-70.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Timber Press, Oregon. 479 pp.
- RAMIREZ, n. & SEREZ, A. 1994. Plant reproductive biology of herbaceous monocots in a Venezuelan tropical cloud forest. *Pl. Syst. Evol.*, 190:129-142.
- RATSIRARSON, J. & SILANDER-JR., J. A. 1996. Reproductive biology of the threatened Madagascar triangle palm: *Neodypsis decaryi* Jumelle. *Biotropica*, 28(4b): 737-745.
- REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; REIS, A., et al. No prelo. Sustaneid yield management of *Euterpe edulis* (Palmae): a tropical palm tree from Atlantic Tropical Forest. *Ecology and Management*.
- REIS, M. S.; GUIMARÃES, E. & OLIVEIRA, G. P. 1993. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmitero (*Euterpe edulis*) em mata residual do estado de São Paulo. In: Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º congresso Florestal Brasileiro. pp. 358-360.
- REITZ, R. 1974. Palmeiras. *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajai. pp. 54-59.
- REITZ, R. KLEIN, R. M. & REIS, A. 1978. Projeto madeira de Santa Catarina. *Sellówia*, 28(1): 58-59.
- REITZ, R.; ROSÁRIO, L. A. & SCHMITZ, J. R. 1982. Restauração da fauna da baixada do Maciambú. *Sellówia*, Série Zoologia, 2:124.
- RICHARDS, A. J. 1997. Plant breeding systems. 2º ed. Chapman Hall, UK. 529 pp.
- RICKLEFS, R. E. 1973. ECOLOGY. Chiron Press, Massachusetts. 839 pp.

- RICKLEFS, R. E. 1983. *The economy of nature*. 2° ed. Chiron Press, New York. 510 pp.
- ROSA, L. 1994. Aspectos da biologia reprodutiva do *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* na restinga de Laguna, SC. *Dissertação de Especialização*, UFSC. 89 pp.
- ROSA, L.; CASTELLANI, T. T. & REIS, A. 1998. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. *Revta brasil. Bot.*, 21(3): 281-287.
- ROUBIK, D. W.; YANEGA, D.; ALUJA, M. S. et al. 1995. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*. 26:197-211.
- SAAKOV, S. G. 1963. Introduction of palms in the U.S.R.R. *Principes*, 7: 88-99.
- SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S. & MOURE, J. S. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VI Zool.*, 16 (2): 253-291.
- SCARIOT, A. O.; LLERAS, E. & HAY, J. D. 1991. Reproductive biology of the palms *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. *Biotropica*, 23 (1): 12-22.
- SCHLINDWEIN, C. 1995. Melittophilous plants, their pollen and flower visiting bees in southern Brazil. 2. Cactaceae. *Biociências*, 3(2): 35-71.
- SCHLINDWEIN, C. 1998. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.*, 33: 46-59.
- SCHULTES, R. E. & RAFFAUF, R. F. 1992. *El bejuco del alma: los medicos tradicionales de la Amazonia colombiana, sus plantas y sus rituales*. Ediciones Uniandes, Colombia. 284 pp.
- SERES, A. & RAMIREZ, N. 1995. Biología floral y polinización de algunas monocotiledóneas de un bosque nublado venezolano. *Ann. Mis. Bot. Gard.*, 82: 61-81.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1973. Blüten- und fruchtbiologie von *Butia leiospatha* (Arecaceae). *Ost. Bot. Z.*, 121: 171-185.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1990. Pollination and evolution in palms. *Phyton*, 30 (2): 213-233.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1969. *Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones, Madri. 831 pp.

- STILING, P. D. 1992. *Ecology: Theories and Applications*. 2^o ed. Prentice Hall, New Jersey. 539 pp.
- STORTI, E. F. 1993. Biologia floral de *Mauritia flexuosa* Lin. Fil., na região de Manaus, AM, Brasil. *Acta Amazonica*, 23(4): 371-81.
- TAURA, H. M. 1998. Estudo biocenótico comparativo de Apoidea (Hymenoptera) do Passeio Público, Curitiba, Paraná, sul do Brasil, com notas sobre a interação entre as abelhas e as flores de *Vassobia breviflora* (Sendt.) Hunz. (Solanaceae). *Dissertação de Doutorado*. Universidade Federal do Paraná. 156 pp.
- TOMLINSON, P. B. 1979. Systematics and ecology of the Palmae. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 10: 85-107.
- UHL, N. W. & MOORE-JR., H. E. 1977. Correlations of inflorescence, flower structure and floral anatomy with pollination in some palms. *Biotropica*, 9: 170-190.
- VOGEL, S. 1983. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: O. L. Lange; C.B. Osmond & H. Ziegler (eds.). *Physiological Plant Ecology III*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. pp. 559-624.
- WAIT, L. H. 1961. Palms in decorative arrangements. *Principes*, 5: 20-27.
- WASER, N. M. 1983. The adaptive nature of floral traits: ideas and evidence. *Pollination biology*, Academic Press. pp. 241-245.
- YASHIRODA, K. 1978. Some palms at Yashiroda Junkaen. *Principes*, 23: 61-66.
- ZIMMERMAN, M. 1988. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. In: J. L. Dowt & L. L. Dowt (eds.). *Plant reproductive ecology: patterns and strategies*. Oxford Univ. pp. 157-178.