

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

Livia Leal Dorneles

**INTERAÇÕES ENTRE *EUTERPE EDULIS* MART.
(ARECACEAE) E INSETOS VISITANTES FLORAIS EM
SISTEMA AGROFLORESTAL NA ILHA DE SANTA
CATARINA**

Ilha de Santa Catarina

2010

Livia Leal Dorneles

**INTERAÇÕES ENTRE *EUTERPE EDULIS* MART.
(ARECACEAE) E INSETOS VISITANTES FLORAIS EM
SISTEMA AGROFLORESTAL NA ILHA DE SANTA
CATARINA**

Dissertação submetida ao programa de
Pós-Graduação em Agroecossistemas
da Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do grau de
Mestre em Agroecossistemas do Centro
de Ciências Agrárias

Orientadora: Prof^a Dr^a Marília
Terezinha Sangoi Padilha

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Josefina
Steiner

Ilha de Santa Catarina

2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

D713i Dorneles, Livia Leal

Interações entre *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) e insetos visitantes florais em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina [dissertação] / Livia Leal Dorneles ; orientadora, Marília Terezinha Sangoi Padilha. - Florianópolis, SC, 2010.

111 p.: il., tabs.

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

Inclui referências

1. Agroecossistemas. 2. Sistemas agroflorestrais. 3. *Euterpe edulis*. 4. Polinização - Biologia. 5. Abelha. I. Padilha, Marília Terezinha Sangoi. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. III. Título.

CDU 631

Livia Leal Dorneles

**INTERAÇÕES ENTRE *EUTERPE EDULIS* MART.
(ARECACEAE) E INSETOS VISITANTES FLORAIS EM
SISTEMA AGROFLORESTAL NA ILHA DE SANTA
CATARINA**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Ilha de Santa Catarina, 07/07/2010

Profª Drª Marília T. S. Padilha
Orientadora

Profª Drª Josefina Steiner
Co-orientadora

Profº Drº Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho
Coordenador do PGA

Banca Examinadora:

Profª Drª Maria José Hotzel
Presidente (UFSC/CCA/PGA)

Profº Drº Paul Richard Miller
M. interno (UFSC/CCA/PGA)

Drª Anne Zillikens
M. externo (Universitat Tübingen)

Profº Drº Afonso Inácio Orth
M. externo (UFSC/CCA/RGV)

*À família,
nossos bichos,
nossas plantas,
e todas as nossas relações.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Pedro Faria Gonçalves, Antônio e Clara, pelo acesso à sua propriedade agroflorestal, lar e vidas; à orientadora Marília Terezinha Sangoi Padilha, co-orientadora Josefina Steiner e colaboradores Anne Zillikens, Malva Hernandez, Paul Richard Momsem Miller, César Assis Butignol, Rafael Kamke, Gerson Müller e Anderson Santos; à minha mãe Maria, pai Érico, amado Cleiton, irmãos Juliana, Luiza e Lucas Dorneles; à querida equipe do Laboratório de Abelhas Nativas da UFSC: Renata Campos, Simone Schmid, Márcia Manfredini, Márcia Hennemann, Wilson Gonzáles, Fabiano Albertoni, Mônica Ulysséa, Larissa Zanella e Alfredo Kock; às queridas amigas do coração: Michele, Paola, Sara, Lorena, Fernanda e Cássia; aos diletos professores e amados colegas do PGA: Mari, Marina, Aimee, Zaira, Murilo, Adinor, Thiago e todos os outros; à família: vózinha e vôzinho (*in memoriam*), tios, tias, primas, primos, etc.; ao CNPq e BMBF (Alemanha) pela concessão da bolsa DTI 2-2 (380387/2010-7 DTI 2-2), dentro do projeto “Dinâmica interna em florestas pluviais: especificidade das relações entre bromélias e fauna associada” (CNPq 590040/2006-5, BMBF 01LB0205A1); a Carlos Brizola Marcondes, coordenador, a Oxalá e Iemanjá, Shiva e Lakshmi, Tupã e Yara, e todas as deusas e deuses.

RESUMO

O trabalho objetiva estudar a biologia reprodutiva de *Euterpe edulis*, descrever visitantes florais, analisar diversidade e frequência destes e identificar possíveis polinizadores em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. Trinta indivíduos foram observados através de andaimes para verificação de fenologia, morfologia floral, sistema reprodutivo, produção de néctar e visitação por insetos durante duas temporadas de floração, de novembro de 2008 a março de 2010. As plantas apresentaram média de 4,2 cachos de flores, com média de 103 ráquulas, flores masculinas e femininas na proporção de 3:1. Floração iniciou em setembro e durou até março. Ambas as flores produziram néctar. *E. edulis* é alógamo, podendo ser autopolinizado através da sobreposição de inflorescências. Abelhas sociais foram *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina* e outros Meliponini. Em 2008/2009, nas masculinas, a frequência média foi 91,1 visitas/h e nas femininas 130,9 visitas/h. Em 2009/2010, nas masculinas, a frequência média foi 109,1 visitas/h e nas femininas, 156,6 visitas/h. Foram 72 espécies/morfoespécies de insetos de 18 famílias, pertencentes às ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera. Abelhas e moscas foram mais frequentes, visitando flores masculinas durante a manhã e femininas durante todo o dia. Frutificação iniciou duas semanas após o início da floração. Maturação dos frutos ocorreu de julho a setembro/2009. Em 2009/2010, as palmeiras formaram em média 2,3 cachos de frutos e a quantidade de frutos por cacho foi 2100. Considerou-se polinizador efetivo *A. mellifera*, *P. droryana*, *P. remota*, *P. emerina*, *Neocorynura* sp., *Augochlora* sp1., *Dialictus* sp1. (Apoidea), espécies de Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae (Diptera). Abelhas sociais sem ferrão (Meliponini) foram os visitantes mais frequentes e podem ser criadas em caixas racionais através da meliponicultura, aumentando a formação de frutos de açaí em sistema agroflorestal.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais; *Euterpe edulis*; Biologia da polinização; Abelhas sociais; Visitantes florais.

ABSTRACT

The aim of this research was to study the reproductive biology of *Euterpe edulis*, to describe floral visitors, to analyse their diversity, and frequency and to identify likely pollinators of this palm in an agroforestry system in Santa Catarina Island. Thirty individuals were observed using a scaffold in order to check phenology, floral morphology, reproductive system, nectar presentation, and visiting by insects during two flowering periods, from November 2008 to March 2010. The species presented an average of 4,2 clusters of flowers, with an average of 103 rachillae, male and female flowers at 3:1 proportion. Flowering period began at September and lasted until March. Both the flowers produced nectar. *E. edulis* is allogamous but could be self-pollinated though inflorescences overlapping. Social bees visiting were *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina* and other Meliponini. In 2008/2009, in male flowers, the average frequency was 91,1 visits/h and in female ones, 130,9 visits/h. In 2009/2010, in male ones, the average frequency was 109,1 visits/h and in female ones, 156,6 visits/h. 72 species/morphospecies of insects were differentiated belonging to 22 families, from Orders Hymenoptera, Diptera, Coleoptera and Lepidoptera. Bees and flies were the most frequent and they visited male flowers during the morning and female flowers throughout the whole day. Fructification initiated two weeks after the beginning of flowering period. Fruit maturation occurred from July to September 2009. In 2009/2010 period, palms formed an average of 2,3 clusters of fruits and quantity of fruits per cluster reach an average of 2100. Were considered effective pollinator *A. mellifera*, *P. droryana*, *P. remota*, *P. emerina*, *Neocorynura* sp., *Augochlora* sp1., *Dialictus* sp1. (Apoidea), Muscidae, Syrphidae and Calliphoridae species (Diptera). Social stinglessbees (Meliponini) were the most frequent visitors and can be raised in wood boxes by meliponicultura, increasing assai fruit formation in agroforestry system.

Keywords: Agroforestry system; *Euterpe edulis*; Pollination biology; Social bees; Flower visitors.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Mapa do Brasil, estado de Santa Catarina, Ilha de Santa Catarina e bairro Ratonés. 25
- Figura 2** - Propriedade familiar agroflorestal na Ilha de Santa Catarina onde a pesquisa foi realizada. A) meliponário coletivo; B) sistema agroflorestal de açazeiros, bananeiras, inhame e leguminosas. Fotos: Juliana L. Dorneles e Pedro F. Gonçalves..... 42
- Figura 3** - Estudo da biologia da polinização de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) andaime de madeira entre as palmeiras; B) testes de sistema reprodutivo. Fotos: Livia Dorneles. 43
- Figura 4** - Metodologias aplicadas no estudo da polinização de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) coleta de néctar das flores masculinas através de microcapilares; B) observação das espécies e comportamento de abelhas visitantes. Fotos: Juliana L. Dorneles e Renata Campos..... 44
- Figura 5** - Inflorescências de *E. edulis*. A) flores femininas; B) flores masculinas. Fotos: Livia Dorneles. 45
- Figura 6** - Fenologia das fases de inflorescências de *E. edulis* (n= 11 indivíduos) medida pelo número de cachos nas quatro diferentes fenofases (espata: desprendimento da espata fechada, sem flores; flores masculinas: somente flores masculinas; flores femininas: somente flores femininas; frutos: frutos em desenvolvimento, sem flores abertas) durante a temporada 2008/2009 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. 46
- Figura 7** - Fenologia da floração de *E. edulis* (n= 30 indivíduos) medida pelo número total de inflorescências (com flores masculinas ou femininas) emitidas por semana na temporada 2009/2010 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. 47
- Figura 8** - Padrão diário de secreção de néctar (μ l) e concentração de açúcar (%) nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) Masculinas (n=5 flores); B) Femininas (n=8 flores)..... 48

Figura 9 - Frequência de abelhas sociais nas flores de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, comparando flores masculinas e femininas. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	51
Figura 10 - Padrão temporal das espécies de abelhas sociais mais frequentes em <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, somando-se as duas temporadas. A) em flores masculinas; B) em flores femininas.....	53
Figura 11 - Abelhas sociais visitantes de flores de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) <i>Plebeia droryana</i> em flores femininas; B) <i>Apis mellifera</i> em flores femininas; C) <i>Plebeia droryana</i> em flores masculinas; D) <i>Bombus morio</i> em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid e Renata Campos.....	54
Figura 12 - Comparação entre o número médio de espécies por dia para a temporada 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha se Santa Catarina.....	72
Figura 13 - Comparação entre a frequência média de indivíduos por hora, por dia, para a temporada 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha se Santa Catarina.	73
Figura 14 - Riqueza de espécies encontradas por cada família de inseto nas flores masculinas e femininas de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina nas duas temporadas de estudo.....	74
Figura 15 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas quatro ordens de insetos nas flores ♂ e ♀ de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, excluindo-se as espécies de formigas. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	75
Figura 16 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas famílias de Hymenoptera encontradas nas flores ♂ e ♀ de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	76
Figura 17 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas famílias de moscas e mosquitos encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de <i>E. edulis</i> em sistema	

agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	78
Figura 18 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas espécies de Apoidea encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	79
Figura 19 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas espécies mais frequentes de Diptera encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	80
Figura 20 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Apoidea mais frequentes em flores masculinas em <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	82
Figura 21 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Diptera mais frequentes em flores masculinas em <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	83
Figura 22 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Apoidea mais frequentes em flores femininas em <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	85
Figura 23 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Diptera mais frequentes em flores femininas em <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.....	86
Figura 24 - Insetos encontrados nas flores de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) <i>Camponotus</i> sp1 (Formicidae) em flores masculinas; B) <i>Camponotus</i> sp1 (Formicidae) em flores femininas; C) <i>Episcada</i> sp (Lepidoptera: Ithomiidae) em flores masculinas; D) Curculionidae sp (Coleoptera) em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid.	88
Figura 25 - Dípteros encontrados nas flores de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) Muscidae sp	

em flores masculinas; B) Muscidae sp em flores femininas; C) Syrphidae sp em flores masculinas; D) Syrphidae sp em flores femininas; E) Calliphoridae sp em flores femininas; F) *Phoniomyia* sp. (Culicidae) em flores masculinas; G) Micropezidae sp em flores femininas; H) Pipunculidae sp em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid e Renata Campos.....89

Figura 26 - Abelhas (Apoidea) encontradas nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina. A) *Plebeia droryana* (Apidae) em flores masculinas; B) *P. emerina* (Apidae) em flores femininas; C) *Habralictus* sp (Halictidae) em flores femininas; D) *Neocorynura* sp (Halictidae) em flores femininas; E) *Augochlora* sp (Halictidae) em flores masculinas; F) *Dialictus* sp (Halictidae) em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid.90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise do sistema reprodutivo de <i>E. edulis</i> através de testes de polinização controlada em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.	49
Tabela 2 - Espectro de abelhas sociais (Apinae) visitantes das flores de <i>E. edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, frequência por hora de visitação nas flores femininas e masculinas nas duas temporadas de estudo.	50
Tabela 3 - Índice de similaridade de Bray-Curtis para abelhas sociais visitantes em <i>E.edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.	52
Tabela 4 - Índices de riqueza de Margalef (d), de equitabilidade de Pielou (J') e de diversidade de Shannon para abelhas sociais visitantes em <i>E.edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.	52
Tabela 5 - Espectro de Insetos encontrados visitando as flores de <i>Euterpe edulis</i> em 2008/2009 e 2009/2010 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, frequência por hora nas flores ♂ e ♀ (nota: [0] frequência insuficiente e [-] ausência) e recurso coletado (P= pólen, N= néctar, S= seiva e I= insetos).	67
Tabela 6 - Índice de similaridade de Bray-Curtis para visitantes florais amostrados em <i>E.edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.	71
Tabela 7 - Índice de similaridade de Sorensen para visitantes florais amostrados em <i>E.edulis</i> em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.	71
Tabela 8 - Número de vezes em que cada espécie de abelha foi avistada visitando flores femininas de <i>Euterpe edulis</i> com carga polínica em 40 horas de observação e porcentagem de visitas em flores femininas na temporada 2009/2010.	87

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1 OBJETIVO GERAL	25
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	26
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 AGROBIODIVERSIDADE	27
2.2 AGROFLORESTAS.....	28
2.3 SERVIÇOS AMBIENTAIS	29
2.4 INSETOS POLINIZADORES	30
Diminuição.....	32
Conservação.....	33
2.5 PALMEIRAS.....	34
2.6 <i>EUTERPE EDULIS</i>	36
3. PRIMEIRO ARTIGO	39
RESUMO.....	39
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
Descrição da área	41
Material do estudo.....	41
Metodologia	42
RESULTADOS	45
Biologia floral e sucessão de flores.....	45
Fenologia e oferta de inflorescências	46
Estrutura das flores e produção de néctar.....	47
Sistema reprodutivo e relação com polinização	48
Visitação e polinização por abelhas sociais	49
Frutificação	54
DISCUSSÃO	55
CONCLUSÕES	58
AGRADECIMENTOS	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
4. SEGUNDO ARTIGO	63
RESUMO.....	63
INTRODUÇÃO.....	64

MATERIAIS E MÉTODOS.....	66
RESULTADOS	67
DISCUSSÃO.....	91
Riqueza de espécies e espectro de visitantes florais	91
Frequência dos visitantes florais	92
Padrão temporal diário de visitaçãõ.....	93
Possíveis polinizadores de Euterpe edulis	95
CONCLUSÕES.....	96
AGRADECIMENTOS	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

1. INTRODUÇÃO

Fala-se muito de sustentabilidade atualmente, em todos os campos possíveis, principalmente na agricultura. Segundo Altieri (2002), a definição de sustentabilidade agrícola inclui três critérios: a manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema; a preservação da diversidade da flora e fauna; e a capacidade do agroecossistema em manter-se. Para um agroecossistema ser sustentável é necessário prover às plantas a capacidade de se reproduzir, a qual é mediada principalmente pela ação dos polinizadores. Uma forma de incluir os polinizadores nativos nas fazendas pode ser através da criação de espécies sociais; do fornecimento de locais para nidificação; da promoção de habitats como troncos e barrancos; ou ainda da manutenção de remanescentes florestais na propriedade (Alves-dos-Santos 2004).

As populações de polinizadores vêm diminuindo drasticamente ao longo dos anos. Danos ecológicos advindos desta diminuição incluem a perda de serviços ambientais essenciais, particularmente dos serviços para agroecossistemas (FAO 2004). A emergência desta “crise” tornou claro que polinizadores nativos precisam ser protegidos e manejados sustentavelmente para promover serviços de polinização, e que as práticas agrícolas precisam incorporar a proteção e o manejo de populações de abelhas (Ministério Brasileiro do Desenvolvimento 2006). Com base nesta questão, vários esforços nacionais e internacionais têm sido fomentados, entre eles a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP), que vem buscando formas de solucionar o conflito entre agricultura de larga escala e preservação da biodiversidade. Segundo Imperatriz-Fonseca & Dias (2004), a IBP trata-se de um plano de ação para conservação dos polinizadores e tem por objetivos: monitorar a diminuição dos polinizadores, suas causas e impactos nos serviços de polinização; chamar a atenção para o valor econômico da polinização e o impacto econômico da diminuição dos serviços de polinização; e promover a conservação, a restauração e o uso sustentado da diversidade de polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados.

Neste contexto, esta pesquisa emergiu da necessidade de ampliar os conhecimentos sobre polinizadores nativos e formas alternativas de

agricultura, neste caso os sistemas agroflorestais. Para o estudo de caso utilizou-se uma propriedade agroflorestal familiar localizada no noroeste da Ilha de Santa Catarina, no bairro Ratoões (27°31' S e 48°27' O) (Figura 1). A peculiaridade a respeito da área estudada é a presença de sistema agroflorestal associado à criação de abelhas sociais sem ferrão (meliponicultura).

A região do estudo compreende área urbana e rural cercada de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração. O empenho dos proprietários em restaurar a mata nativa incluiu o plantio de mais de 50 mudas de *Euterpe edulis* em consórcio com bananeiras, outras espécies florestais em regeneração, bem como cereais, hortaliças, leguminosas e outras espécies hortensens. Muitos trabalhos a respeito da produção de frutos de *E. edulis* foram realizados na Mata Atlântica (Reis 1995; Fisch *et al.* 2000; Mantovani & Morellato 2000; Calvi & Pina-Rodrigues 2005; Seoane *et al.* 2005; Castro 2007), mas pouco se sabe sobre suas estratégias de reprodução e polinizadores efetivos ao longo da sua floração. A exploração predatória do palmito de *E. edulis* ao longo dos últimos anos levou à quase extinção da espécie no seu habitat natural (Reis & Reis 2000). Hoje a descoberta e a disseminação de práticas tradicionais sobre a manufatura de açaí a partir desses frutos e o crescimento deste comércio promovem a regeneração e a valorização da espécie como novo produto de subsistência e mercado.

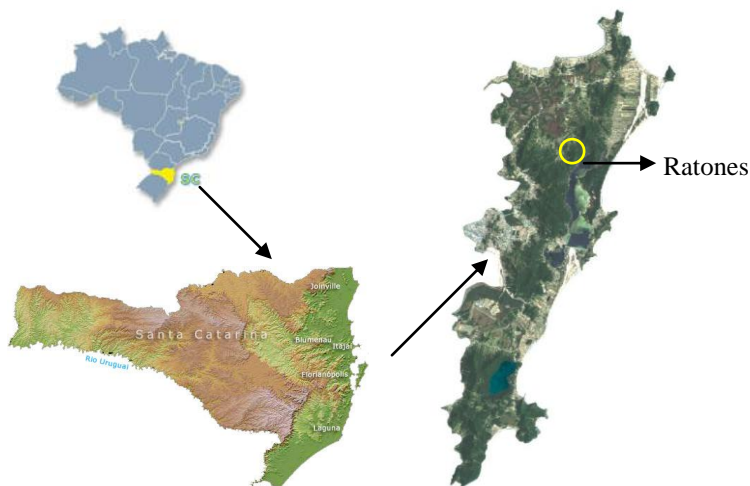


Figura 1 – Mapa do Brasil, estado de Santa Catarina, Ilha de Santa Catarina e bairro Ratonés.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa foi investigar como ocorre a formação de frutos de *Euterpe edulis* em um sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, envolvendo o estudo da biologia floral da espécie e comportamento dos visitantes florais, bem como promover subsídios para aumento da produção de frutos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar aspectos da biologia da polinização de *Euterpe edulis* como fenologia, produção de inflorescências e sucessão de flores;
- Detalhar a estrutura das flores e investigar a produção de néctar e recompensas florais;

- Analisar o sistema reprodutivo da espécie;
- Documentar e descrever o comportamento de abelhas sociais visitantes florais de *E. edulis*;
- Documentar o espectro dos insetos mais frequentes nas flores da espécie;
- Analisar a diversidade e frequência total destes visitantes;
- Documentar o padrão temporal dos visitantes nas flores masculinas e femininas;
- Analisar os possíveis e potenciais polinizadores;
- Investigar a formação de frutos após a etapa de floração;
- Promover subsídios para aumento da produção de frutos da espécie.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. No primeiro apresenta-se uma breve introdução do assunto, abordando o contexto da investigação bem como as motivações da autora em realizar a pesquisa. O segundo capítulo faz uma revisão dos assuntos envolvidos na abordagem. O terceiro capítulo traz o artigo completo: “Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apinae) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina”, que trata de parte das informações coletadas durante a realização da pesquisa. O quarto capítulo traz o artigo completo: “Diversidade e frequência de visitantes florais de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina”, com a segunda parte das informações pesquisadas. No quinto capítulo apresentam-se as considerações finais da dissertação, e no sexto, as referências bibliográficas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AGROBIODIVERSIDADE

A agricultura moderna enfrenta problemas envolvendo desde a baixa produção de sementes e frutos como a má formação destes, além da exorbitante quantidade de insumos externos necessários à produção como maquinaria, adubos químicos, inseticidas, etc. que causam problemas de poluição e degradação dos recursos naturais, erosão dos solos e impactos sócio-ambientais (Kitamura 2003). Hoje a demanda por uma agricultura mais sustentável indica duas alternativas distintas: a introdução de inovações na agricultura intensiva, tornando-a mais responsável em termos ambientais e de saúde pública; e o crescimento de sistemas agroecológicos com abordagens integradas que resgatem mecanismos e processos naturais, básicos para a sustentabilidade em longo prazo (Kitamura 2003). Para Caporal & Costabeber (2003), a verdadeira modernização da agricultura exige que o manejo dos recursos naturais e a seleção de tecnologias menos agressivas sejam o resultado de uma nova forma de integração entre ecologia e agronomia, levando em conta os conhecimentos locais e os avanços científicos.

Agroecologia tem sido conhecida como o espaço acadêmico interdisciplinar que discute possibilidades de redesenhar sistemas em que os homens realizam agricultura, e que considera dimensões sociais, econômicas, culturais, tecnológicas e ecológicas (Hecht 2002). Na agroecologia está a concepção de que os cultivos agrícolas são ecossistemas nos quais os processos ecológicos como ciclo de nutrientes, interações, competição, comensalismo e sucessões ecológicas também ocorrem. Através da compreensão destes processos e relações, os agroecossistemas podem ser manejados para produzir melhor, com menos impacto, maior sustentabilidade e menor uso de insumos externos (Hecht 2002).

A manutenção da agrobiodiversidade pode trazer muitos benefícios para o agricultor. Modos simples de manejar biodiversidade são o estabelecimento de corredores ecológicos e fragmentos de vegetação nativa em agroecossistemas que permitam o movimento de artrópodes e outros animais benéficos; estes habitats promovem o aumento de recursos, servem de barreira para doenças, modificam o microclima, influenciam no fluxo de nutrientes e promovem abrigo, alimentação e

locais de reprodução para a vida silvestre (Altieri 2002). Para Schilndwein (2000), pesquisas sobre como um agroecossistema tem que ser construído para garantir uma boa produção de frutos e, ao mesmo tempo, manter a biodiversidade, auxiliam no manejo de áreas nativas e fornecem medidas práticas para o cultivo sustentável de plantas comerciais, desta maneira, contribuem na legislação ambiental e para a conservação do meio.

A busca pela sustentabilidade deve ser baseada nos conhecimentos dos ecossistemas naturais e agroecossistemas tradicionais, locais e indígenas (Gliessman 2003). Existem muitos exemplos de sistemas mistos indígenas e tradicionais de manejo agroflorestral na Ásia, África (Belcher & Schreckenber 2007) e Amazônia (Miller & Nair 2006), entre outros.

2.2 AGROFLORESTAS

Entre as possibilidades de manejo da agrobiodiversidade, os sistemas agroflorestrais apresentam-se como alternativas viáveis e interessantes de produção agrícola. Tratam-se de povoamentos permanentes, similares às florestas nativas e apresentam grande potencial para desenvolvimento sustentável pela conservação dos solos e da água, adequação à pequena produção, conservação da biodiversidade e recuperação de fragmentos florestais (Amador & Viana 1998). Para Altieri (2002), sistema agroflorestral é um sistema sustentável de manejo de solo e de plantas que procura aumentar a produção de forma contínua, combinando produção de árvores com espécies agrícolas e animais na mesma área. É uma forma ecológica de agricultura que busca imitar os processos sucessionais da natureza. O trabalho na agroflorestra é mais confortável; a manutenção de vários estratos arbóreos favorece a preservação do ambiente; e apresenta menor necessidade de insumos pelo reaproveitamento dos recursos (Altieri 2002). Exemplos de sistemas agroflorestrais produtivos incluem associações de palmitais e bananais em Garuva, Santa Catarina (Silva Filho 2005); açaí, andiroba e mata ciliar no Maranhão (Rocha 2001); café sombreado no Paraná (Ferreira 2005); erva-mate e araucária na Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul (Suertegaray 2002); cacau sombreado na Bahia (Fernandes 2008); entre outros.

Entre as potencialidades das agroflorestas podemos ressaltar a restauração de unidades degradadas, corredores de ligação entre

fragmentos, recuperação de matas ciliares e manejo das bordas dos fragmentos (Amador & Viana 1998). Almeida (2001) acredita que a prática agroflorestal é capaz de viabilizar a restauração da biodiversidade e da produção agrícola, o que pode contribuir para a validação da proposta de agricultura agroflorestal ajudando no credenciamento da mesma junto aos fóruns que elaboram políticas públicas na área de conservação e recomposição dos ecossistemas naturais.

2.3 SERVIÇOS AMBIENTAIS

Para Daily *et al.* (1997), serviços ambientais referem-se a um amplo espectro de condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais ajudam a sustentar e realizar a vida humana. São serviços oriundos do funcionamento saudável dos ecossistemas como produção de oxigênio, ciclo hidrológico, fertilidade do solo, decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, polinização e dispersão, entre outros.

Os sistemas agroflorestais podem promover quatro grandes serviços ambientais: sequestro de carbono, enriquecimento do solo, conservação de biodiversidade e manutenção da qualidade de água e ar (Jose 2009). Segundo este autor, o sequestro de carbono é adquirido pelo plantio de árvores e pode ser vendido em mercados de créditos de carbono ou através do manufaturamento de produtos obtidos do manejo; o enriquecimento do solo é promovido pela incorporação de plantas capazes de fixar nitrogênio ou outras que intensificam processos biológicos, químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes; a conservação da biodiversidade promove habitat para espécies tolerantes a baixos níveis de perturbação, ajuda a preservar o germoplasma de diversas espécies, ajuda a reduzir as taxas de conversão de habitats naturais promovendo alternativas à agricultura convencional e pode estabelecer corredores entre remanescentes que sustentam a integridade de fragmentos; e a manutenção da qualidade da água e ar é adquirida através de quebra ventos e zonas de cobertura que ocasionam redução de rajadas de vento, redução de poluição sonora e diminuição da lixiviação enquanto promove infiltração de água, deposição de sedimentos e retenção de nutrientes (Jose 2009).

Os serviços ambientais de polinização realizados por animais que visitam flores são de vital importância na produção e manutenção dos

alimentos consumidos e muitos outros produtos vegetais (Kearns *et al.* 1998), pois a maioria das plantas angiospermas necessita de agentes externos que realizem sua reprodução (Bawa 1990). Para Daily *et al.* (1997), a polinização por animais é necessária para o sucesso da reprodução de quase 70% das plantas cultivadas para alimentação, como café, tomate, feijão, morango, abóbora, etc. Esses animais promovem serviços de polinização que asseguram a perpetuação das plantas em todos os ecossistemas existentes. Segundo a FAO (2004), a vida que dá suporte ao funcionamento dos serviços dos ecossistemas necessários à agricultura (biodiversidade associada às culturas) contribui para a saúde, manutenção e recuperação dos agroecossistemas. A polinização, simbiose entre espécies de plantas e animais, é essencial para a reprodução das plantas e produção de alimentos; a redução ou perda de qualquer destas partes afetará a sobrevivência de ambas (FAO 2004).

2.4 INSETOS POLINIZADORES

De acordo com Bawa (1990), 98% da polinização das florestas tropicais é feita por animais, que podem ser aves, morcegos, abelhas, mariposas, borboletas, besouros, moscas, vespas, formigas e outros. Todos esses animais possuem a capacidade de, ao visitar flores, seja para alimentação ou reprodução, carregar grãos de pólen aderidos a seu corpo. Interações mutualísticas como polinização envolvem um diverso arranjo de espécies; uma espécie de planta em geral pode ser polinizada por uma ampla variedade de animais, assim como uma espécie de animal pode usar recursos de muitos tipos de plantas. As flores recebem um espectro diversificado de visitantes, mas apenas alguns atuam como polinizadores efetivos (Bawa 1990).

Entre os insetos, os mais importantes grupos de polinizadores são himenópteros (abelhas e vespas), dípteros (moscas), coleópteros (besouros) e lepidópteros (mariposas e borboletas), por utilizarem com frequência recursos florais como alimento (Bawa 1990; Free 1993; Gullan & Cranston 2008). Destes, as abelhas constituem o grupo mais importante em número e diversidade de plantas polinizadas, responsável pela polinização de 60 a 80% das plantas das florestas tropicais (Bawa 1990; Free 1993).

No Brasil o grupo abelhas (Apoidea) compreende cinco famílias muito distintas. Apidae é a família maior e mais diversificada, sendo composta

por abelhas corbiculadas e não-corbiculadas. No primeiro grupo estão as tribos Apini (*Apis* spp., exótica), Bombini (mamangavas *Bombus*), Euglossini (abelhas das orquídeas) e Meliponini (abelhas sem ferrão). O segundo grupo inclui as tribos Antophorini, Xylocopini, Centridini, Eucerini e outras. As demais famílias são Halictidae, Megachilidae, Andrenidae e Colletidae (Roubik 1989; Michener 2000; Silveira *et al.* 2002). A maioria destas abelhas utiliza néctar como carboidrato (*in natura* ou processado - mel) ou óleos florais, e pólen como proteína para as formas larvais (Free 1993; Roubik 1989; Michener 2000).

As abelhas sem ferrão (Meliponini) são um grupo de abelhas altamente sociais, produtoras de mel e nativas das regiões tropicais, inclusive do Brasil, onde apresentam grande dispersão (Roubik 1989; Nogueira-Neto 1997). A criação racional destas abelhas para fins comerciais denomina-se meliponicultura (Nogueira-Neto 1997), uma prática que está em plena ascensão no norte, sudeste e nordeste do Brasil, mas no sul ainda é pouco conhecida. Steiner *et al.* (2010) registraram para a Ilha de Santa Catarina 11 espécies de meliponíneos: *Melipona marginata*, *M. quadrifasciata*, *Plebeia droryana*, *P. emerina*, *P. remota*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes*, *Schwarziana quadripunctata*, *Partamona criptica* e *Partamona helleri*.

A espécie *Apis mellifera* (abelha-do-mel) é um dos polinizadores mais conhecidos e tem sido amplamente utilizada com sucesso como polinizadora de muitas culturas (maçã, pêra, amêndoas, caju, café, citrus, algodão, etc.), porém, de acordo com Westerkamp & Gottsberger (2000), esta abelha muitas vezes visita flores e recolhe alimento sem efetuar a polinização, podendo afastar os polinizadores nativos. Sobre os meliponíneos, Heard (1999), Castro *et al.* (2006) e Slaa *et al.* (2006) apresentaram listas de cultivares polinizados: carambola, urucum, pimenta, café, açaí, morango, tomate, manga, abacate, goiaba, guaraná e outros. Outras espécies de abelhas silvestres (*Bombus*, *Megachile*, *Osmia*, *Xylocopa*, *Nomia*, *Centris*, *Euglossa*, *Eulaema*, etc.) também já tiveram sua importância reconhecida na polinização de diversos cultivares como alfafa, trevo-vermelho, feijão, maracujá, tomate, pimentas, abóbora, caju, pêra, maçã, pêssego, mirtilo, kiwi, rambutan, castanha e muitos outros (Free, 1993; O'Toole, 1993; Freitas & Paxton, 1998; Westerkamp & Gottsberger, 2000; Richards & Kevan, 2006; Freitas *et al.*, 2006).

Diminuição

Acredita-se que o impacto do desmatamento, fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas e práticas agrícolas agressivas como queimadas, monoculturas e inseticidas estão causando a diminuição de populações silvestres, o que pode ser a causa de baixas produções de frutos e sementes em muitos cultivares (Machado *et al.* 2006). Os maiores impactos causados aos polinizadores são aparentemente pelo uso intensivo de agrotóxicos e destruição de habitats, causando a redução de locais para nidificação e de recursos alimentares (Steffan-Dewenter & Tschardtke 1999; Machado *et al.* 2006). Segundo Schindwein (2000), quando uma população de polinizadores efetivos de alguma planta é suprimida, o sucesso reprodutivo desta população vegetal está em risco.

Segundo Théry *et al.* (1998), o sistema reprodutivo das plantas está relacionado à transferência de genes, taxas de cruzamento, estrutura da população e diversidade genética, atributos que são mediados e mantidos pelos polinizadores. Para Jacobi *et al.* (2006), o cruzamento seletivo artificial de plantas e a fragmentação dos habitats naturais estão diminuindo as bases genéticas de plantas importantes. Os pesticidas, além de causar a mortalidade dos insetos, causam mudanças não facilmente observáveis, que culminam com a ruptura da divisão de trabalho e a exclusão de abelhas sociais contaminadas (efeitos subletais), podendo traduzir-se em severos danos para a colônia (Freitas & Pinheiro 2010).

Após uma série de doenças que colônias de *Apis mellifera* sofreram ao redor do mundo e que afetaram severamente a produção, os agricultores agora vêem a possibilidade de usar abelhas nativas para polinização, pois sabe-se que muitas espécies são polinizadores eficientes de cultivos e poucas delas tem sido manejadas para tal. Entretanto, a abundância de espécies nativas está sendo reduzida drasticamente (Ministério Brasileiro do Desenvolvimento 2006). Devido ao declínio destas populações, um grande número de fazendeiros no mundo têm pagado por serviços de polinização, importado e criado polinizadores como *A. mellifera* e *Bombus terrestris* para garantir a produção. Porém, em muitos países em desenvolvimento esses serviços não estão disponíveis e comunidades rurais têm de viver com a redução de alimentos; em muitos casos as famílias precisam polinizar as flores manualmente para garantir a produção (FAO 2004).

Conservação

Abelhas silvestres e outros polinizadores são mais diversos e abundantes próximos aos habitats naturais, aumentando sua atividade nos cultivos (Ricketts 2003). De acordo com Pinheiro-Machado *et al.* (2006), se remanescentes da vegetação nativa fossem mantidos em propriedades agrícolas uma grande diversidade de fauna seria conservada. A abundância de abelhas diminui com a distância entre o cultivo e a mata mais próxima, diminuindo também o número de frutos produzidos (Steffan-Dewenter & Tscharntke 1999). Kearns *et al.* (1998) enfatizam que, para estimular as populações de polinizadores, o habitat do entorno deve ser manejado promovendo uma sucessão sazonal de plantas para forrageio e nidificação.

Kremen (2004) observou a importância de se manter diferentes espécies de abelhas de ambientes naturais, pois a falta de uma espécie em um ano pode ser compensada por outra, diminuindo o impacto da falta de polinizadores em cultivos. Espécies de abelhas, por suas características, diferem na eficiência como polinizadores. Variedades de alimentos demandam uma grande variedade de abelhas para polinização, assim a manutenção da diversidade de abelhas em agroecossistemas é fundamental para manter a eficiência e a qualidade dos cultivares (Richards & Kevan 2006).

Em ambientes menos perturbados observa-se a ocorrência de diversas espécies de abelhas, mas para o incremento e manutenção destas nos cultivos pode-se fornecer ninhos artificiais como caixas de madeira, gomos de bambu e blocos de madeiras com perfurações de tamanhos variados, além de troncos velhos e barrancos desprovidos de vegetação (Alves-dos-Santos 2004). Diversas espécies solitárias, gregárias e semissociais utilizam estes locais para nidificar, assim aumentam-se as chances de polinização. Para atrair mamangavas de chão (*Bombus* spp.), importantes polinizadores de longa distância, pode-se fornecer ambientes propícios para ninho como tocas no chão e material foliar e capim (Velthuis & Doorn 2004). O uso de meliponíneos para polinização de cultivares é uma prática que só recentemente tem sido alvo de atenção e que precisa considerar preservação de fragmentos florestais e corredores para manter populações, assim como árvores para ninhos e flores para alimentação (Castro *et al.* 2006). Esses autores complementam que o manejo de meliponíneos é ótimo para pequenos agricultores, pois são fáceis de manejar e apropriados para áreas

pequenas, além de acelerar processos de reabilitação de habitats (Machado *et al.* 2006).

2.5 PALMEIRAS

As palmeiras pertencem à família Arecaceae e apresentam distribuição pantropical, com cerca de 200 gêneros em 2000 espécies; ocupam quase todos os habitats terrestres tropicais e sub-tropicais e são os maiores símbolos das florestas tropicais. No Brasil existem 200 espécies em 43 gêneros (Souza & Lorenzi 2008). As espécies desta família desempenham papéis importantes na estrutura e funcionamento dos ecossistemas devido à sua rede de interações com polinizadores e dispersores, sendo consideradas espécies-chave; além de apresentarem grande valor para as populações humanas. As palmeiras representam a terceira família mais importante para o uso humano, depois da família Poaceae (gramíneas como arroz e milho) e Fabaceae (leguminosas como soja e feijão) e antes da família Solanaceae (batata e tomate) (Johnson 1998).

Estas plantas têm grande potencial para cultivo agroflorestal, pois associam-se facilmente com outras espécies vegetais. Muitas de suas partes são historicamente usadas por populações tradicionais e indígenas: frutos, amêndoas secas e verdes, sementes, troncos, folhas, fibras, raízes, talos, inflorescências, óleo, farinha, palmito, cera, etc. (Jardim & Stewart 1994; Lorenzi *et al.* 1996). Entre as espécies mais importantes podem ser mencionadas: Coco (*Cocos nucifera*), espécie famosa em todo o mundo pela extração de óleo e consumido imaturo no Brasil (Rosa *et al.* 2001); Dendê (*Elaeis guineensis*) para óleo (Lorenzi *et al.* 1996); Pupunha (*Bactris gasipaes*) na Amazônia (Clement & Urpi 1987), Ubim (*Geonoma deversa*) no Peru (Runk 1998), Serenoa (*Serenoa repens*) na Flórida (Bennet & Hicklin 1998), Tucumã (*Astrocaryum chambira*) no Equador (Jensen & Balslev 1995), Areca (*Dypsis fibrosa*) em Madagascar (Byg & Balslev 2000), Butiá (*Butia capitata*) em Santa Catarina (Rosa 2000) e ainda Buriti (*Mauritia flexuosa*), Babaçu (*Orbignya phalerata*), Bacaba (*Oenocarpus bacaba*), e Açaí (*Euterpe* spp.), no Brasil. Entre tantas utilidades, a importância que seus frutos representam para homens e animais vai muito além da nutrição, representando um valor cultural e ecológico inestimável.

Os primeiros estudos sobre a polinização das palmeiras mencionam o vento (anemofilia) como principal agente, fato não confirmado por estudos mais recentes que apontam os insetos como polinizadores (entomofilia). As características florais de palmeiras em geral permitem que visitantes tenham fácil acesso aos recursos, deste modo podem ser visitadas por uma grande variedade de insetos (Henderson 1986). Segundo Schmid (1970), a família Arecaceae exibe características florais de entomofilia e anemofilia, parecendo representar bem uma transição entre estes sistemas de polinização. A maioria das palmeiras não aparenta mais ser anemófila e sim entomófila, pelas inúmeras visitas de insetos registradas em muitas espécies (Meeuse 1972). Em plantas diclinas, a entomofilia somente é efetiva se os insetos forem instigados a visitar flores masculinas e femininas da mesma espécie tão regularmente que promovam a transferência polínica, o que requer que ambas as flores produzam o mesmo atrativo. O autor conclui que muitas angiospermas diclinas eram inicialmente anemófilas e se tornaram entomófilas no decorrer da evolução.

Dentro desta grande família, o gênero *Euterpe* faz parte da tribo Euterpeinae, que conta com cerca de 32 espécies, sendo sete destas do gênero *Euterpe*. Estão amplamente distribuídas na América Central e do Sul, em florestas tropicais de terras baixas e montanhosas. São encontradas cinco espécies no Brasil: *Euterpe edulis*, *E. catanga*, *E. oleracea*, *E. longebracteata* e *E. precatória* (Henderson 2000). Destas, apenas a primeira se distribui até o sul do Brasil pela costa atlântica, as demais espécies pertencem à Floresta Amazônica. São palmeiras de tamanho médio a alto, solitárias ou múltiplas, aparentemente crescendo nas mais diversas condições ecológicas.

Botanicamente, o gênero se caracteriza, segundo Reitz (1974) por palmeiras com espádices na antese interfoliares, com duas espatas tubulares, decíduas na antese, com flores de ambos os sexos; pedúnculo alongado na base, raque dorso-ventralmente compressa, com muitas ráquulas simples, tomentosas, na base subtendidas por brácteas geralmente muito pequenas, lado adaxial da ráquis sem ráquulas. Flores em tríades em depressões evidentes nas ráquulas, centralmente uma flor feminina com duas flores laterais masculinas; flores masculinas maiores que as flores femininas, pétalas e sépalas em número de três, imbricados, convolutos; estaminódios faltando ou muito pequenos; pistilo trilocular com estigma trifido, só um lóculo fértil.

As cinco espécies de *Euterpe* formam cachos de frutos sésseis, unissemidados, arredondados, drupáceos, de cor violáceo-púrpura, quase negra com mesocarpo carnoso (Reitz 1974). Cada fruto possui um caroço e uma fina camada de polpa constituída pelo epicarpo e a parte externa do mesocarpo. A parte interna do mesocarpo é fibrosa e está soldada ao endocarpo lenhoso (Henderson 2000). É a partir da fina camada de polpa que se obtém a bebida roxa chamada açaí, uma emulsão de água com a polpa dos frutos de *Euterpe* spp. Este alimento é muito consumido no norte do Brasil e, no restante do país, por adeptos de dietas naturais e esportistas (Schirmann *et al.* 2009). No norte do Brasil é comum o fabrico e consumo cotidiano do “famoso e nutritivo” vinho de açaí de *E. precatória* e *E. oleraceae* (Correa 1969). Atualmente o açaí vem ganhando espaço no mercado internacional, por ser um alimento com elevado teor de lipídios e pigmentos antocianícos, substâncias com elevada capacidade antioxidante e de comprovados efeitos benéficos à saúde (Rogez 2000).

2.6 EUTERPE EDULIS

Euterpe edulis (juçara, palmitero, açazeiro) é uma palmeira não estolonífera encontrada na Floresta Ombrófila Densa, distribui-se desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul ao longo da costa (Henderson 2000). Ocupa o estrato médio da floresta, é tolerante à sombra e dominante neste estrato. De acordo com Fisch *et al.* (2000), sua floração ocorre uma vez por ano e pode-se estender de agosto até janeiro, ocorrendo sobreposição entre florescimento e frutificação. É uma planta alógama, monóica, polinizada por insetos e dispersada por aves e mamíferos, sendo importante na dieta de muitas aves da Mata Atlântica (Fisch *et al.* 2000; Seoane *et al.* 2005; Castro 2007). A espécie é usada em paisagismo, seu tronco serve para construções, e seu palmito para consumo, entretanto a extração ilegal e predatória deste é a causa do declínio das populações naturais na floresta (Backes & Irgang 2004). Antes da colonização o palmito já era produto de subsistência local, mas foi somente em meados do século XX que se tornou uma espécie comercial de exploração, assim chegando quase a extinção no seu habitat. Essa “quase extinção” foi devido a três fatores: a destruição acelerada da Mata Atlântica, a ótima qualidade do palmito (padrão de qualidade) e a urbanização da classe média brasileira que criou a demanda do mercado por palmito (Reis & Reis 2000).

Ainda hoje o palmito é um importante produto comercial cultivado, porém as populações nativas da floresta estão muito ameaçadas, pois o corte de todos os indivíduos adultos ainda é a prática mais comum (Reis & Reis 2000) e leva à morte da palmeira, muitas vezes antes de se reproduzir. Hoje a possibilidade da produção de açaí através dos frutos de *E. edulis* pode garantir a perpetuação da espécie e promove uma nova alternativa de renda para produtores rurais (Mac Fadden *et al.* 2009). Correa (1969) também cita para *E. edulis* o uso do “vinho de cor roxa-escura muito saboroso”, semelhante ao açaí da Amazônia. A referência mais antiga sobre a produção de açaí em Santa Catarina está relacionada à colonização na região de Urussanga em 1877. O responsável pela instalação dos colonos foi um engenheiro maranhense que trouxe consigo sua família e agregados. Deste grupo fazia parte Luiza Amália, encarregada da alimentação da família, que preparava uma emulsão tomada como refresco com a casca do coco do palmito doce (Ferreira 2001).

A utilização destes frutos para a produção de açaí é uma atividade que busca diminuir a pressão sobre a exploração desenfreada do palmito nativo e se caracteriza como uma atividade de utilização de produto florestal não madeireiro, que pode contribuir para a conservação do bioma ameaçado (Mc Fadden *et al.* 2009). Estes frutos podem ser utilizados como uma alternativa de segurança alimentar da população de baixa renda e de geração de excedente para comercialização, prática que pode trazer benefícios sociais significativos e se transformar em uma estratégia de sobrevivência local (Mc Fadden *et al.* 2009).

Em 1998, no Laboratório de Biotecnologia Neolítica do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, iniciou-se o trabalho de utilização dos frutos de *Euterpe edulis* para a produção do açaí. A proposta do grupo é o incentivo à exploração destes frutos em pequenas propriedades do Estado de Santa Catarina e a difusão do conhecimento tradicional de produção (Mc Fadden *et al.* 2009). Até os anos de 2003/2004 o mercado do sul e sudeste do Brasil era abastecido unicamente pelo açaí proveniente da Amazônia. Em 2004 foi implantada a primeira unidade de fabricação de açaí de *E. edulis* do Sul do Brasil, no município de Garuva em Santa Catarina (Schirmann *et al.* 2009). Silva Filho (2005) analisou a viabilidade econômica da produção e processamento de frutos de *E. edulis* em Garuva e verificou ser esta uma atividade rentável. No estudo foram analisados os custos para a

implantação e manutenção da cultura em três sistemas de produção: mata nativa enriquecida, quintais agroflorestais e consórcio banana e palmiteiro, concluindo-se que tanto a produção de frutos quanto o processamento demonstraram viabilidade econômica para pequenos produtores e Agroindústrias Rurais de Pequeno Porte. *Euterpe edulis* como fonte de frutos para a transformação em açaí valoriza um produto não-madeireiro da Floresta Atlântica que pode ser produzido em sistemas agroflorestais e consórcios, proporcionando ao produtor uma nova opção de investimento (Silva Filho 2005).

3. PRIMEIRO ARTIGO

Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apinae) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina

RESUMO

Euterpe edulis (Arecaceae) é encontrado na Floresta Atlântica, distribuindo-se ao longo da costa brasileira do sul ao nordeste. Dos frutos de *Euterpe* spp. pode-se fabricar uma emulsão com a polpa do açaí, comum no norte do Brasil. Trinta indivíduos foram observados em um sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina através de um andaime para verificação de fenologia, morfologia floral, sistema reprodutivo, produção de néctar e visitação por abelhas sociais (Apidae: Apinae) durante duas temporadas de floração, de novembro de 2008 a março de 2010. A palmeira apresentou uma média de 4,2 cachos de flores por palmeira, com média de 103 ráquias, com flores masculinas e femininas na proporção de 3:1. A abertura das flores começou pelas masculinas que duram de 7 a 9 dias; flores femininas iniciaram a abertura no fim da fase masculina e duraram de 3 a 4 dias. A floração iniciou em final de setembro e durou até o início de março. Ambas as flores produziram néctar, porém as masculinas só no início da manhã e as femininas durante todo o dia. *Euterpe edulis* demonstrou ser predominantemente alógamo, mas pode ser autopolinizado através da sobreposição de inflorescências. Abelhas sociais visitantes foram *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina* e outros Meliponini em flores de ambos os sexos e duas espécies de *Bombus* apenas em flores masculinas. A frutificação iniciou logo que os cachos de flores foram polinizados, duas semanas após o início da floração. A maturação dos frutos ocorreu de julho a setembro/2009; época do início do período de floração seguinte. Em 2009/2010, as palmeiras formaram em média 2,3 cachos de frutos/palmeira e a quantidade de frutos por cacho atingiu uma média de 2100. Os resultados observados estão de acordo com trabalhos anteriores. Abelhas sociais sem ferrão (Meliponini) foram os visitantes mais frequentes e podem ser criadas em caixas racionais através da meliponicultura, aumentando a formação de frutos de açaí em sistema agroflorestal.

Palavras-chave: Sistema agroflorestal; *Euterpe edulis*; Biologia da polinização; Produção de néctar; Abelhas sociais.

INTRODUÇÃO

As palmeiras (família Arecaceae) apresentam distribuição pantropical, com cerca de 200 gêneros e 2000 espécies. No Brasil ocorrem 200 espécies e 43 gêneros (Souza & Lorenzi 2008). O gênero *Euterpe* compreende sete espécies distribuídas na América Central e do Sul, em florestas de terras baixas e montanhosas. São encontradas cinco espécies no Brasil: *Euterpe edulis*, *E. catinga*, *E. oleracea*, *E. longibracteata* e *E. precatoria* (Henderson 2000).

Euterpe edulis (juçara, palmito, açazeiro) é encontrado na Floresta Ombrófila Densa ao longo da costa atlântica, distribuindo-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (Henderson 2000). Ocupa o estrato médio da floresta, é tolerante à sombra e dominante neste estrato. Conhecido pelo fornecimento do palmito, seu intenso extrativismo predatório através do corte dos indivíduos nativos levou ao comprometimento da regeneração natural (Reis & Reis 2000). Hoje a comercialização dos seus frutos em forma de emulsão de açaí garante a perpetuação da espécie e promove uma nova alternativa de renda para produtores rurais (Mac Fadden *et al.* 2009). No norte do Brasil é comum o fabrico e consumo cotidiano do nutritivo vinho de açaí (Correa 1969), proveniente dos frutos de *Euterpe* spp.

Sistema agroflorestal é um povoamento permanente similar à floresta e apresenta grande potencial para desenvolvimento sustentável pela conservação dos solos e da água, adequação à pequena produção, conservação da biodiversidade e recuperação de fragmentos (Amador & Viana 1998). Acredita-se que estes sistemas promovam quatro grandes serviços ambientais: sequestro de carbono, enriquecimento do solo, conservação de biodiversidade e manutenção da qualidade de água e ar (Jose 2009). *Euterpe edulis* tem grande potencial para cultivo em agrofloresta, onde se procura aumentar a produção de forma contínua, combinando árvores com espécies agrícolas e animais (Altieri 2002).

Por ser uma palmeira não estolonífera, *E. edulis* depende de sementes para reprodução; e estas dependem do sucesso da polinização das flores. Serviços de polinização são de vital importância na produção e

manutenção dos alimentos e outros produtos vegetais (Kearns *et al.* 1998), pois a maioria das plantas (98%) necessita de agentes externos que realizem sua reprodução (Bawa 1990). Entre os insetos, as abelhas constituem o grupo mais importante de polinizadores (Bawa 1990; Free 1993). Abelhas sociais (Apidae: Apinae) pertencem às tribos Apini, Meliponini e Bombini e são grupos sociais complexos que incluem rainha e operárias, com colônias que podem variar de centenas a milhares de indivíduos (Roubik 1989; Michener 2000).

Este trabalho tem por objetivos estudar aspectos da biologia da polinização de *Euterpe edulis*, identificar as espécies de abelhas sociais visitantes e potenciais polinizadores desta espécie cultivada sob sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, bem como promover subsídios para aumento da produção de frutos da espécie.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área

A pesquisa foi realizada em uma propriedade agroflorestal familiar localizada no noroeste da Ilha de Santa Catarina, bairro Ratoles, coordenadas 27°31'28" S e 48°27'55" O (Fig. 2 B). A propriedade possui cerca de 11 ha, sendo 2 ha de área habitada com poucas construções, horta, galinheiro, agrofloresta e meliponário (Fig. 2 A). Os outros 9 ha são de mata secundária. A agrofloresta consiste principalmente de açazeiros, bananeiras, frutíferas nativas e exóticas, leguminosas, mirtáceas, bromeliáceas e outras plantas nativas.

Material do estudo

A área de plantio de *E. edulis* abrange menos de 1 ha com cerca de 50 plantas com idade em torno de 10 anos, plantados pelo proprietário. As mudas são provenientes do estado de Santa Catarina, não selecionadas. Atualmente o proprietário vem ampliando o plantio com mudas selecionadas da propriedade. O meliponário foi iniciado em 2006 com colônias de *Melipona quadrifasciata* e *Tetragonisca angustula* e vem sendo ampliado desde então. Atualmente conta com 33 colônias de *M. quadrifasciata* (mandaçaia, população estimada de 14700 operárias), 16 de *T. angustula* (jataí, 54250), 10 de *M. mondury* (bugia, 6500), oito de *Scaptotrigona bipunctata* (tubuna, 49000), sete de *M. bicolor* (guaraípo, 2900), quatro de *Plebeia droryana* (mirim, 2450), três de *P. emerina*

(mirim, 2000), três de *P. remota* (mirim-açu, 2500); e uma de *M. marginata* (manduri, 500).



Figura 2 - Propriedade familiar agroflorestal na Ilha de Santa Catarina onde a pesquisa foi realizada. A) meliponário coletivo; B) sistema agroflorestal de açaizeiros, bananeiras, inhame e leguminosas. Fotos: Juliana L. Dorneles e Pedro F. Gonçalves.

Metodologia

As observações de campo e coletas foram realizadas de novembro 2008 a março 2010. Trinta indivíduos de *E. edulis* foram observados semanalmente quanto à fenologia: na primeira temporada (2008/2009) esta foi registrada detalhadamente (espata, flores masculinas, femininas e frutos), e na segunda (2009/2010) somente a oferta de inflorescências.

Através de um andaime de madeira construído no local para dar acesso às inflorescências, foram observados em sete indivíduos: morfologia floral, disposição de flores masculinas e femininas e produção de néctar. Para documentar a produção de néctar, ráquias foram previamente ensacadas com TNT (tecido não-tecido) e o néctar foi retirado de duas em duas horas, durante toda a antese, com microcapilares de 5 µl em cinco flores masculinas e oito flores femininas, sendo a concentração de açúcar medida com um refratômetro manual.

Para os testes de sistema reprodutivo foram selecionadas cinco palmeiras e ensacadas com TNT uma ráquila de cada, marcando 20 flores para autopolinização espontânea (ráquila ensacada sem mexer), 20 flores para autopolinização manual (polinizando-se as flores com pólen da mesma palmeira), 20 flores para polinização cruzada manual (polinizando-se as flores com pólen de outra palmeira) e 40 flores para polinização aberta, sem ensacar e deixando acesso livre aos visitantes. Também foi testada a possibilidade de polinização pelo vento (anemofilia), através da disposição de oito lâminas de microscopia com glicerina líquida nos arredores das palmeiras, durante 5 horas. Nestas foram colocadas lamínulas e trazidas ao Laboratório de Abelhas Nativas do UFSC (LANUFSC) para inspeção em microscópio e contagem do total de grãos de pólen de *E. edulis* em cada lâmina.



Figura 3 - Estudo da biologia da polinização de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) andaime de madeira entre as palmeiras; B) testes de sistema reprodutivo. Fotos: Livia Dorneles.

Para amostragem dos visitantes florais (abelhas sociais), foram realizadas observações quinzenalmente nas flores masculinas das 0600 às 1500 h e nas femininas das 0600 às 1800 h. Alguns espécimes foram coletados e trazidos ao LANUFSC para identificação por especialistas e depósito na coleção. Devido ao comportamento errático e à presença constante dos visitantes, o número total de indivíduos de cada espécie foi registrado de 10 em 10 minutos em planilhas, assim como recurso coletado. Foram 50 horas de observação nas flores masculinas em 2008/2009 e 28 horas em 2009/2010. Nas flores femininas foram 36

horas em 2008/2009 e o mesmo em 2009/2010. O número total de visitas foi contado e dividido pelo número de horas de observação, obtendo assim a frequência por hora de cada espécie. Também o padrão temporal foi obtido através da média da quantidade de visitas por cada hora de visitação. Para testar a similaridade entre as temporadas 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas, foi usado o índice de similaridade de Bray-Curtis através do programa *Primer 6 Beta*. Também foram medidos o índice de riqueza de Margalef (d), o índice de equitabilidade de Pielou (J') e o índice de diversidade de Shannon (H'), através do mesmo programa.

A formação de frutos foi acompanhada e documentada logo após o término da floração e meses posteriores. Dez cachos de frutos ao alcance do andaime foram contados e divididos em três categorias de acordo com a quantidade de frutos: rico (+ de 2500 frutos), médio (de 1000 a 2500 frutos) e pobre (- de 1000 frutos). Para os demais cachos formados (57) foi estimada a quantidade de frutos com base nas categorias anteriores.



A



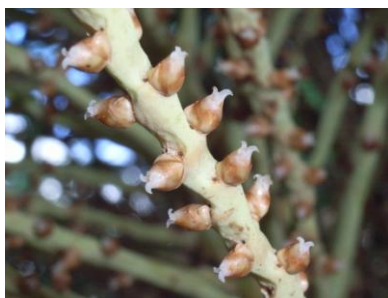
B

Figura 4 - Metodologias aplicadas no estudo da polinização de *E. edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina. A) coleta de néctar das flores masculinas através de microcapilares; B) observação das espécies e comportamento de abelhas visitantes. Fotos: Juliana L. Dorneles e Renata Campos.

RESULTADOS

Biologia floral e sucessão de flores

As palmeiras apresentaram de dois a sete cachos de flores, com média de 4,2 cachos por palmeira (n=30 plantas). Os cachos desprendiam-se envolvidos por uma espata que caía após horas ou dias, expondo a inflorescência. Cada inflorescência era composta de uma ráquis central com média de 103 ráquulas (n=12 inflorescências). Cada ráquila compreendia flores masculinas e femininas na proporção de 3:1 (média de 63 ♂ e 19 ♀, n=23 ráquulas). A abertura das flores iniciou-se pelas flores masculinas que abriam as pétalas pela manhã (± 600 hs), sendo que a antese ocorria um pouco mais tarde (entre 700 e 800 hs). Flores masculinas, após a extração do néctar e pólen, desprendiam-se da ráquila, durando menos de um dia; este procedimento durou de sete a nove dias, com novas flores a cada dia. As flores femininas iniciavam abertura, produção de néctar e exposição do estigma assim que caíam as últimas flores masculinas (algumas horas antes ou depois) e sucediam-se por três a quatro dias, cada flor durando um dia. Ambas as flores apresentaram odor doce suave. As flores não polinizadas desprendiam-se da ráquila no final do dia, as polinizadas permaneciam formando os frutos.



A



B

Figura 5 - Inflorescências de *E. edulis*. A) flores femininas; B) flores masculinas. Fotos: Livia Dorneles.

Fenologia e oferta de inflorescências

Na primavera de 2008 os dados iniciais tratam-se do início de dezembro, onde a floração ainda encontrava-se no começo (Fig. 6). O maior número de inflorescências com flores abertas (14) foi registrado em 29 de dezembro. O término da floração ocorreu no início de março de 2009. Na primavera seguinte, em 25 de setembro de 2009 foi registrada a primeira inflorescência. O pico da floração ocorreu em 28 de dezembro (Fig. 7). A floração durou até a primeira semana de março, assim como no ano anterior. Observou-se uma maior emissão de cachos por palmeira e maior proporção de cachos de frutos bem sucedidos do que na temporada anterior.

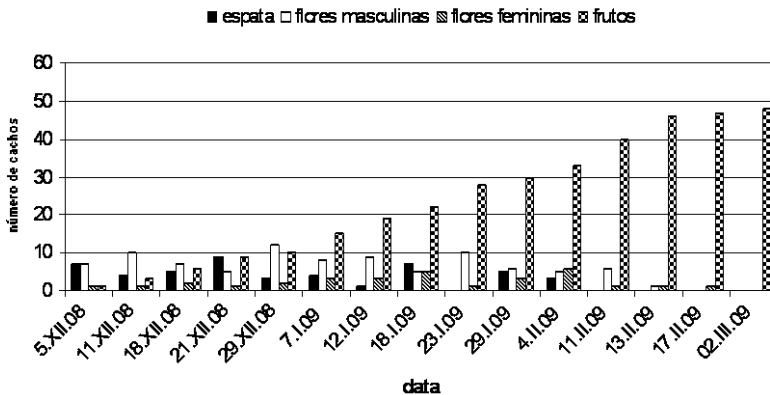


Figura 6 - Fenologia das fases de inflorescências de *E. edulis* (n= 11 indivíduos) medida pelo número de cachos nas quatro diferentes fenofases (espata: desprendimento da espata fechada, sem flores; flores masculinas: somente flores masculinas; flores femininas: somente flores femininas; frutos: frutos em desenvolvimento, sem flores abertas) durante a temporada 2008/2009 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.

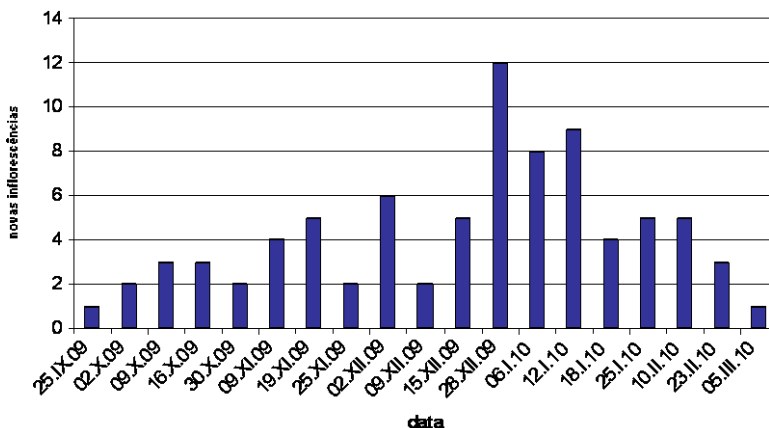


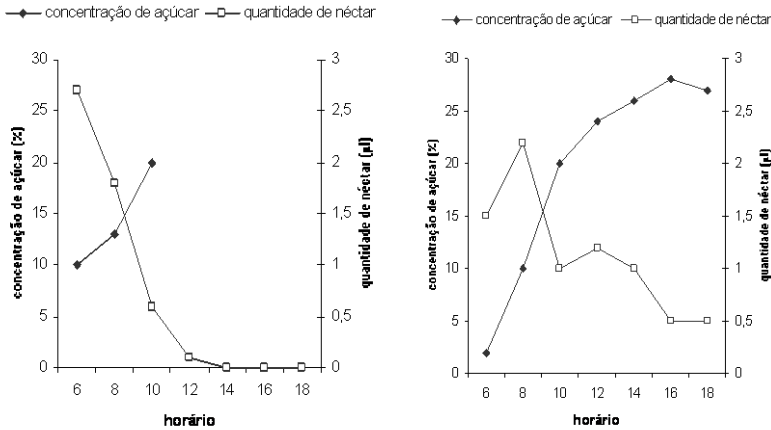
Figura 7 - Fenologia da floração de *E. edulis* (n= 30 indivíduos) medida pelo número total de inflorescências (com flores masculinas ou femininas) emitidas por semana na temporada 2009/2010 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.

No início da floração os cachos novos foram emitidos aleatoriamente e o pico da floração ocorreu do final de dezembro a meados de janeiro. Nas duas temporadas o pico ocorreu na mesma época. Os cachos em processo de frutificação continuaram na palmeira até amadurecimento dos frutos ou, em caso de não-polinização, secaram e se desprenderam.

Estrutura das flores e produção de néctar

Flores masculinas possuíam três pétalas abertas, seis anteras e grãos de pólen pulverulento. No centro da flor havia um nectário central onde se acumulava o néctar, que se tratava de um gineceu rudimentar abortivo (pistilóide) com glândulas nectaríferas. As femininas, menores, possuíam três pétalas imbricadas, três estigmas e ovário tricarpelar com apenas um óvulo. O nectário encontrava-se na base dos estigmas, ao redor destes. Flores masculinas e femininas apresentaram néctar desde a antese, com média de 0.16 μ l em cada flor ♂ e 0.11 μ l em cada ♀, com concentração de açúcar de 20% nas flores ♂ e 23% nas flores ♀, na média (n=28 flores). As flores masculinas produzem néctar apenas

durante a manhã (Fig. 8A), enquanto as femininas produzem néctar durante todo o dia, até o fim da tarde (Fig. 8B). Somente as flores não polinizadas continuaram a ofertar néctar.



A

B

Figura 8 - Padrão diário de secreção de néctar (μl) e concentração de açúcar (%) nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) Masculinas (n=5 flores); B) Femininas (n=8 flores).

Observa-se que flores masculinas ofertaram néctar diluído desde cedo na manhã e mais concentrado entre 800-1000 hs. Depois das 1000 hs não foi mais possível coletar néctar. Para as flores femininas observou-se o fornecimento constante de néctar, também bastante diluído durante a manhã. Depois das 1000 hs a concentração de açúcar alcançou um máximo em torno dos 25%, aumentando até o final da tarde.

Sistema reprodutivo e relação com polinização

Verificou-se a ausência de frutos formados por autopolinização espontânea, evidenciando a necessidade de agentes que realizem o transporte polínico. Ao polinizar as flores femininas de uma palmeira com o pólen provindo de outra inflorescência da mesma palmeira, esta apresentou a capacidade de formar frutos em pequena quantidade. A

polinização cruzada efetuada com pólen de outra palmeira foi a que apresentou melhores resultados, com 80% de frutos formados pós-polinização. A polinização natural formou apenas 48% de frutos.

Tabela 1 - Análise do sistema reprodutivo de *E. edulis* através de testes de polinização controlada em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina.

Teste	Flores tratadas (N)	Frutos formados (N)	Proporção (%)
Autopolinização espontânea	20	0	0
Autopolinização manual	20	9	45
Polinização manual cruzada	20	16	80
Polinização natural	40	19	48

Os testes de anemofilia revelaram que os grãos de pólen podem ser transportados pelo vento (pulverulentos), porém não foram amostrados em grande número nas análises. A média de grãos de pólen de *E. edulis* nas lâminas foi de 16 grãos (máx= 46; mín= 7).

Visitação e polinização por abelhas sociais

As flores de *E. edulis* foram visitadas por insetos das ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera. Somente abelhas sociais visitantes (Apidae, subfamília Apinae *sensu* Michener 2000) foram abordadas aqui (Tab. 2).

As três espécies do gênero *Plebeia* foram as mais abundantes nas flores masculinas e femininas; destacando-se *P. droryana*. Em quarto lugar ficou *Apis mellifera*; as outras abelhas sociais registradas tiveram frequências muito baixas. *Apis mellifera* e *P. emerina* visitaram as flores masculinas e femininas em quantidades similares, enquanto *P. droryana* e *P. remota* foram mais frequentes em flores femininas.

Tabela 2 - Espectro de abelhas sociais (Apinae) visitantes das flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, frequência por hora de visitação nas flores femininas e masculinas nas duas temporadas de estudo.

Táxon	Nome popular	Frequência por hora	
		♂ (78h)	♀ (72h)
Apini			
<i>Apis mellifera</i> *	Abelha do mel	4,7	4,7
Meliponini			
<i>Plebeia droryana</i>	Mirim	10,7	17,7
<i>Plebeia remota</i>	Mirim açu	6,6	9,2
<i>Plebeia emerina</i>	Mirim	5,3	5,3
<i>Trigona spinipes</i>	Irapuá	1,1	0,1
<i>Scaptotrigona</i>	Tubuna	0,01	0,04
<i>bipunctata</i>			
<i>Tetragonisca</i>	Jataí	0,03	0,03
<i>angustula</i>			
<i>Melipona marginata</i>	Manduri	-	0,04
<i>Melipona</i>	Mandaçaia	0,01	0,01
<i>quadrifasciata</i>			
<i>Melipona mondury</i> **	Bugia	-	0,01
Bombini			
<i>Bombus morio</i>	Mamagava	0,1	-
<i>Bombus brasiliensis</i>	Mamangava	0,1	-

* espécie exótica na América; ** espécie exótica na Ilha de Santa Catarina.

Na próxima figura serão demonstradas as frequências das abelhas nas flores masculinas e femininas comparando-se as duas temporadas de estudo.

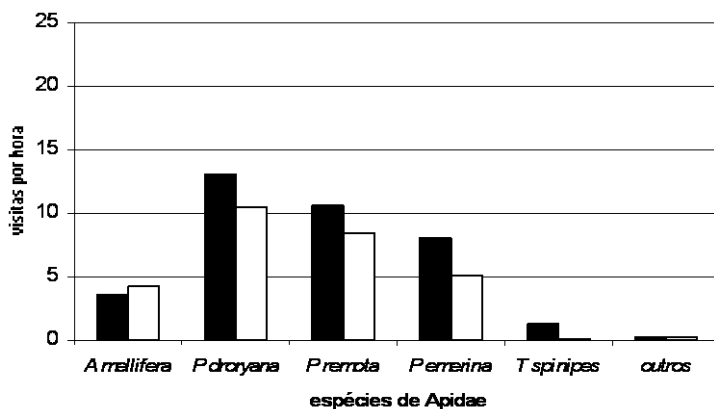
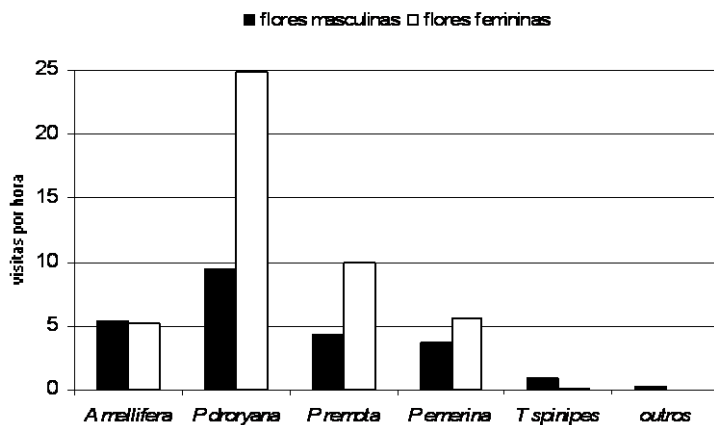


Figura 9 - Frequência de abelhas sociais nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, comparando flores masculinas e femininas. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Os mesmos visitantes foram amostrados nos dois tipos de flores, exceto as espécies de *Bombus*. *Apis mellifera* obteve frequências similares nas duas temporadas e nos dois tipos de flores. Em 2008/2009 *P. remota*, *P. droryana* e *P. emerina* foram mais frequentes em flores femininas, enquanto na temporada posterior preferiram flores masculinas. *Plebeia droryana* foi muito predominante nas flores femininas em 2008/2009.

Tetragonisca angustula e *S. bipunctata* em 2008/2009 foram vistas apenas nas flores masculinas e em 2009/2010 apenas nas femininas, assim como *M. marginata*, *M. mondury* e *M. quadrifasciata*, não vistas na temporada anterior.

Tabela 3 - Índice de similaridade de Bray-Curtis para abelhas sociais visitantes em *E.edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina.

	Flores ♂ 2008/2009	Flores ♀ 2009/2010
Flores ♀ 2008/2009	65,4	76,0
Flores ♂ 2009/2010	72,9	84,5

A similaridade foi maior entre flores masculinas e femininas na segunda temporada do que na primeira. A similaridade entre os tipos de flores ficou na mesma média (73 e 76). Em todos os casos foi considerada bastante alta.

Tabela 4 - Índices de riqueza de Margalef (d), de equitabilidade de Pielou (J') e de diversidade de Shannon para abelhas sociais visitantes em *E.edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina.

	Flores ♂ 2008/2009	Flores ♀ 2008/2009	Flores ♂ 2009/2010	Flores ♀ 2009/2010
d	2,5	1,0	1,9	2,7
J'	0,7	0,7	0,7	0,6
H'	1,5	1,2	1,4	1,4

O índice de riqueza de Margalef foi maior para as flores femininas na segunda temporada e para as masculinas da primeira temporada. As femininas da primeira temporada foram as mais baixas em riqueza, mas as masculinas da segunda temporada não diferiram muito das outras. O índice de equitabilidade de Pielou foi praticamente o mesmo para todas, e o de diversidade de Shannon também.

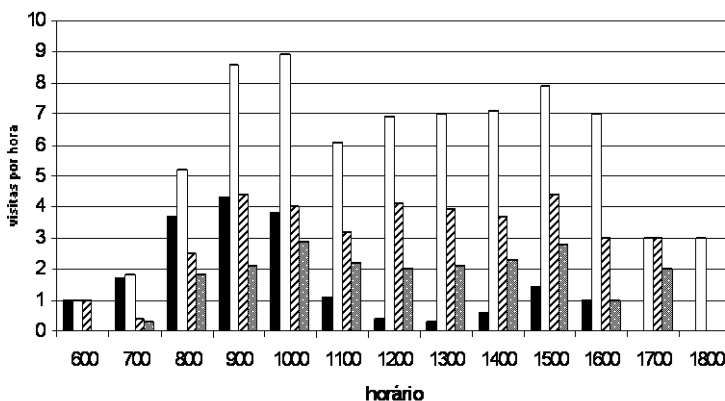
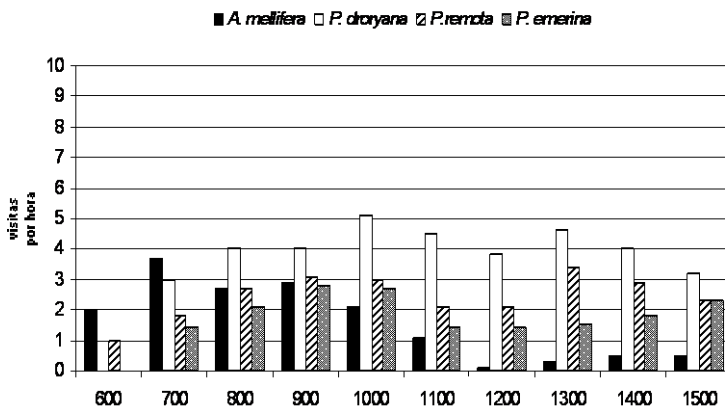


Figura 10 - Padrão temporal das espécies de abelhas sociais mais frequentes em *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, somando-se as duas temporadas. A) em flores masculinas; B) em flores femininas.

Algumas espécies iniciaram a visitação desde cedo em ambas as flores, mas o pico de visitação ocorreu nas horas mais quentes do dia (0900 às 1500). Nas flores masculinas as abelhas eventualmente coletavam néctar nas primeiras horas, depois coletavam apenas pólen. Depois das 1500 hs não se encontraram mais visitantes nestas flores. Já nas flores femininas

as visitas aumentaram a partir das 0800 e continuaram até o fim da tarde.

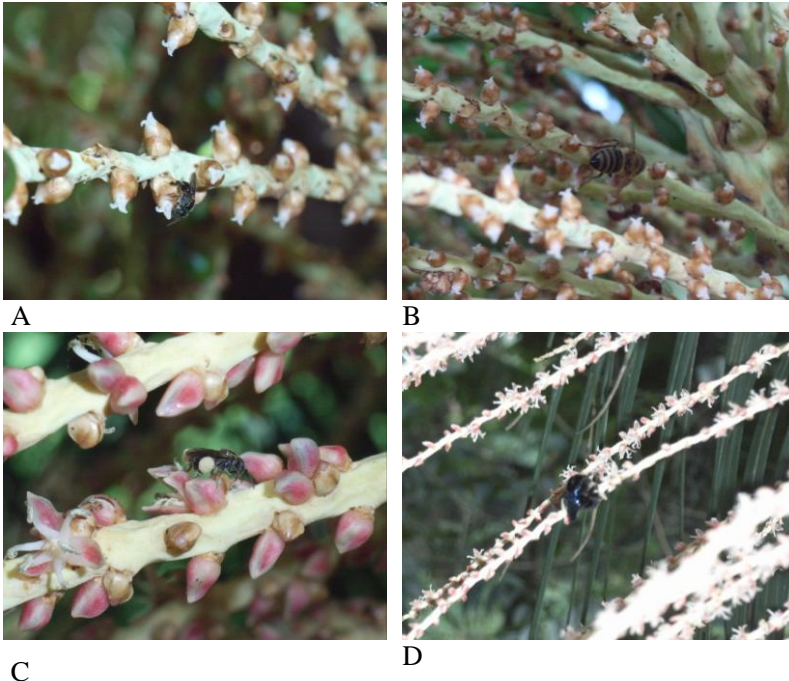


Figura 11 - Abelhas sociais visitantes de flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) *Plebeia droryana* em flores femininas; B) *Apis mellifera* em flores femininas; C) *Plebeia droryana* em flores masculinas; D) *Bombus morio* em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid e Renata Campos.

Frutificação

Houve sobreposição entre floração e frutificação em ambas as temporadas. A frutificação iniciou-se assim que as primeiras inflorescências foram polinizadas, mais ou menos duas semanas após o início da floração. Os primeiros cachos emitidos com frequência não eram polinizados e secaram. Os frutos amadureceram lentamente. Em julho/2009 alguns frutos começaram a amadurecer, mas agosto foi o

pico. Alguns cachos de frutos estenderam-se até o fim de setembro/2009, mesma época do início do período de floração seguinte. Em 2008/2009 foi baixa a produção de cachos de frutos e de frutos por cacho, com muitos perdidos.

Em 2009/2010 os açazeiros formaram em média 2,3 cachos de frutos/palmeira (mín=0, máx=5, n=30 palmeiras) e a quantidade de frutos por cacho atingiu uma média de 2100 (mín= 196, máx=3105, n=67 cachos). A maioria dos cachos produzidos (32) foi classificado como rico, 25 foram classificados como médio e apenas nove deles foram classificados como pobre. Das 30 palmeiras observadas, quatro não formaram nenhum cacho e apenas uma formou cinco cachos de frutos.

DISCUSSÃO

Foi verificado para *Euterpe edulis* um padrão floral e uma disposição de flores masculinas e femininas em tríade, como já verificado por Mantovani & Morelato (2000) em *Euterpe edulis*. A monoiccia é condição normal em palmeiras, sendo a separação temporal da antese o mecanismo mais comum para evitar autofecundação (Henderson 1986). *Euterpe edulis*, assim como *E. precatoria* e outras palmeiras entomófilas, caracteriza-se por um longo tempo de floração em nível de indivíduo e população, promovendo recursos alimentares confiáveis e constantes por um grande período (Küchmeister *et al.* 1997). Os dados a respeito da biologia floral, produção de inflorescências, fenologia da floração, frutificação e sistema reprodutivo relatados aqui estão de acordo com Mantovani & Morelato (2000) e Fisch *et al.* (2000) em *E. edulis* para o estado de São Paulo.

A produção de néctar por *E. edulis* apresentou baixas concentrações de açúcares no néctar nas primeiras horas da manhã, aumentando gradativamente até às 1000hs, concordando com Mantovani & Morelato (2000), entretanto os autores não mostraram distinção entre flores masculinas e femininas. Küchmeister *et al.* (1997) encontraram diferenças entre o volume e a quantidade de açúcares nas flores masculinas e femininas de *E. precatoria*, assim como neste estudo, onde as femininas produziram mais. Venturieri (2008) também encontrou diferenças entre flores masculinas e femininas de *E. oleraceae* para quantidade secretada, horário de produção e concentração de açúcares.

Como neste estudo, o autor verificou que as flores masculinas produzem maior quantidade por flor, em menor intervalo de tempo e concentração de açúcares também menor.

A análise do sistema reprodutivo indicou a espécie como preferencialmente alógama, mas a sobreposição de flores femininas e masculinas no mesmo cacho ou em cachos seguidos da mesma planta em *E. edulis* permite a autofecundação (Henderson 1986), confirmada pelos testes. O pólen de *E. edulis* encontrado nas lâminas sugere que a anemofilia seja possível, corroborando com Mantovani & Morellato (2000). Ainda assim, anemofilia é pouco expressiva uma vez que a espécie ocupa o extrato médio da floresta, onde ventos são raros. Dada a diversidade de visitantes florais, oferta de néctar e presença de odor suave acredita-se que entomofilia seja o modo de polinização predominante. Henderson (1986) cita como características de melitofilia em flores de palmeiras a presença de cores, protandria, produção de néctar, odor suave, antese diurna, duração de fase masculina superior a uma semana e poucos dias para a feminina, e separação temporal das anteses. Estas foram observadas em *E. edulis*, *B. capitata* (Rosa 2000), *C. nucifera* (Free 1993) e *Euterpe* spp. (Küchmeister *et al.* 1997; Mantovani & Morellato 2000; Venturieri 2008).

Este estudo revelou que 11 das 15 espécies de abelhas sociais registradas na Ilha de Santa Catarina visitaram as flores de *E. edulis* (Steiner *et al.* 2010). A descrição do comportamento de abelhas visitantes de *E. edulis* feita por Mantovani & Morellato (2000) corroborou com este estudo. Venturieri (2008) pesquisou *E. oleraceae* no estado do Pará, listando como visitantes onze espécies de abelhas sem ferrão, *A. mellifera* e outras abelhas, corroborando com este estudo. Küchmeister *et al.* (1997) também encontraram meliponíneos em *E. precatória*, porém besouros foram mais frequentes. A frequência de abelhas do gênero *Plebeia* em flores masculinas e femininas e a coleta de recursos de ambas as fontes sugere que estas podem ser consideradas polinizadores potenciais de *E. edulis*. A morfologia floral da palmeira e o tamanho diminuto destas operárias permite que o pólen seja transferido para as flores femininas através de grãos aderidos nas patas, face e peças bucais das abelhas. As diferenças entre a abundância das três espécies de *Plebeia* nas flores de *E. edulis* pode ser explicada por diferenças na população de operárias na propriedade. Em 2008/2009 o meliponário contava com três colônias de *P. droryana* e nenhuma de *P.*

remota. Na temporada seguinte houve um acréscimo na frequência de *P. remota* e uma diminuição de *P. droryana*, provavelmente devido à aquisição de três colônias de *P. remota* pelo produtor, aumentando a abundância desta espécie.

Apis mellifera é uma espécie exótica amplamente criada na serra e no litoral catarinense para produção de mel (Padilha *et al.* 2006); neste estudo obteve frequências médias de visitação devido à ausência de apiários na propriedade. As baixas frequências de visitação por *Trigona spinipes*, apontada como importante polinizador da espécie por Reis *et al.* (1993), pode ser devido à competição com as abelhas menores ou pela ausência de ninhos naturais na propriedade. Outras abelhas como *T. angustula*, *M. quadrifasciata*, *M. mondury* e *S. bipunctata*, apesar de estarem presentes na propriedade em número muito maior do que espécies de *Plebeia*, raramente visitaram as flores de *E. edulis* e assim não podem ser consideradas como vetores de pólen importantes. Os testes estatísticos confirmaram a ausência de diferenças significativas entre as duas temporadas e os dois tipos de flores.

A presença natural das três espécies de *Plebeia* em florestas na Ilha de Santa Catarina foi confirmada por inventários recentes da fauna de abelhas (Steiner *et al.* 2006; Steiner *et al.* 2010). Estas são abelhas abundantes e usam recursos florais de uma vasta gama de plantas (Steiner *et al.* 2010). A possibilidade de manejar estas populações pela meliponicultura sugere a possibilidade de incrementar a formação de frutos de *E. edulis* através do aumento dos polinizadores. Venturieri (2008) também enfatizou a importância do manejo de polinizadores para incremento na produção do açaí de *E. oleraceae*, propondo a criação de *M. flavolineata* e *M. fasciculata* (Meliponini) através de colônias em quantidade acima de 15. O mesmo pode ser efetuado para estimular a maior produção de frutos de açaí de *E. edulis* com as três espécies de *Plebeia*, nativas da Mata Atlântica. O uso de meliponíneos para polinização é ótimo para pequenos agricultores, pois são fáceis de manejar, baratos e apropriados para áreas pequenas (Castro *et al.* 2006). Suas colônias são perenes e podem ser multiplicadas, transportadas e abertas para inspeção e extração de mel, pólen, cera e própolis (Heard 1999).

Na formação dos frutos do açaizeiro muitos fatores influenciam como disponibilidade de pólen, polinizadores e condições ambientais (Mantovani & Morellato 2000). A maturação dos frutos ocorreu entre

julho e setembro, sendo que o seu desenvolvimento levou de 6 a 8 meses, tempo superior ao desenvolvimento de *E. precatoria*. Ambas as palmeiras apresentam alta frequência de frutos verdes caídos após polinização bem sucedida, tanto em condições sem distúrbio como em condições onde a palmeira é balançada por vento ou animais (Küchmeister *et al.* 1997).

A produção de frutos na temporada 2008/2009 foi prejudicada devido à alta pluviosidade registrada para a região, conforme relatado por Fisch *et al.* (2000) para *E. edulis* no estado de São Paulo. As chuvas podem ter prejudicado a ação dos polinizadores, pois além de limitar as atividades de vôo, causam danos mecânicos às flores, inviabilizam os grãos de pólen e diluem a concentração de açúcares no néctar (Fisch *et al.* 2000). Estes autores encontraram frutos maduros de maio a junho, e relacionaram o número de cachos de frutos formados com as condições do meio que podem variar de ano para ano, destacando a pluviosidade como fator determinante da produtividade, também observado neste estudo.

Calvi & Piña-Rodrigues (2005) encontraram em média três cachos de frutos de *E. edulis* em uma população natural no estado do Rio de Janeiro com média de 3257 frutos/cachos. Reis (1995) citou para Blumenau (SC) uma produção de 3313 frutos por infrutescência. Neste estudo a média da produção de frutos foi menor; mesmo com muitos cachos atingindo esta quantidade, outros não obtiveram esta taxa de fecundação. Medidas recomendadas para incrementar a produção em sistema agroflorestal são a seleção de matrizes mais produtivas e o corte dos indivíduos mais fracos, bem como o plantio em áreas afins que facilitem o movimento dos polinizadores.

CONCLUSÕES

Euterpe edulis é uma palmeira entomófila, caracterizada por um longo tempo de floração em nível de indivíduo e população; recursos alimentares constantes como pólen e néctar estão presentes durante todo o tempo da floração.

Flores masculinas produzem maior quantidade de néctar por flor, em menor intervalo de tempo e concentração de açúcares também menor. Flores femininas produzem néctar durante toda a antese.

Euterpe edulis é uma espécie preferencialmente alógama; a sobreposição de flores femininas e masculinas no mesmo cacho ou em cachos seguidos da mesma planta possibilita a autofecundação, mas ainda dependente de um vetor.

Foram encontradas nas flores nove espécies de Meliponini, sendo três delas importantes para a polinização, *Apis mellifera* e duas espécies de *Bombus*. A abundância de abelhas do gênero *Plebeia* em flores de ambos os sexos e a coleta de recursos de ambas as fontes sugere que elas podem ser consideradas polinizadores potenciais.

A possibilidade de manejar populações de abelhas sem ferrão pela criação racional através da meliponicultura sugere a possibilidade de incremento na formação de frutos de *E. edulis* através do aumento na abundância de polinizadores.

Medidas recomendadas para incrementar a produção em sistema de plantio são a seleção das matrizes mais produtivas e plantio em áreas relacionadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pedro Faria Gonçalves e família pelo acesso ao local de estudo, CNPq e BMBF (Alemanha) pela concessão da bolsa para L.D. (380387/2010-7 DTI 2-2) e auxílio, a Rafael Kamke pela identificação de Apidae, Malva Hernandez pela ajuda estatística, Simone Schmid, Renata Campos e Juliana Dorneles pelas fotografias e a Paul Richard Momsem Miller pelo apoio. Este estudo faz parte do projeto “Dinâmica interna em florestas pluviais: especificidade das relações entre bromélias e fauna associada” (CNPq 590040/2006-5, BMBF 01LB0205A1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, MA. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária, Guaíba, RS. 592 p.
- Amador, DB & Viana, VM. 1998. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, 12: 105-110.

- Bawa, KS. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Review of Ecology and Systematics, 21: 399-422.
- Calvi, GP & Pina-Rodrigues, FCM. 2005. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel pereira – RJ. Revista Universidade Rural, Seropédica, 25: 33-40.
- Castro, MS; Koedam, D; Contrera, FAL; Venturieri, GC; Parra, GP; Malagodi-Braga, KS; Campos, LO; Viana, M; Cortopassi-Laurino, M; Nogueira-Neto, P; Peruquetti & Imperatriz-Fonseca, VL. 2006. Bee managment for pollination purpouses (C- Stingless bees). In: Imperatriz-Fonseca, VL; Saraiva, AM & De Jong, D (eds.). Bees as pollinators in Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto. 111 p.
- Correa, MP. 1969. Dicionário das plantas úteis do Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v.1. 687 p.
- Fisch, STV; Nogueira Jr, LR & Mantovani, W. 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhongaba – SP). Revista Biociências, Taubaté, 6: 31-37.
- Free, JB. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, London, 2. ed. 684 p.
- Heard, TA. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology, 44: 183-206.
- Henderson, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review, 52: 221-259.
- Henderson, A. 2000. The genus *Euterpe* in Brasil. In: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius – (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems, 76: 1-10.
- Kearns, CA; Inouye, DW & Waser, NM. 1998. Endangered mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 83-112.
- Küchmeister, H; Silberbauer-Gottsberger, I & Gottsberger, G. 1997. Flowering, pollination, nectar standing crop and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. Plant Systematics and Evolution, 206: 71-97.
- Mac Fadden, J; Beretta, ME & Miller, PRM. 2009. A produção de açaí em Santa Catarina a partir da valorização do conhecimento

- tradicional. *In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, Brasília, DF.
- Mantovani, A & Morellato, LPC. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. *In: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). Euterpe edulis Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Michener, CD. 2000. *The bees of the world*. USA: The Johns Hopkins University Press, 913 p.
- Padilha, MTS; Silva, NR; Santos, II & Padilha, JCF. 2006. Aspectos do conhecimento de apicultores sobre o manejo de rainha e a sanidade da abelha africanizada em duas regiões catarinenses. *In: Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC*, Florianópolis, SC.
- Reis, A. 1995. Distribuição de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC. *Tese de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal* – Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Reis, MS; Guimarães, E & Oliveira, GP. 1993. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmitreiro (*Euterpe edulis*) em mata residual do estado de São Paulo. *In: Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro*, Curitiba, PR.
- Reis, MS & Reis, A. (Eds.). 2000. *Euterpe edulis Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Rosa, L. Ecologia da polinização de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae), no sul do Brasil. *Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais* – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Roubik, DW. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 514 p.
- Souza, VC & Lorenzi, H. 2008. *Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP. 704 p.
- Steiner, J; Harter-Marques, B. Zillikens, A & Feja, EP. 2006. Bees of Santa Catarina Island, Brasil- a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). *Zootaxa*, 1220: 1-18.

- Steiner, J; Zillikens, A; Kamke, R; Feja, EP & Falkenberg, DB. 2010. Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. Oecologia australis, 14: 16-39.
- Venturieri, G. 2008. Floral biology and management of stingless bees to pollinate assai palm (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) in eastern amazon. In: Pollinators Management in Brazil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 41 p.

4. SEGUNDO ARTIGO

Diversidade e frequência de visitantes florais de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina

RESUMO

Este trabalho objetiva documentar o espectro de visitantes florais de *E. edulis* em sistema agroflorestal, analisar a diversidade e frequência total e temporal destes, bem como identificar os potenciais polinizadores. Através de um andaime foram realizadas observações durante duas temporadas de floração de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, de novembro de 2008 a março de 2010. Quinzenalmente, em flores masculinas e femininas, foram registradas a frequência das espécies/morfoespécies; o número de visitantes foi registrado de 10 em 10 minutos em planilhas; o total das visitas foi contado e dividido pelo número de horas de observação para obter a frequência por hora de cada espécie. O padrão temporal foi obtido através da média das visitas a cada hora. Foram 50 horas de observação em 2008/2009 e 28 horas em 2009/2010, nas flores masculinas; nas femininas foram 36 horas em 2008/2009 e em 2009/2010. Polinizadores foram identificados através da presença, comportamento e horário de frequência nas flores de ambos os sexos, bem como de carregamentos polínicos. Em 2008/2009, nas masculinas, a frequência média foi 91,1 visitas/h e nas femininas 130,9 visitas/h. Em 2009/2010, nas masculinas, a frequência média foi 109,1 visitas/h e nas femininas, 156,6 visitas/h. Foram diferenciadas 72 espécies/morfoespécies de insetos de 22 famílias, pertencentes às ordens Hymenoptera (Apidae, Halictidae, Vespidae e Formicidae), Diptera (Muscidae, Calliphoridae, Syrphidae, Phoridae, Culicidae e outras), Coleoptera e Lepidoptera. Abelhas e moscas foram os visitantes mais frequentes e visitaram mais flores masculinas durante a manhã e femininas durante todo o dia. Os prováveis polinizadores são insetos pequenos dos grupos Apoidea e Diptera. Considerou-se polinizador efetivo *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina*, *Neocorynura* sp., *Augochlora* sp1., *Dialictus* sp1. (Apoidea), espécies de Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae (Diptera).

Palavras-chave: Sistema agroflorestal; *Euterpe edulis*; Visitantes florais; Frequência; Abelhas e moscas.

INTRODUÇÃO

Serviços ambientais, para Daily *et al.* (1997), referem-se a um amplo espectro de condições e processos através dos quais os ecossistemas ajudam a sustentar e realizar a vida humana. Produção de oxigênio, equilíbrio do ciclo hidrológico, decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, polinização e dispersão são alguns exemplos. Os serviços realizados pelos polinizadores são de vital importância na produção e manutenção dos alimentos e outros produtos vegetais (Kearns *et al.* 1998), pois a maioria das plantas necessita de agentes externos que realizem sua reprodução. Segundo Bawa (1990), 98% da polinização das florestas tropicais é feita por animais, que podem ser aves, morcegos, abelhas, mariposas, borboletas, besouros, moscas, vespas, formigas e outros.

Atualmente as populações de polinizadores vêm decrescendo. A agricultura moderna e seus processos tornaram as fazendas habitats ruins para insetos silvestres e outros polinizadores; os pesticidas afetando-os diretamente e os herbicidas reduzindo a disponibilidade de plantas nectaríferas (Kearns *et al.* 1998). Os autores enfatizam que, para estimular as populações de polinizadores, o habitat do entorno deve ser manejado promovendo uma sucessão sazonal de plantas para forrageio e locais para nidificação.

Sistemas agroflorestais são povoamentos permanentes similares às florestas nativas, onde se procura aumentar a produção de forma contínua, combinando árvores com espécies agrícolas e animais (Altieri 2002), e apresentam grande potencial para desenvolvimento sustentável pela conservação dos solos, adequação à pequena produção, conservação da biodiversidade e recuperação de fragmentos florestais (Amador & Viana 1998). Acredita-se que estes sistemas promovam quatro grandes serviços ambientais: sequestro de carbono, enriquecimento do solo, conservação de biodiversidade e manutenção da qualidade de água e ar (Jose 2009).

Palmeiras (Arecaceae) tem grande valor para populações humanas, sendo muitas de suas partes historicamente usadas por populações tradicionais: frutos, sementes, troncos, folhas, fibras, óleo, palmito, etc. (Jardim & Stewart 1994). O gênero *Euterpe* compreende sete espécies distribuídas na América, sendo cinco delas encontradas no Brasil:

Euterpe edulis, *E. catinga*, *E. oleracea*, *E. longibracteata* e *E. precatória* (Henderson 2000). *Euterpe edulis* distribui-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (Henderson 2000) e é uma palmeira típica da Mata Atlântica muito conhecida pelo fornecimento do palmito, importante produto comercial. Entretanto, a extração ilegal deste é a causa do declínio das populações naturais na floresta (Backes & Irgang 2004) uma vez que a planta inteira é destruída na coleta. Hoje a comercialização dos seus frutos em forma de polpa de açaí garante a perpetuação da espécie e promove uma nova alternativa de renda para produtores rurais (Mac Fadden *et al.* 2009).

Por ser uma palmeira não estolonífera, *E. edulis* depende exclusivamente de sementes para reprodução; e estas dependem do sucesso da polinização das flores. Entender o sistema de polinização é de fundamental importância para o sucesso na produção de frutos de *E. edulis* em cultivo. Alguns aspectos da biologia floral como a presença de flores masculinas e femininas e a segregação temporal de sua antese sugerem animais como vetores de pólen, principalmente abelhas (Dorneles *et al.* submetido.). De fato, espécies de *Euterpe* atraem um amplo espectro de visitantes florais como abelhas, vespas, moscas, formigas, besouros e borboletas (Küchmeister *et al.* 1997; Mantovani & Morelato 2000; Venturieri 2008). Uhl & Moore (1977) associaram características de palmeiras à coevolução com insetos, como: presença de estruturas florais especializadas; mecanismos de proteção de óvulos e pólen; presença de odor; presença de cores nas pétalas; e ocorrência de espécies em habitats chuvosos e de pouco vento.

Em geral, flores muitas vezes recebem um espectro diversificado de visitantes, dos quais apenas alguns atuam como polinizadores efetivos (Bawa 1990). Assim, entender os padrões de visitação de espécies de insetos que utilizam os recursos florais para alimentação ou outros fins é fundamental para entender a dinâmica da reprodução. O objetivo deste trabalho é documentar o espectro de visitantes florais de *E. edulis*, analisar o espectro, frequência e padrão temporal destes nas flores masculinas e femininas para poder identificar os potenciais polinizadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

A descrição da área e o material do estudo estão bem relatados em Dorneles *et al.* (submetido).

A pesquisa foi realizada em um sistema agroflorestal (coordenadas 27°31'28" S e 48°27'55" O) no noroeste da Ilha de Santa Catarina, bairro Ratoles, através de andaimes de 4-6 m de altura construídos no local para melhor acesso às inflorescências de *E. edulis*. Os visitantes florais foram observados durante duas temporadas de floração: de novembro 2008 a março 2009 e de setembro de 2009 a março de 2010. Quinzenalmente, das 0600 às 1500 hs em flores masculinas e das 0600 às 1800 em flores femininas, foram registradas a frequência das espécies/morfoespécies dos visitantes, horário de visita, seu comportamento, a manipulação de estames e estigmas e os recursos coletados. Somente alguns espécimes de cada espécie/morfoespécie foram coletados com sugadores para identificação por especialistas e por comparação com a coleção entomológica do Laboratório de Abelhas Nativas da UFSC (LANUFSC), local onde foram depositados.

Devido aos movimentos erráticos dos visitantes entre as ráquias de uma inflorescência, o número total de indivíduos de cada espécie/morfoespécie foi registrado de 10 em 10 minutos em planilhas. O número total de visitas foi contado e dividido pelo número de horas de observação, obtendo assim a frequência por hora de cada espécie. Também o padrão temporal foi obtido através da média da quantidade de visitas a cada hora. Foram 50 horas de observação nas flores masculinas em 2008/2009 e 28 horas em 2009/2010. Nas flores femininas foram 36 horas em 2008/2009 e o mesmo em 2009/2010. Os potenciais polinizadores foram identificados através da presença, comportamento e horário de frequência nas flores de ambos os sexos, bem como de carregamentos polínicos.

Para testar a similaridade entre as temporadas 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas, foram usados os índices de Bray-Curtis e Sorensen através do programa *Primer 6 Beta*. Também foi realizado o teste *t de Student* para comparar o número médio de espécies por dia e frequência média de indivíduos por hora, por dia, para os dados de visitantes amostrados (Zar 1999).

RESULTADOS

Em 2008/2009 foram registradas 4556 visitas de insetos nas flores masculinas (frequência média: 91,1 visitas/h) e 4715 nas flores femininas (frequência média: 130,9 visitas/h). Em 2009/2010 foram 3056 visitas nas flores masculinas (frequência média: 109,1 visitas/h) e 5639 nas femininas (frequência média: 156,6 visitas/h). Foram diferenciados aproximadamente 72 espécies/morfoespécies de insetos de cerca de 22 famílias, pertencentes às ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera (tabela 5). Entre os Hymenoptera encontraram-se abelhas, vespas e formigas.

Tabela 5 - Espectro de Insetos encontrados visitando as flores de *Euterpe edulis* em 2008/2009 e 2009/2010 em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, frequência por hora nas flores ♂ e ♀ (nota: [0] frequência insuficiente e [-] ausência) e recurso coletado (P= pólen, N= néctar, S= seiva e I= insetos).

Táxon	Frequência de visitas por hora				Recurso
	2008/2009		2009/2010		
	Fl ♂	Fl ♀	Fl ♂	Fl ♀	
HYMENOPTERA					
<i>Apidae</i>					
<i>Apis mellifera</i>	5,3	5,2	3,6	4,2	P/N
<i>Plebeia droryana</i>	9,4	24,9	13,1	10,5	P/N
<i>Plebeia remota</i>	4,4	10	10,6	8,4	P/N
<i>Plebeia emerina</i>	3,7	5,6	8,1	5,1	P/N
<i>Trigona spinipes</i>	0,9	0,1	1,3	0,1	P/N
<i>Scaptotrigona</i>	0	-	-	0,1	P/N
<i>bipunctata</i>					
<i>Tetragonisca</i>	0	-	-	0,1	P/N
<i>angustula</i>					
<i>Melipona</i>	-	-	-	0,1	N
<i>marginata</i>					
<i>Melipona</i>	-	-	0	0	P/N
<i>quadrifasciata</i>					
<i>Melipona mondury</i>	-	-	-	0	P/N
<i>Bombus morio</i>	0,1	-	0,1	-	P
<i>Bombus</i>	0,1	-	0,1	-	P

brasilienses

<i>Xylocopa</i>	0,1	-	0	-	P
-----------------	-----	---	---	---	---

brasilianorum

Halictidae

<i>Neocorynura</i> sp.	0,8	3,1	3	6,6	P/N
<i>Augochlora</i> sp 1	2,1	0,5	3,9	4,6	P/N
<i>Augochlora</i> sp 2	0,8	0,4	0,3	1,5	P/N
<i>Augochloropsis</i> sp	0,7	0,2	0,6	1,2	P/N
<i>Dialictus</i> sp 1	1,7	0,9	7,5	8,8	P/N
<i>Dialictus</i> sp 2	0,1	0,1	2	1,6	P/N
<i>Agapostemon</i> sp	0,1	0,1	0,1	0,7	P/N
<i>Habralictus</i> sp	0,2	1,1	0,3	1,3	P/N

Megachilidae

<i>Megachile</i>	0,3	-	0,5	-	P
------------------	-----	---	-----	---	---

nudiventris

<i>Megachile</i> sp	-	-	0,4	-	P
---------------------	---	---	-----	---	---

Colletidae

<i>Hylaeus</i> sp	-	0,1	-	0,3	N
-------------------	---	-----	---	-----	---

Vespidae

sp1	0,1	0	-	0,4	N
sp2	0	0,6	0,2	0,6	N
sp3	0,1	0,6	0	2,7	N
sp4	0,1	0,4	0,3	2,3	N
sp5	1,5	1,4	0,5	7,5	N
sp6	0,1	0,1	-	1,2	N

Formicidae

<i>Camponotus</i> sp1	34,1	36,8	15,6	30,9	N
<i>Camponotus</i> sp2	0,2	2,1	2,1	3,7	N
<i>Camponotus</i> sp3	0,1	0,5	0,1	0,1	N
<i>Crematogaster</i> sp	0,1	0,1	0,3	0,3	N
<i>Pseudomyrmex</i> sp	0,1	0,5	0,1	0,1	N

TOTAL

	67,3	95,4	74,7	105	
--	-------------	-------------	-------------	------------	--

DIPTERA

Muscidae

sp1	0,3	0,9	0,3	2	N
sp2	2,1	3,5	2,4	5,9	N
sp3	0,8	3,2	1,9	6	N
sp4	2,1	3,9	2,5	4,5	N
sp5	0,1	0,8	0,4	0,3	N

sp6	0,8	0,1	0,1	0,1	N
Outros Muscidae	0,1	0,1	0,1	0,1	N
Phoridae					
sp1	3,2	3,8	4	5,8	N
sp2	0,5	0,2	0,8	1,2	N
Syrphidae					
sp1	0,4	0,1	0,1	0	N
sp2	0,1	0,2	0,4	1,1	N
sp3	0,6	0,5	0,8	0,5	N
sp4	1,2	0,3	0,9	1,5	N
sp5	0,3	0	-	-	N
sp6	0,1	-	-	-	N
Outros Syrphidae	0,1	0,2	0,1	0,1	N
Calliphoridae					
sp1	0,3	1,8	0	1,4	N
sp2	1,5	5,7	0,9	4,1	N
sp3	0,7	0,4	1,8	3,8	N
Culicidae					
<i>Phoniomyia</i> sp.	2,5	0,5	0,9	0,3	N
<i>Toxorhynchites</i> sp.	0,9	0	-	0,2	N
Pipunculidae					
sp1	0,3	0,8	0,3	0,4	N
Micropezidae					
sp1	0,4	0,8	0,1	3,5	N
Bibionidae					
sp1	0,7	0,2	0,7	0,1	N
sp2	0,3	5,4	0	0,2	N
Lonchaeidae					
sp1	0,3	0,2	0	3,5	N
Outros Diptera	0,1	0,2	0	0,3	N
TOTAL	20,8	33,8	19,5	46,9	
COLEOPTERA					
Chrysomelidae					
spp.	0,7	0,1	1,8	0,4	N
Curculionidae					
sp1	0,2	0,1	0,1	0,3	N
sp2	0,1	1	0,2	3,3	N
sp3	0	-	1	0,9	N
Oedemeridae					

sp1	1,4	-	10,3	0,2	P/N
Outros Coleoptera					
sp1	0,1	-	0,2	-	N
sp2	0,1	0,1	0,7	0,1	N
TOTAL	2,6	1,3	14,3	5,2	
LEPIDOPTERA					
Nymphalidae					
<i>Heliconius</i> sp.	0,4	0,5	0,1	-	N
Sesiidae					
sp1	0,1	-	0	-	N
sp2	-	0	-	-	N
Ithomiidae					
<i>Episcada</i> sp	0,1	0,1	0	0	N
Hesperiidae					
sp1	0	0,1	0,1	0	N
Outros Lepidoptera	0,2	0	0,2	0,1	N
TOTAL	0,8	0,7	0,4	0,1	
HOMOPTERA					S
HEMIPTERA					I/S
ARACHNIDA					I
TOTAL DE ESPÉCIES	69	60	64	64	
TOTAL FREQUÊNCIA POR HORA	91,1	130,9	109,1	156,6	

Os insetos iniciavam a visitação desde cedo na manhã, sendo os mais comuns visitantes e sempre presentes, em ambas as flores, moscas e abelhas. As diversas espécies de moscas procuravam apenas néctar nas flores, enquanto as abelhas coletavam tanto néctar quanto pólen, assim retendo uma maior quantidade de grãos de pólen no corpo. *Camponotus* sp1 (Formicidae) beneficiou-se dos andaimes construídos para a realização da pesquisa e passou a predominar nas inflorescências a partir da 4ª semana do estudo da primeira temporada, mantendo alta sua frequência desde então.

Besouros foram menos comuns nas flores, exceto Oedemeridae sp1, que foi observado frequentemente alimentando-se de pólen e néctar em

flores masculinas; algumas vezes havia até sete indivíduos interagindo entre si e copulando. Curculionidae sp2 também foi avistado com frequência aos pares andando na inflorescência feminina. Outros insetos como cigarras (Homoptera) algumas vezes encontravam-se sugando as ráquias; percevejos (Hemiptera) passeavam pela inflorescência para caçar outros insetos e/ou sugar a ráquila e aranhas (Arachnida) eram vistas frequentemente nas flores caçando moscas e abelhas.

Através das análises estatísticas constatou-se uma grande similaridade entre as temporadas e tipos de flores.

Tabela 6 - Índice de similaridade de Bray-Curtis para visitantes florais amostrados em *E.edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina.

	Flores ♂ 2008/2009	Flores ♀ 2009/2010
Flores ♀ 2008/2009	71,9	69,0
Flores ♂ 2009/2010	52,4	65,2

Tabela 7 - Índice de similaridade de Sorensen para visitantes florais amostrados em *E.edulis* em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina.

	Flores ♂ 2008/2009	Flores ♀ 2009/2010
Flores ♀ 2008/2009	85,2	87,3
Flores ♂ 2009/2010	84,7	81,4

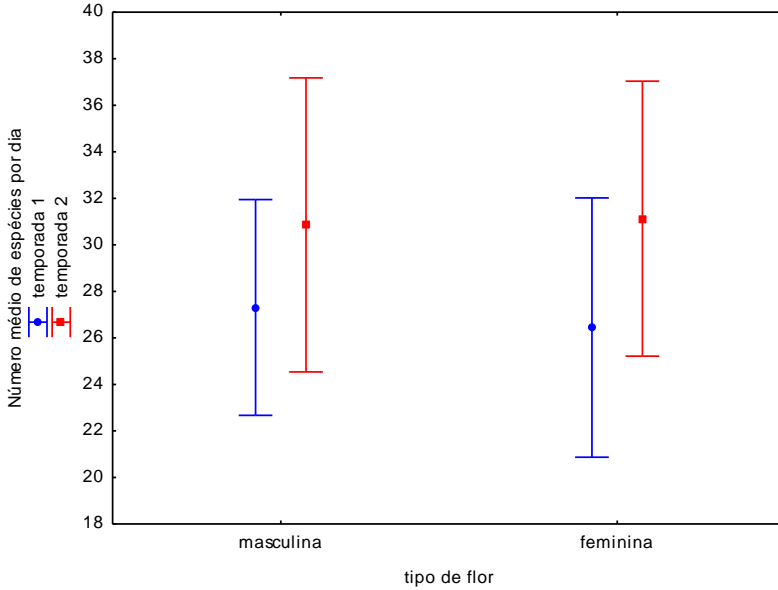


Figura 12 - Comparação entre o número médio de espécies por dia para a temporada 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha se Santa Catarina.

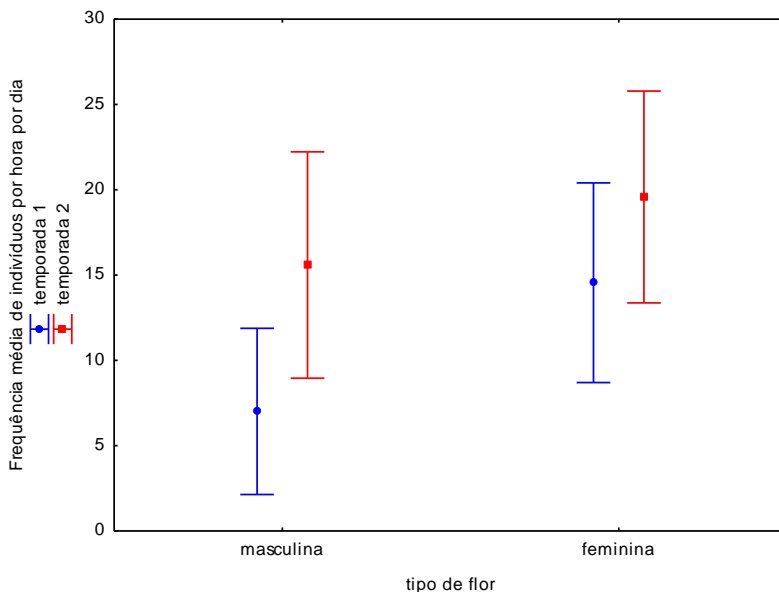


Figura 13 - Comparação entre a frequência média de indivíduos por hora, por dia, para a temporada 1 (2008/2009) e 2 (2009/2010), e entre flores masculinas e femininas de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha se Santa Catarina.

Não foi observada diferença significativa ente entre o número médio de espécies por dia para as duas temporadas e para os dois tipos de flores (Fig. 12). Já a frequência média de indivíduos de flores masculinas e femininas (Fig. 13) para a temporada 1 teve diferença significativa [$t = 3,6$; g.l.= 20; $p=0,002$], sendo que as flores masculinas tiveram, em média ($x=7,0$), menos visitantes florais que as flores femininas ($x=14,6$). A temporada 2, embora se observe que a média é menor para as flores masculinas ($x=15,6$) do que para as femininas ($x=19,6$), esta diferença não foi significativa [$t = 0,6$; g.l.= 13; $p=0,54$].

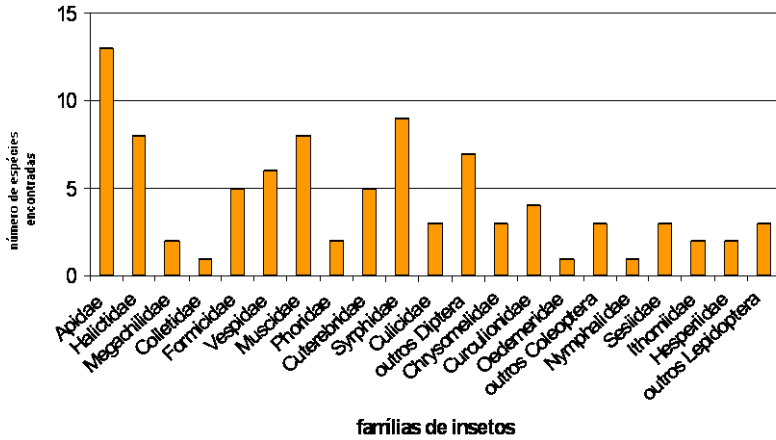
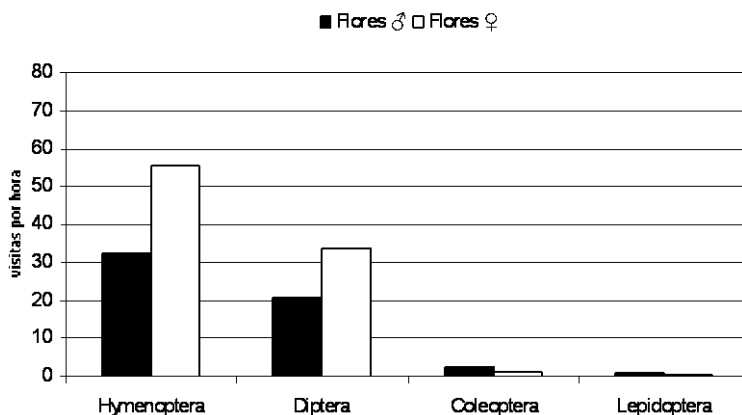


Figura 14 - Riqueza de espécies encontradas por cada família de inseto nas flores masculinas e femininas de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina nas duas temporadas de estudo.

Considerando-se as duas temporadas juntas e os dois tipos de flores, a família Apidae foi a mais rica em espécies (13 espécies), seguida por Syrphidae (nove espécies), Halictidae e Muscidae.

A



B

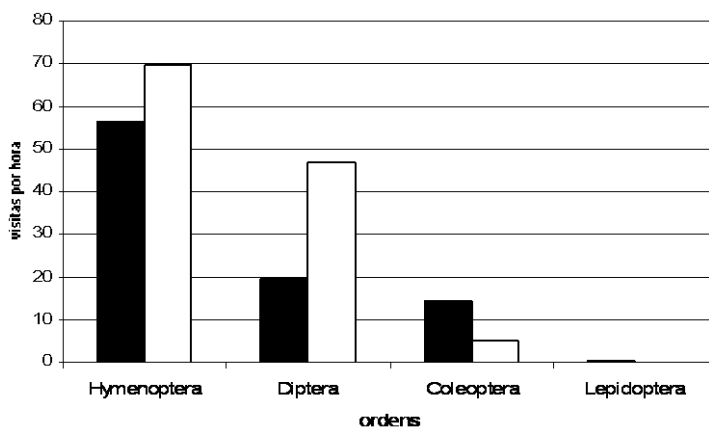


Figura 15 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas quatro ordens de insetos nas flores ♂ e ♀ de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, excluindo-se as espécies de formigas. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Os insetos mais frequentes pertenciam às ordens Hymenoptera e Diptera (Fig. 15). Nas duas temporadas de estudo os grupos foram encontradas principalmente nas flores femininas. Coleoptera e Lepidoptera

obtiveram frequências menores e foram encontradas principalmente em flores masculinas.

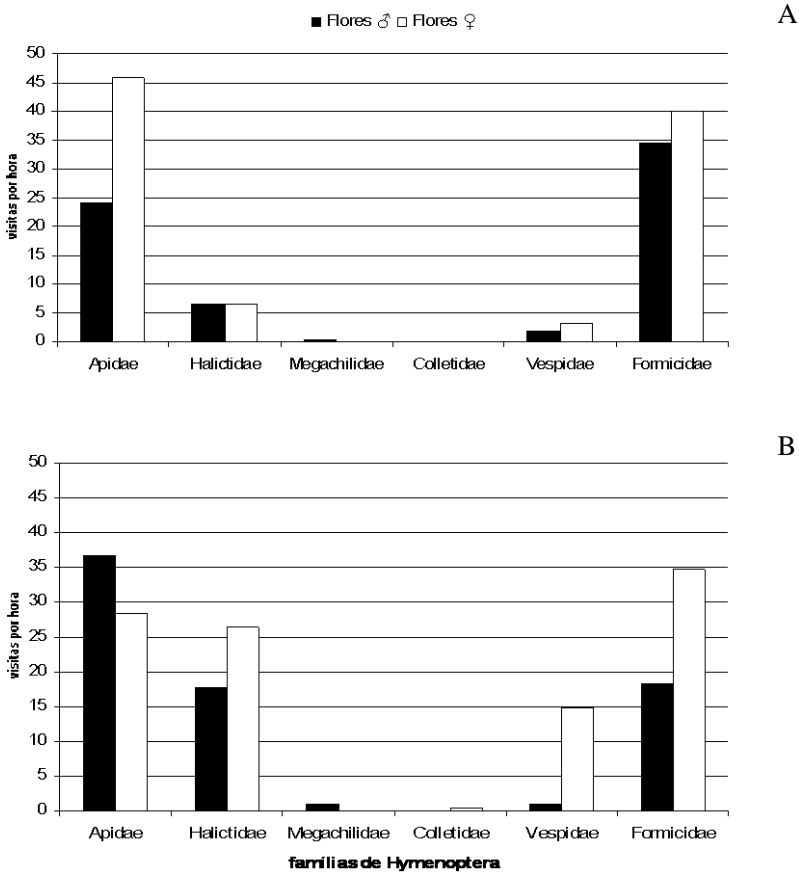


Figura 16 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas famílias de Hymenoptera encontradas nas flores ♂ e ♀ de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Entre os Hymenoptera, Apidae foi a família com o maior número de indivíduos visitantes amostrados, seguida por Formicidae (Fig. 16). As famílias Colletidae e Megachilidae apresentaram frequências muito baixas. Na primeira temporada (2008/2009) Apidae e Vespidae foram mais frequentes em flores femininas, enquanto que em 2009/2010 Apidae predominou nas flores masculinas, Halictidae, Vespidae e Formicidae predominaram nas flores femininas. Nas duas temporadas espécies de Megachilidae visitam apenas flores masculinas e Colletidae apenas flores femininas. Na segunda temporada as frequências de todas as famílias foram superiores, exceto as visitas às flores femininas por Apidae, muito mais expressivas em 2008/2009.

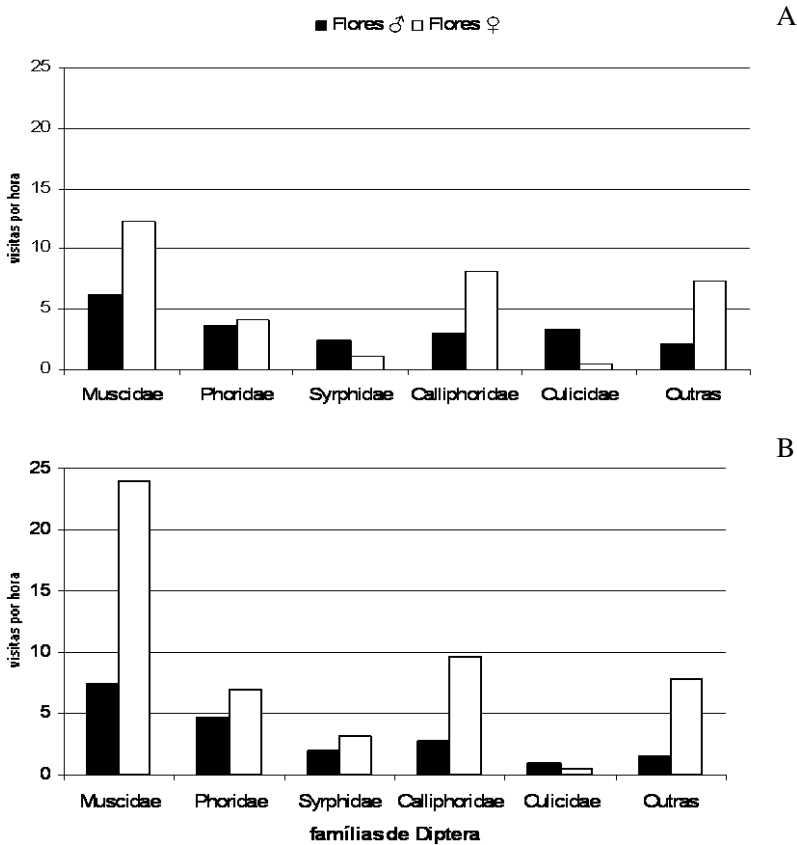


Figura 17 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas famílias de moscas e mosquitos encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Moscas também apresentaram frequências altas de visitação. Muscidae foi a família mais frequente em ambas as flores, nas duas temporadas (Fig. 17). As proporções entre as famílias são mais equilibradas do que nas famílias de Hymenoptera. Mais espécies de moscas visitaram as flores femininas, enquanto os mosquitos (Culicidae) foram mais

frequentes nas flores masculinas. Em geral, espécies de dípteros foram mais frequentes nas flores femininas.

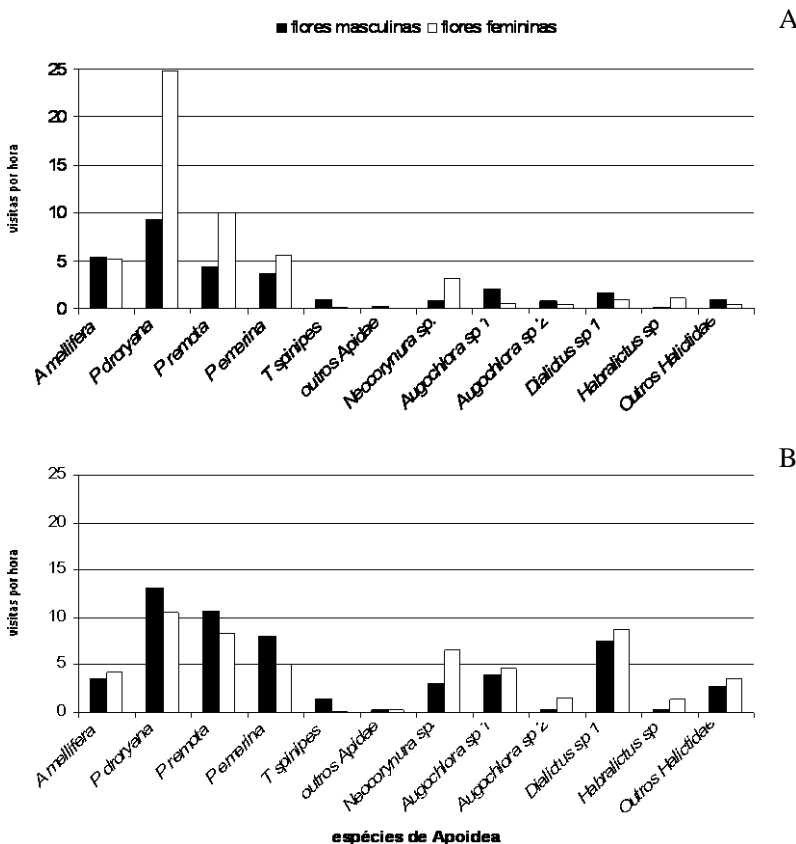


Figura 18 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas espécies de Apoidea encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

A maioria das espécies de Apidae e Halictidae visitou ambas as flores, exceto espécies de *Bombus* e *Xylocopa brasiliatorum* (Apidae), que coletaram apenas pólen das flores masculinas. Duas espécies de

Megachile também procuraram apenas pólen, enquanto *Hylaeus* sp (Colletidae) visitou somente flores femininas (ver tabela 5). Ainda assim, em 2008/2009 as três espécies de *Plebeia* (Apidae: Meliponini) foram mais vistas nas flores femininas. Já em 2009/2010, quatro espécies de Apidae foram mais frequentes nas masculinas. As três espécies de *Plebeia* foram as abelhas mais abundantes nas duas temporadas tanto em flores masculinas como em femininas.

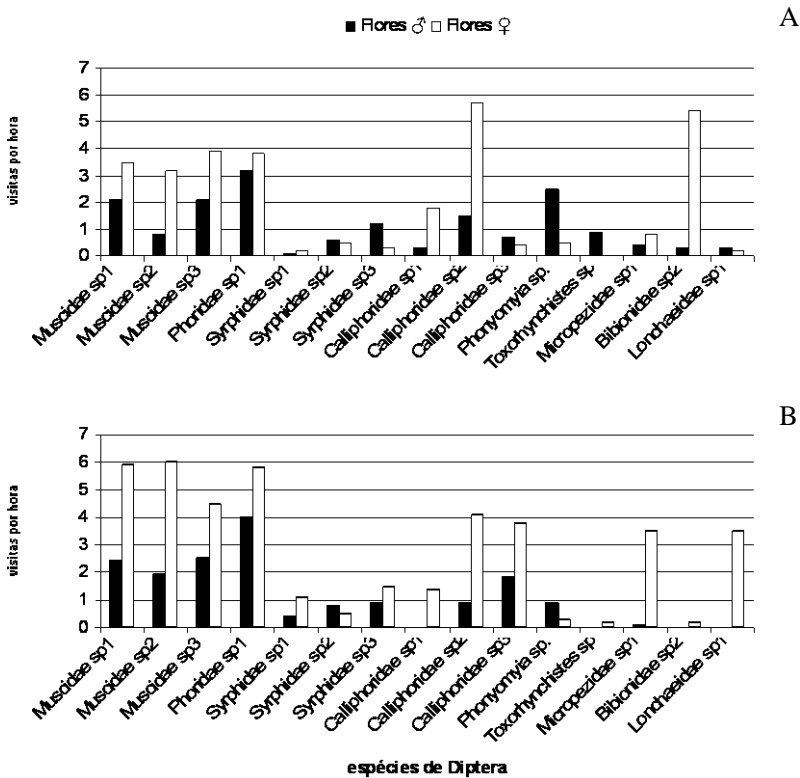


Figura 19 - Comparação entre a frequência por hora de visitas realizadas pelas espécies mais frequentes de Diptera encontradas separadamente nas flores ♂ e ♀ de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Praticamente todas as espécies de moscas demonstraram preferência pelas flores femininas, exceto Syrphidae sp2 e sp3, Calliphoridae sp3 e as duas espécies de mosquitos (Culicidae, *Phoniomyia* sp e *Toxorhynchites* sp), na primeira temporada. Já na segunda temporada as frequências foram maiores e apenas Syrphidae sp2 e *Phoniomyia* sp predominaram nas flores masculinas.

Sobre o padrão temporal diário de visitação, comparando as diferentes flores entre as duas temporadas, verificou-se uma frequência maior durante a temporada de 2009/2010. Primeiramente será analisada a frequência das abelhas e moscas nas flores masculinas e depois nas femininas.

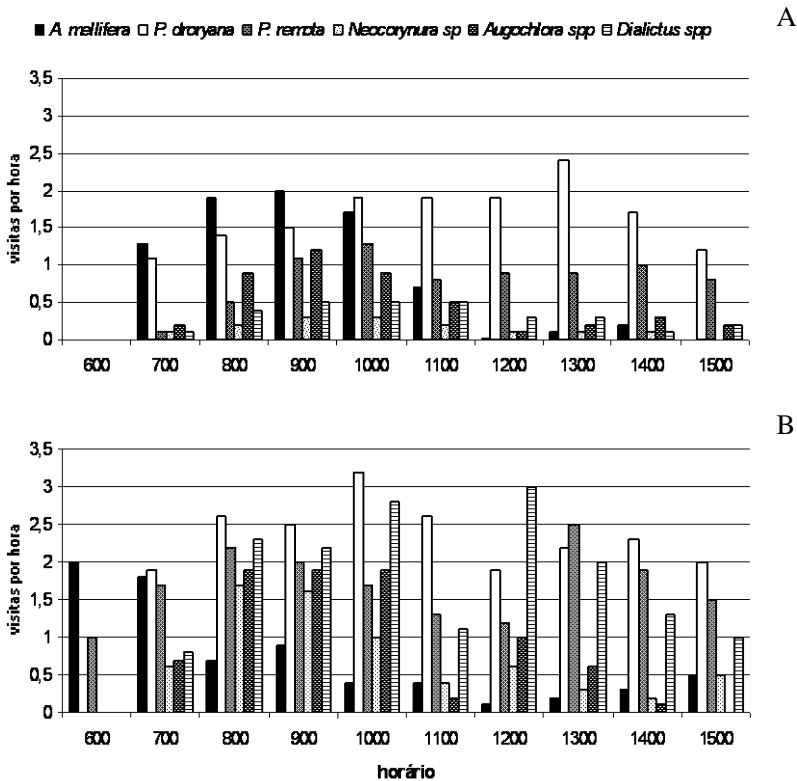


Figura 20 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Apoidea mais frequentes em flores masculinas em *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Nas flores masculinas, em 2008/2009 *Apis mellifera* foi mais frequente durante as primeiras horas da manhã, enquanto *Plebeia droryana* predominou a partir das 1000 às 1500 horas. *P. remota* foi mais frequente nas flores entre 0900 e 1100 horas, junto com as espécies de *Augochlora*, *Neocorynura* e *Dialictus*. Na segunda temporada todas as frequências foram maiores e *P. droryana* predominou em todos os

horários, exceto das 1200 às 1300 horas. *A. mellifera* se destacou novamente nas primeiras horas da manhã assim como *Augochlora* e *P. remota*. *Dialictus* foi mais frequente durante as horas mais quentes do dia.

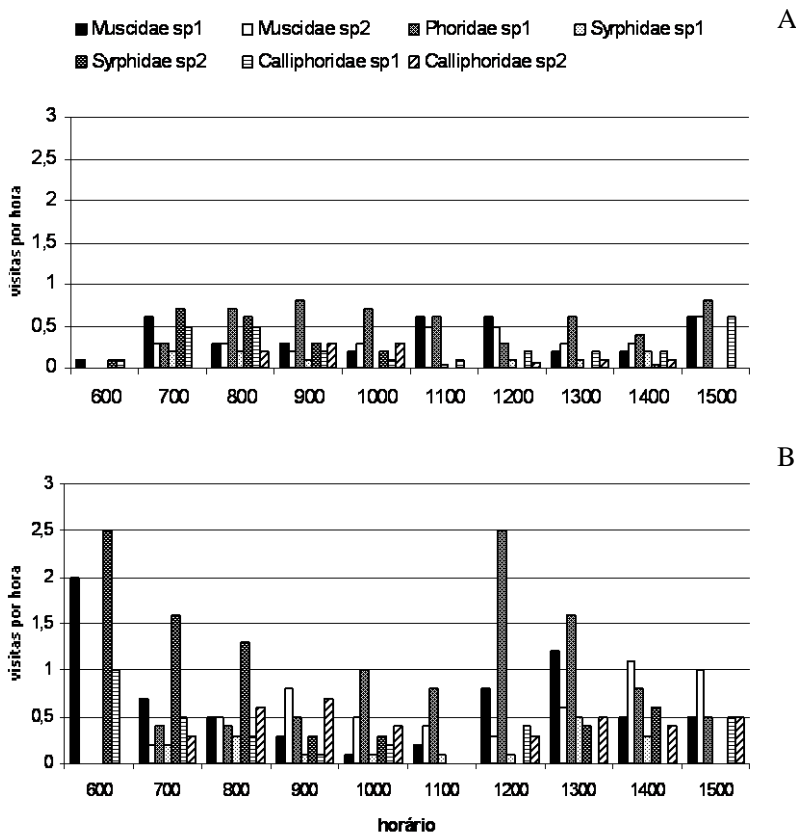


Figura 21 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Diptera mais frequentes em flores masculinas em *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

A respeito dos dípteros em flores masculinas, na primeira temporada as frequências foram muito baixas, não alcançando uma visita por hora. Phoridae sp1 e Muscidae sp1 foram os mais frequentes durante o dia, e os sirfídeos durante a manhã. Em 2009/2010 praticamente todas as frequências foram superiores. Phoridae sp1 mais uma vez se destacou nas horas mais quentes e Syrphidae sp2 nas primeiras horas da manhã. Muscidae sp1 visitou durante todo o dia, sendo vista principalmente nas primeiras horas da manhã e da tarde. Quase todas as espécies visitaram mais as flores pela manhã.

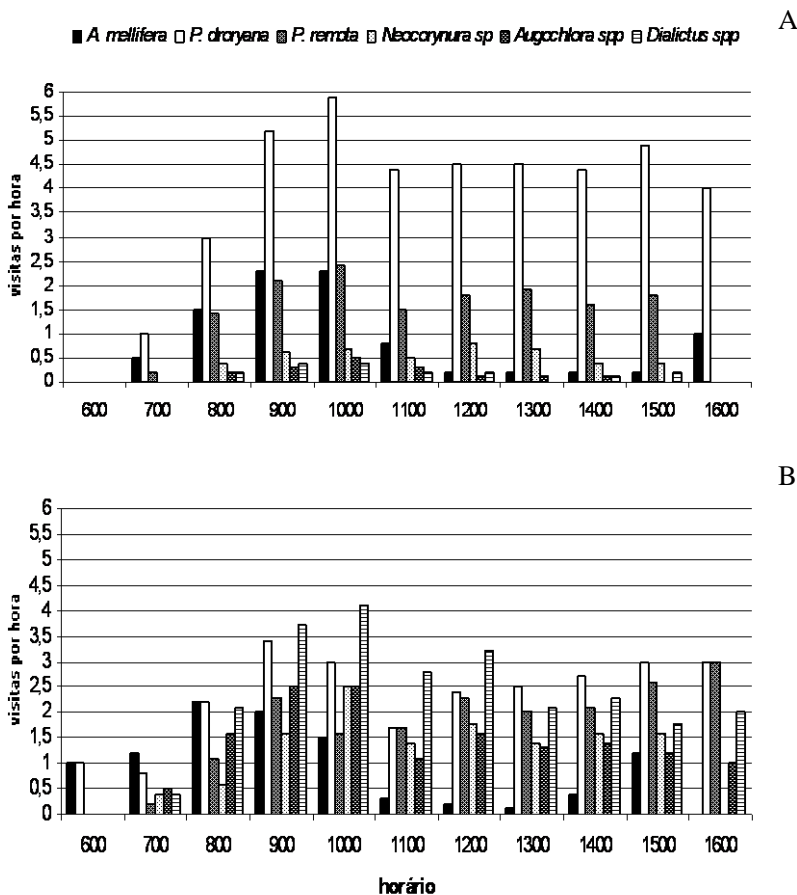


Figura 22 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Apoidea mais frequentes em flores femininas em *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Nas flores femininas, *P. droryana* foi muito mais frequente em todas as horas durante a primeira temporada, *A. mellifera* nas primeiras horas da manhã e *P. remota* manteve sua frequência. Em 2009/2010 as espécies

de *Dialictus* se destacaram no intervalo das 0900 às 1200 horas. A maioria das outras abelhas manteve sua frequência na mesma intensidade durante todo o dia.

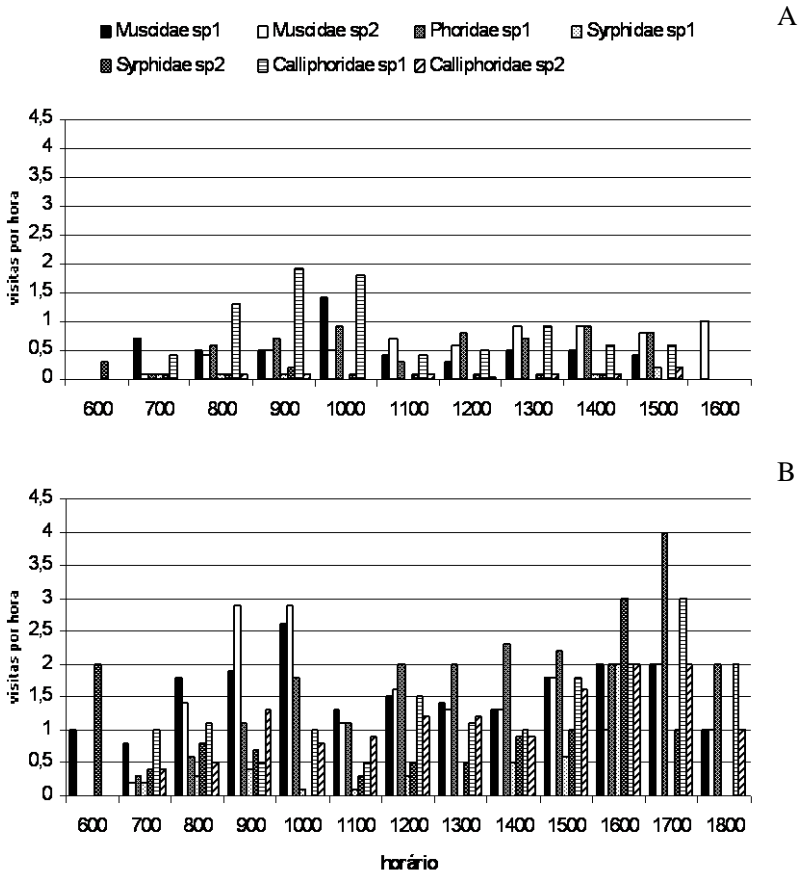


Figura 23 - Padrão temporal de visitação em frequência por hora de espécies de Diptera mais frequentes em flores femininas em *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) 2008/2009; B) 2009/2010.

Nas flores femininas os dípteros são mais predominantes. Em 2008/2009 novamente as frequências foram mais baixas, mas Calliphoridae sp2 se destacou das 0800 às 1000 horas, junto com Muscidae sp1. Já em 2009/2010 as espécies estiveram presentes durante todas as horas; Muscidae sp2 predominou durante a manhã, Syrphidae sp2 nas primeiras horas e Muscidae sp3 e Phoridae sp1 no final da tarde.

A tabela 8 mostra a quantidade de vezes que algumas espécies de abelhas foram avistadas praticando a coleta de diferentes recursos florais (néctar e pólen) no mesmo percurso de vôo. O comportamento de coleta efetuado por algumas abelhas tem relação direta com o sucesso da polinização. As espécies de Halictidae demonstraram maior frequência de coleta múltipla do que espécies de Apidae.

Tabela 8 - Número de vezes em que cada espécie de abelha foi avistada visitando flores femininas de *Euterpe edulis* com carga polínica em 40 horas de observação e porcentagem de visitas em flores femininas na temporada 2009/2010.

Espécie de abelha	Total de visitas	Frequência (%)
Apidae		
<i>Apis mellifera</i>	9	8
<i>Plebeia droryana</i>	13	22
<i>Plebeia remota</i>	14	17
<i>Plebeia emerina</i>	3	10
<i>Trigona spinipes</i>	1	0
Halictidae		
<i>Augochlora</i> sp	8	13
<i>Neocorynura</i> sp	15	9
<i>Augochloropsis</i> sp	2	2
<i>Dialictus</i> sp	17	19



A



B



C



D

Figura 24 - Insetos encontrados nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) *Camponotus* sp1 (Formicidae) em flores masculinas; B) *Camponotus* sp1 (Formicidae) em flores femininas; C) *Episcada* sp (Lepidoptera: Ithomiidae) em flores masculinas; D) Curculionidae sp (Coleoptera) em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid.

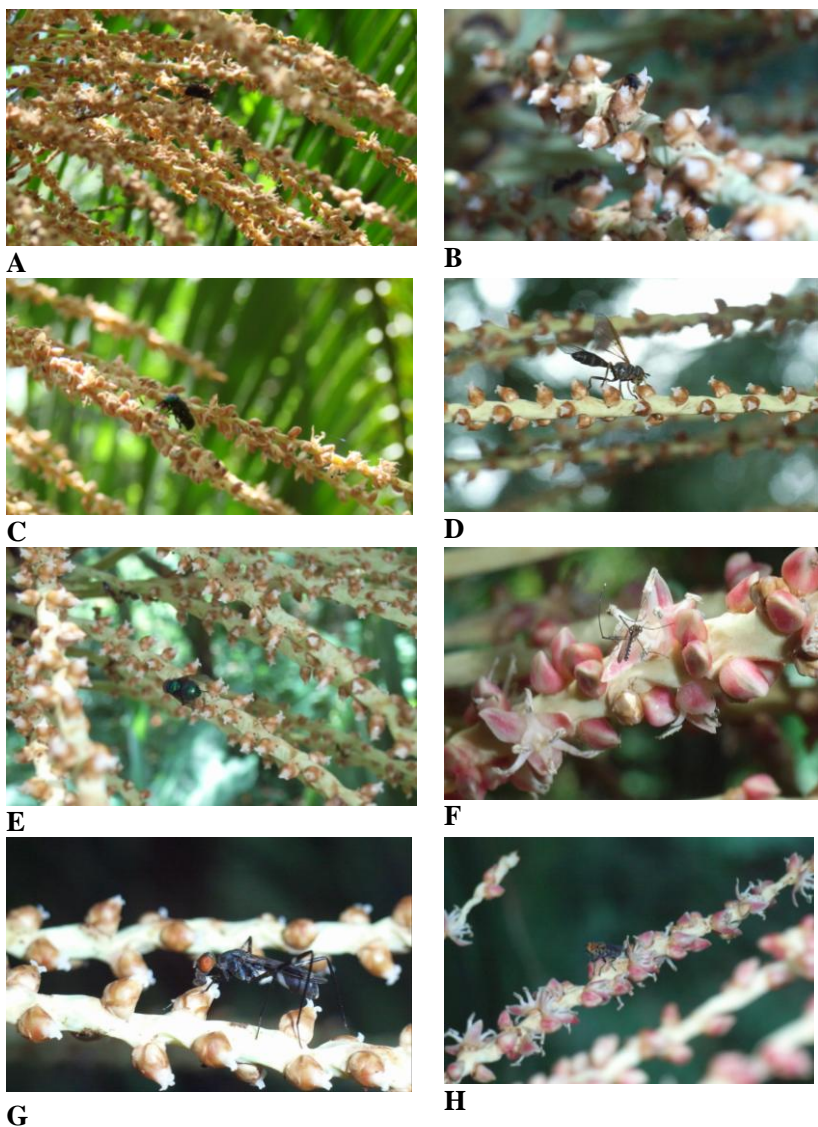


Figura 25 - Dípteros encontrados nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) Muscidae sp em flores masculinas; B) Muscidae sp em flores femininas; C) Syrphidae sp em flores

masculinas; D) Syrphidae sp em flores femininas; E) Calliphoridae sp em flores femininas; F) *Phoniomyia* sp. (Culicidae) em flores masculinas; G) Micropezidae sp em flores femininas; H) Pipunculidae sp em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid e Renata Campos.



A



B



C



D



E



F

Figura 26 - Abelhas (Apoidea) encontradas nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. A) *Plebeia droryana* (Apidae) em flores masculinas; B) *P. emerina* (Apidae) em flores femininas; C) *Habralictus* sp (Halictidae) em flores femininas; D) *Neocorynura* sp (Halictidae) em flores femininas; E) *Augochlora* sp

(Halictidae) em flores masculinas; F) *Dialictus* sp (Halictidae) em flores masculinas. Fotos: Simone Schmid.

DISCUSSÃO

Riqueza de espécies e espectro de visitantes florais

Neste trabalho foi observada uma grande diversidade de insetos pertencentes aos principais grupos de visitantes florais: abelhas, moscas, besouros e borboletas, conhecidos por utilizarem regularmente recursos de flores como alimento (Bawa 1990; Free 1993; Gullan & Cranston 2008). *Euterpe edulis* foi considerada uma planta com síndrome floral de entomofilia (Mantovani & Morellato 2000; Dorneles *et al.* submetido), promovendo recompensas acessíveis durante um grande período do ano, o que poderia explicar a diversidade de insetos visitantes (Küchmeister *et al.* 1997).

Outros autores também encontraram uma grande riqueza de visitantes florais em *Euterpe* spp pertencentes aos mesmos grupos aqui relatados: Mantovani & Morellato (2000) descreveram o comportamento dos insetos (abelhas, vespas, moscas e besouros) em *E. edulis* no estado de São Paulo, corroborando com estes resultados. Venturieri (2008), em *E. oleraceae* no Pará, listou como visitantes florais onze espécies de abelhas sem ferrão, halictídeos, *Apis mellifera*, besouros, moscas, vespas e formigas. Em *E. precatória* os visitantes mais abundantes foram besouros de diversas famílias e abelhas Halictidae. Vespas, formigas, abelhas Apidae, moscas Syrphidae e Drosophilidae e borboletas foram mais raras (Küchmeister *et al.* 1997). As características florais de *E. edulis* e *E. oleraceae* favoreceram a visitação por abelhas e moscas, enquanto *E. precatória* favoreceu os besouros.

Dos autores citados acima, apenas Küchmeister *et al.* (1997) descreveram em detalhes os visitantes, totalizando 36 espécies nas flores de *E. precatória*. Rosa (2000) encontrou em *B. capitata* 28 espécies de abelhas, mas não detalhou os demais visitantes. Os resultados preliminares indicam uma riqueza e um espectro de visitantes maior em *E. edulis*, ainda que estes resultados estejam subestimados dadas as espécies não-identificadas. A atração de vários visitantes diferentes parece ser uma característica típica de flores de palmeiras.

Frequência dos visitantes florais

Entre as abelhas, Apidae apresentou a maior frequência, especialmente *Apis* e Meliponini, devido ao seu comportamento eussocial, à perenidade da colônia e à capacidade de comunicação a respeito de fontes de alimento (Roubik 1989; Michener 2000). Entre os Meliponini, Reis *et al.* (1993) destacaram o papel de *Trigona spinipes* na polinização de *E. edulis* no estado de São Paulo, mas no presente estudo teve baixa frequência, provavelmente devido à competição com outras abelhas (*Plebeia* spp) ou à ausência de ninhos na propriedade. Na área agroflorestal o produtor cria sete espécies de meliponíneos, entre eles *Plebeia droryana*, *P. remota* e *P. emerina* (Dorneles *et al.* submetido), visitantes frequentes de *E. edulis*, o que pode ter aumentado sua abundância. Espécies de abelhas sem ferrão que formam grandes colônias e forrageiam em grandes grupos são capazes de dominar recursos, alterando padrões de forrageamento de outras abelhas (Lichtenberg *et al.* 2010).

Abelhas Halictidae também foram visitantes frequentes de flores masculinas e femininas de *E. edulis*; estas abelhas são comuns e abundantes em diversos ecossistemas da Ilha de Santa Catarina (Steiner *et al.* 2010), consideradas importantes polinizadores na América tropical e subtropical (Roubik 1989) e comumente citadas como visitantes florais de palmeiras. Küchmeister *et al.* (1997) citaram uma espécie desta família como possível polinizador de *E. precatoria*. Em *B. capitata*, 54% das espécies de abelhas e 96,6% dos indivíduos coletados pertenciam à Halictidae, sendo responsáveis pela polinização da planta (Rosa 2000) em ambiente de restinga.

Entre os Diptera, várias espécies das famílias Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae foram importantes visitantes. Moscas não especialistas são visitantes de floradas mais primitivas por apresentarem tamanho pequeno, probóscides curtas e aparelho bucal lambedor; como precisam de alimento apenas para seu próprio consumo e utilizam diversas fontes, sua atividade polinizadora é considerada irregular (Faegri & van der Pijl 1979; Gullan & Cranston 2008). Entretanto, podem ser importantes para a polinização devido à sua diversidade, abundância e presença durante o ano inteiro. Muscidae e Calliphoridae são consideradas moscas onívoras, mas Syrphidae é uma família consumidora de pólen e néctar (Gullan & Cranston 2008).

Formigas foram abundantes principalmente nas flores femininas; em geral são consideradas polinizadores secundários, pois não voam, seus corpos lisos não aderem pólen e não costumam transitar entre flores (Gullan & Cranston 2008); mas podem atuar como agentes de autopolinização em casos de sobreposição de fases e/ou inflorescências (Faegri & van der Pijl 1979). Borboletas e mariposas visitaram especialmente flores masculinas no horário matutino; esse grupo apresenta longas probóscides sugadoras (Gullan & Cranston 2008) e obtinha néctar mais facilmente através do nectário da flor masculina nas primeiras horas da manhã, quando a flor atingia sua maior produção (Dorneles *et al.* submetido). Besouros foram visitantes pouco abundantes, mas uma espécie da família Oedemeridae foi vista com frequência nas flores masculinas por se alimentar de pólen. Já os outros besouros procuravam néctar, assim frequentavam principalmente flores femininas.

Os índices de similaridade de Bray-Curtis e Sorensen para frequência total por hora mostraram pouca variação entre as temporadas e tipo de flor. Já a frequência média de indivíduos por hora, por dia, de flores masculinas e femininas para a temporada 2008/2009 teve diferença significativa, as flores masculinas tendo menos visitantes florais que a flores femininas, provavelmente pelas chuvas intensas que o litoral de Santa Catarina sofreu durante a primavera de 2008. Muitas flores possuem mecanismos que evitam a perda de pólen pelo vento, pela chuva ou excesso de umidade (Faegri & van der Pijl 1979), entretanto *E. edulis* não apresenta nenhum tipo de proteção, assim fatores climáticos interferem na dinâmica da sua reprodução. As flores masculinas, além de perder pólen e néctar pela chuva, também se desprendiam da ráquila mais facilmente, o que pode ter alterado as taxas de reprodução da espécie. Segundo Dorneles *et al.* (submetido), a produção de frutos na primeira temporada foi prejudicada. A comunidade de visitantes florais da região estudada, entretanto, demonstrou ser estável. Os insetos que utilizam os recursos florais de *E. edulis*, com algumas exceções, aparentam ser os mesmos para os dois tipos de flores.

Padrão temporal diário de visitação

Nas flores masculinas *Apis mellifera* foi sempre mais frequente durante as primeiras horas da manhã, pois são ativas desde cedo, podendo aproveitar o recurso polínico no momento da sua maior disponibilidade, o período matutino. As espécies de *Plebeia*, abelhas de tamanho

diminuto, têm sua atividade de vôo ligada à temperatura e umidade do meio (Hilário *et al.* 2001), assim foram mais frequentes depois das 0800 horas. Entretanto, permaneceram coletando o recurso mesmo depois de escasso (ver Dorneles *et al.* submetido), pois conseguiam forçar sua entrada nas flores semi-abertas. Os halictídeos dos gêneros *Augochlora*, *Neocorynura* e *Dialictus* foram mais frequentes nas horas mais quentes da manhã, provavelmente também devido à maior disponibilidade de pólen. As espécies de dípteros predominaram no período da manhã; neste período as flores masculinas produzem néctar em quantidade superior às femininas (Dorneles *et al.* submetido). Moscas muito pequenas como Phoridae sp1 e Muscidae sp3 estiveram presentes nas flores durante todo o dia, já os maiores como Calliphoridae e Syrphidae, durante a manhã. Espécies de insetos maiores podem ter acesso aos recursos florais mais cedo no dia do que os insetos menores, vantagem nos dias mais frescos da primavera (Gilbert 1985).

Nas flores femininas, *P. droryana* foi muito mais frequente em todas as horas durante a primeira temporada, já em 2009/2010 a frequência de todas as espécies foi maior e mais distribuída. Nas duas temporadas foi observado o pico de visitação entre as 0900 e 1000 horas, horário onde ocorre o aumento do volume do néctar e da concentração de açúcar (Dorneles *et al.* submetido). Entre os dípteros se percebe a preferência pelas flores femininas em relação às masculinas devido ao recurso coletado. Em 2008/2009 os insetos foram menos frequentes, sendo a maioria das visitas realizada das 0900 às 1400 horas. Já em 2009/2010 as espécies estiveram presentes durante todas as horas, com dois picos observados, entre as 0900 e 1000 horas e das 1500 às 1700 horas. Nestas flores a oferta de néctar é constante e a maior concentração (28% de açúcar) é encontrada justamente no final da tarde (Dorneles *et al.* submetido).

É interessante destacar a diferença da frequência entre a primeira e a segunda temporada; a intensa pluviosidade na primavera de 2008, conforme relatado acima, afetou diretamente os visitantes. As chuvas podem ter prejudicado a ação dos insetos, pois limitam as atividades de vôo, causam danos mecânicos às flores, inviabilizam os grãos de pólen e diluem a concentração de açúcares no néctar (Fisch *et al.* 2000). Ainda segundo Arruda *et al.* (1998), as condições climáticas podem interferir na atividade dos insetos e na disponibilidade dos recursos: na apresentação de pólen e néctar, e na composição e volume destes.

Possíveis polinizadores de Euterpe edulis

Pode-se considerar um possível polinizador o animal que visita regular e seguidamente os dois tipos de flores, uma vez que as estruturas reprodutivas das flores de *E. edulis* são expostas e o transporte dos grãos de pólen pode ser proporcionado através de suas patas, face e peças bucais. Muitos insetos encontrados neste estudo podem atuar como polinizadores, como constataram Mantovani & Morelatto (2000) e Rosa (2000) em *B. capitata*. Assim como *E. precatória* e *E. oleraceae*, *E. edulis* parece garantir sua reprodução atraindo diversos grupos de visitantes, com ambas as flores apresentando o mesmo odor e recompensa nectarífera (Küchmeister *et al.* 1997).

Os prováveis polinizadores são insetos de tamanho reduzido, abundantes e pertencentes às ordens Diptera e Hymenoptera. A maioria das moscas encontradas visitou flores masculinas pela manhã e femininas durante todo o dia, comportamento favorável à transferência polínica. A família Syrphidae, mesmo sendo menos abundante, apresentou frequência superior em flores masculinas em 50% dos casos, por ser consumidora de pólen. Arruda *et al.* (1998) demonstraram que a frequência de sirfídeos em flores varia de acordo com a busca por recurso (néctar ou pólen), disponibilidade de plantas floridas e competição com outros visitantes. Neste trabalho moscas como Muscidae e Calliphoridae apresentaram frequência alta, regular e constante nas visitas, ao mesmo tempo em que *E. edulis* parece representar uma fonte de alimento importante para estas espécies.

Apoidea foi o grupo mais frequente em flores masculinas por coletar pólen para sua cria, entretanto, a coleta de néctar pela maioria das espécies garantiu que estas atuassem fortemente na polinização, visitando também flores femininas. Foi confirmado que espécies de Halictidae apresentam com frequência o comportamento de coleta múltipla de pólen e néctar no mesmo vôo, assegurando um maior fluxo polínico. Abelhas solitárias como *Dialictus*, apesar de não serem tão frequentes como as espécies de *Plebeia*, foram as abelhas mais avistadas coletando ambos os recursos juntos, comportamento favorável para a polinização do açaizeiro. Rosa (2000) também destacou duas espécies de *Dialictus* como polinizadores efetivos de *B. capitata*.

Neste estudo considerou-se polinizador efetivo, entre as abelhas: *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina*, *Neocorynura* sp.,

Augochlora sp1. e *Dialictus* sp1.; já entre as moscas espécies de Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae. Estas abelhas e moscas foram consideradas polinizadoras legítimas dada a compatibilidade entre seu tamanho corporal e tamanho e morfologia das flores, contato direto com órgãos reprodutivos e frequência alta de visitas em flores de ambos os sexos.

CONCLUSÕES

Foi observada uma grande riqueza de espécies de visitantes das ordens Hymenoptera e Diptera, comuns em espécies de *Euterpe* e outras palmeiras; entretanto, a diversidade aqui relatada foi maior do que em estudos anteriores.

Entre as abelhas, Apidae apresentou a maior frequência, especialmente os gêneros de abelhas sociais *Apis* e *Plebeia*. Abelhas Halictidae também foram frequentes em flores masculinas e femininas de *E. edulis*. Espécies das famílias Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae (Diptera) apresentaram alta frequência de visitação em ambas as flores e podem ser consideradas boas polinizadores devido à sua diversidade, abundância e presença durante o ano inteiro.

As duas temporadas e tipos de flores foram similares em relação à frequência total por hora de observação e número médio de espécies por dia. Já a frequência média de indivíduos por hora, por dia, na temporada 2008/2009, as flores masculinas tiveram menos visitantes que a flores femininas; o mesmo não foi registrado para 2009/2010.

Nas flores masculinas *Apis mellifera* foi mais frequente nas primeiras horas da manhã, já espécies de *Plebeia*, da manhã à tarde. Os halictídeos foram mais frequentes no período matutino provavelmente devido à maior disponibilidade do recurso polínico. As espécies de Diptera predominaram no período da manhã, enquanto estas flores produziam néctar.

Nas flores femininas *P. droryana* foi frequente em todas as horas e halictídeos nas horas mais quentes do dia. Nas duas temporadas foi observado o pico de visitação entre as 0900 e 1000 horas, horário onde ocorre o aumento do volume do néctar e da concentração de açúcar. Dípteros visitaram estas flores durante todo o dia devido ao recurso

coletado; foi constatada a preferência de Diptera pelas flores femininas em relação às masculinas.

Possíveis polinizadores são animais que visitam regular e seguidamente os dois tipos de flores de *E. edulis*, pois estas estruturas reprodutivas são expostas, proporcionando assim o transporte do pólen. Insetos de tamanho reduzido, abundantes e pertencentes às ordens Diptera e Hymenoptera são os mais prováveis polinizadores.

Moscas Muscidae, Calliphoridae e Syrphidae apresentaram frequência alta e regular nas visitas, ao mesmo tempo em que *E. edulis* parece representar uma fonte de alimento importante para estas espécies, sugerindo a possibilidade de polinização. Apoidea foi mais frequente em flores masculinas, entretanto visitou também flores femininas, atuando na polinização. Abelhas solitárias como *Dialictus*, apesar de não serem tão frequentes como as espécies de *Plebeia*, foram avistadas muitas vezes coletando ambos os recursos juntos, comportamento favorável para a polinização do açazeiro.

Considerou-se polinizador efetivo, entre as abelhas: *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina*, *Neocorynura* sp., *Augochlora* sp1. e *Dialictus* sp1.; e entre as moscas espécies de Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pedro Faria Gonçalves e família pelo acesso ao local de estudo, CNPq e BMBF (Alemanha) pela concessão da bolsa para L.D. (380387/2010-7 DTI 2-2) e auxílio, a Malva Hernandez pela ajuda com análises estatísticas, a Rafael Kamke pela identificação de Apoidea, Gerson Muller pela identificação de Diptera, Fabiano Albertoni pela identificação de Coleoptera, Mônica Ulysséa pela identificação de Formicidae, Wilson Gonzáles pela identificação de Lepidoptera, Simone Schmid e Renata Campos pelas fotografias e a Paul Richard Momsem Miller pelo apoio. Este estudo faz parte do projeto “Dinâmica interna em florestas pluviais: especificidade das relações entre bromélias e fauna associada” (CNPq 590040/2006-5, BMBF 01LB0205A1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, MA. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária, Guaíba, RS. 592 p.
- Amador, DB & Viana, VM. 1998. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, 12: 105-110.
- Arruda, VLV; Sazima, M & Piedrabuena, AE. 1998. Padrões diários de atividade de sirfídeos (Diptera, Syrphidae) em flores. Revista Brasileira de Entomologia, 41: 141-150.
- Backes, P & Irgang, B. 2004. Mata Atlântica – as árvores e a paisagem. Editora Paisagem do Sul, Porto Alegre. 396 p.
- Bawa, KS. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Review of Ecology and Systematics, 21: 399-422.
- Daily, GC; Alexander, S; Ehlich, PR, Goulder, L; Lubchenco, J; Matson, PA; Mooney, HA; Postel, S; Schneider, SH; Tilman, D & Woodwell, GM. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Issues in Ecology, 2: 1-6.
- Dorneles, L; Zillikens, A; Steiner, J & Padilha, MTS. (submetido). Biologia da polinização do açazeiro-do-sul *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) em sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina. Revista Iheringia.
- Faegri, K & van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3ª ed. Pergamon Press, New York. 291 p.
- Fisch, STV; Nogueira Jr, LR & Mantovani, W. 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhongaba – SP). Revista Biociências, Taubaté, 6: 31-37.
- Free, JB. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, London, 2ª ed. 684 p.
- Gilbert, FS. 1985. Diurnal activity patterns in hoverflies (Diptera, Syrphidae). Ecological Entomology, 10: 385-392.
- Gullan, PJ & Cranston, PS. 2008. Os insetos: um resumo de entomologia. 3ª ed. Editora Roca, São Paulo. 440 p.
- Henderson, A. 2000. The genus *Euterpe* in Brasil. In: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius – (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.

- Hilário, SD; Imperatriz-Fonseca, VL & Kleinert, AMP. 2001. responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt*) (Apidae: Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia, 61: 191-196.
- Jardim, MAG & Stewart, PJ. 1994. Aspectos etnobotânicos e ecológicos das palmeiras no município de Novo Airão, estado do Amazonas, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica, 10: 69-76.
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems, 76: 1-10.
- Kearns, CA; Inouye, DW & Waser, NM. 1998. Endangered mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. Annual Review of Ecology and Systematic, 29: 83-112.
- Küchmeister, H; Silberbauer-Gottsberger, I & Gottsberger, G. 1997. Flowering, pollination, nectar standing crop and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. Plant Systematics and Evolution, 206: 71-97.
- Lichtenberg, EM; Imperatriz-Fonseca, VL & Nieh, JC. 2010. Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. Insectes Sociaux, 57: 105-113.
- Mac Fadden, J; Beretta, ME & Miller, PRM. 2009. A produção de açaí em Santa Catarina a partir da valorização do conhecimento tradicional. In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Brasília, DF.
- Mantovani, A & Morellato, LPC. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero. In: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Michener, CD. 2000. The bees of the world. USA: The Johns Hopkins University Press, 913 p.
- Reis, MS; Guimarães, E & Oliveira, GP. 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, Curitiba, PR.
- Rosa, L. 2000. Ecologia da polinização de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae), no sul do Brasil. Dissertação de mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, CCA, UFSC.
- Roubik, DW. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 514 p.

- Steiner, J; Zillikens, A; Kamke, R; Feja, EP & Falkenberg, DB. 2010. Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. Oecologia australis, 14: 16-39.
- Uhl, NW & Moore, HE. 1977. Correlations of inflorescence, flower structure and floral anatomy with pollination in some palms. Biotropica, 9: 170-190.
- Venturieri, G. 2008. Floral biology and management of stingless bees to pollinate assai palm (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) in eastern amazon. In: Pollinators Management in Brazil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 41 p.
- Zar, JH. 1999. Biostatistical analysis. 4^a ed, New Jersey: Prentice Hall. 347 p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho foi possível constatar que os sistemas agroflorestais podem ser ótimas alternativas para o cultivo de produtos de espécies arbóreas, pois permitem o consórcio destas com diversas outras espécies vegetais, ao mesmo tempo em que proporcionam a conservação dos solos e da biodiversidade. Este tipo de sistema cria microhabitats equilibrados que geram ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, produção de biomassa, umidade e alimento para fauna nativa, favorecendo o desenvolvimento saudável das plantas sem o uso de insumos externos. A criação de abelhas sem ferrão (meliponicultura) associada ao cultivo agroflorestal demonstrou ser muito viável não apenas pela sua função polinizadora, mas para restabelecer o equilíbrio ecológico do meio.

Os resultados encontrados mostraram que a população estudada de *Euterpe edulis* se reproduz através dos insetos, preferencialmente por fecundação cruzada advinda da movimentação das abelhas entre flores masculinas e femininas. Esta é uma espécie alógama que também pode se reproduzir por auto-polinização, mesmo que em menor grau; a sobreposição de flores femininas e masculinas no mesmo cacho ou em cachos seguidos aponta esta possibilidade. Para avaliar o nível de endogamia e alogamia são necessários estudos que analisem a diversidade genética da população, assim como uma avaliação da dispersão dos grãos de pólen.

Euterpe edulis é uma palmeira entomófila, seu longo tempo de floração beneficia abelhas e outros insetos promovendo recursos alimentares constantes e abundantes. As flores masculinas produzem grande quantidade de grãos de pólen, principalmente, e néctar durante a manhã; já as flores femininas têm a capacidade de produzir néctar durante toda a antese, em concentrações maiores. Este padrão favorece o movimento de abelhas entre as flores, uma vez que estas necessitam de ambos os recursos para alimentação de sua cria.

Outros grupos de insetos das ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera também foram vistos utilizando recursos destas flores, com uma riqueza e diversidade maiores do que as relatadas em estudos anteriores. Estes grupos são comuns em espécies de *Euterpe* e outras

palmeiras, mas até o presente estudo pouco se sabia sobre seu papel na inflorescência, suas interações e possibilidade de polinização de *E. edulis*.

Diptera e Hymenoptera compreenderam a maioria dos indivíduos encontrados; apesar do grande esforço amostral, a metodologia empregada priorizou o estudo do comportamento dos visitantes em detrimento à coleta sistemática dos indivíduos. Este tipo de metodologia deixa brechas no que diz respeito à identificação de certas espécies de visitantes, especialmente da ordem Diptera. Futuros estudos poderiam incluir maior coleta e detalhamento sobre espécies de moscas e seus padrões alimentares, apesar da dificuldade já apontada em encontrar especialistas na identificação desta complexa ordem de insetos, importante para a polinização de *E. edulis*.

O trabalho de campo realizado em duas temporadas de floração distintas permitiu observar a relevância das condições climáticas para a reprodução do açazeiro, a qual não seria distinguida caso o trabalho se realizasse em apenas uma etapa. Estudos de campo prolongados oferecem condições de comparação entre épocas que não seriam possíveis se a pesquisa tivesse sido realizada levando em conta apenas uma temporada de floração. Apesar do tempo da pesquisa de mestrado ser limitada, é importante considerar esse tipo de metodologia. As análises estatísticas acrescentam importantes dados às pesquisas sobre história natural, permitindo traçar conclusões a respeito da comunidade de insetos estudada.

A análise do padrão temporal dos insetos nas flores de ambos os sexos possibilita fazer uma conexão entre a dinâmica da produção de recursos florais pela planta e a atividade dos visitantes, proporcionando uma maior riqueza de informações a respeito do que leva os insetos a visitarem um ou outro tipo de flor em determinados períodos. Observações como: *Apis mellifera* é mais frequente nas primeiras horas da manhã, espécies de *Plebeia* durante todo o dia e dípteros preferem flores femininas, fornecem subsídios para a verificação de padrões comportamentais e tem relação direta com a produção dos recursos, ainda que as espécies de Diptera estejam subestimadas.

No presente trabalho foi considerado possível polinizador o animal que visita regular e seguidamente os dois tipos de flores de *E. edulis*, pois estas possuem estruturas reprodutivas expostas, proporcionando o

transporte do pólen; especificamente pequenas moscas e abelhas. Esta constatação é um tanto generalista e necessita bases mais precisas de informação. Futuros estudos deveriam incluir métodos que possibilitem a quantificação da eficiência da polinização para cada espécie importante de visitante através do isolamento de inflorescências e trabalhando com cada espécie separadamente. Este tipo de metodologia demanda mais tempo de pesquisa e esforço amostral, mas fornece dados precisos para verificação do papel específico de cada visitante na inflorescência.

Neste estudo abelhas do gênero *Plebeia* mostraram ser polinizadores potenciais do açazeiro, junto com *Apis mellifera*, *Neocorynura* sp., *Augochlora* sp1., *Dialictus* sp1. (Apoidea), espécies de Muscidae, Syrphidae e Calliphoridae (Diptera) devido à alta frequência em flores masculinas e femininas, a coleta de recursos florais de ambas as fontes e tamanho diminuto que possibilita o contato com as estruturas reprodutivas em todas as visitas. Ainda assim são necessários estudos mais aprofundados a respeito da eficiência da polinização por estas espécies.

Espécies nativas de abelhas e outros insetos podem ser facilmente utilizadas para incrementos na polinização de cultivares, através de práticas agrícolas menos agressivas e preservação de fragmentos florestais junto a propriedades rurais. Manejar o agroecossistema de maneira a manter a fauna de polinizadores ativa é uma atividade que pode gerar benefícios econômicos e ecológicos para o meio, assim como contribui para a eficiência e auto-sustento da produção.

A opção de manejar populações de abelhas sem ferrão através da meliponicultura sugere a possibilidade de incremento na formação de frutos de *E. edulis* através do aumento dos polinizadores. Neste caso, estudos que comparem áreas de plantio com e sem criação de abelhas são necessários para confirmar estas evidências. Outras populações de insetos podem ser estimuladas através da manutenção da agrobiodiversidade e fragmentos florestais que proporcionam habitat, moradia e alimentação. Estudos que comparem áreas de produção de açaí em outros sistemas de cultivo e com outras condições florestais são necessárias para maiores detalhes. Até o presente trabalho nenhum estudo de polinização de *E. edulis* havia sido realizado em sistema agroflorestal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, DG. 2001. A construção de sistemas agroflorestais a partir do saber ecológico local (O caso dos agricultores familiares que trabalham com agrofloresta em Pernambuco). Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas (UFSC/CCA/PGA).
- Altieri, MA. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária, Guaíba, RS. 592 p.
- Alves-dos-Santos, I. 2004. Conhecimento e criação de abelhas solitárias: um desafio. Revista Tecnologia e Ambiente (Criciúma), 10: 99-113.
- Amador, DB & Viana, VM. 1998. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, 12: 105-110.
- Arruda, VLV; Sazima, M & Piedrabuena, AE. 1998. Padrões diários de atividade de sirfídeos (Diptera, Syrphidae) em flores. Revista Brasileira de Entomologia, 41: 141-150.
- Backes, P & Irgang, B. 2004. Mata Atlântica – as árvores e a paisagem. Editora Paisagem do Sul, Porto Alegre. 396 p.
- Bawa, KS. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Review of Ecology and Systematics, 21: 399-422.
- Belcher, B & Schreckenberg, K. 2007. Commercialisation of Non-timber Forest Products: A Reality Check. Development Policy Review, 25: 355-377.
- Bennet, BC & Hicklin, JR. 1998. Uses of saw palmetto (*Serenoa repens*, Arecaceae) in Florida. Economic Botany, 52: 381-393.
- Byg, A & Balslev, H. 2000. Traditional knowledge of *Dypsis Fibrosa* (Arecaceae) in Eastern Madagascar. Economic Botany, 55: 263-275
- Calvi, GP & Pina-Rodrigues, FCM. 2005. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel pereira – RJ. Revista Universidade Rural, Seropédica, 25: 33-40.
- Caporal, FR & Costabeber, JA. 2003. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. Ciência & Ambiente, 27: 151-165.
- Castro, ER. 2007. Fenologia reprodutiva do palmito *Euterpe edulis* (Arecaceae) e sua influência na abundância de aves frugívoras na Floresta Atlântica. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

- Castro, MS; Koedam, D; Contrera, FAL; Venturieri, GC; Parra, GP; Malagodi-Braga, KS; Campos, LO; Viana, M; Cortopassi-Laurino, M; Nogueira-Neto, P; Peruquetti & Imperatriz-Fonseca, VL. 2006. Bee management for pollination purposes (C- Stingless bees). *In: Imperatriz-Fonseca, VL; Saraiva, AM & De Jong, D (eds.). Bees as pollinators in Brasil*. Holos Editora, Ribeirão Preto. 111 p.
- Clement, CR & Urpi, JEM. 1987. Pejibaye palm (*Bactris gasipaes*, Arecaceae): Multi-use Potential for the Lowland Humid Tropics. Economic Botany, 41: 302-311.
- Correa, MP. 1969. Dicionário das plantas úteis do Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v.1. 687 p.
- Daily, GC; Alexander, S; Ehlich, PR, Goulder, L; Lubchenco, J; Matson, PA; Mooney, HA; Postel, S; Schneider, SH; Tilman, D & Woodwell, GM. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Issues in Ecology, 2: 1-6.
- Dorneles, L; Zillikens, A; Steiner, J & Padilha, MTS. (submetido). Biologia da polinização do açazeiro-do-sul *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. Revista Iheringia.
- Faegri, K & van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3ª ed. Pergamon Press, New York. 291 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. *In: Freitas, BM & Pereira, JOP (eds.). Solitary Bees. Conservation, Rearing and Management for Pollination*. Imprensa Universitária, Fortaleza. 285 p.
- Fernandes, VMA. 2008. Manejo de árvores em sistemas agroflorestais cacauzeiros: percepção dos agricultores do Sul da Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Ferreira, FLV. 2001. Azambuja e Urussanga: memória sobre a fundação de uma colônia de imigrantes italianos em Santa Catarina. 2º Ed. Orleans: Gráfica do Lelo Ltda. 102 p.
- Ferreira, JML. 2005. Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Fisch, STV; Nogueira Jr, LR & Mantovani, W. 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva

- Ecológica do Trábiju, Pindamonhongaba – SP). Revista Biotécnicas, Taubaté, 6: 31-37.
- Free, JB. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, London, 2. ed. 684 p.
- Freitas, BM & Pinheiro, JN. 2010. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. Oecologia australis, 14: 282-298.
- Gilbert, FS. 1985. Diurnal activity patterns in hoverflies (Diptera, Syrphidae). Ecological Entomology, 10: 385-392.
- Gliessman, SR. 2003. Agroecología y agroecossistemas. Ciência & Ambiente, 27: 107-120.
- Gullan, PJ & Cranston, PS. 2008. Os insetos: um resumo de entomologia. 3ª ed. Editora Roca, São Paulo. 440 p.
- Heard, TA. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology, 44: 183-206.
- Hecht, SB. 2002. A evolução do pensamento agroecológico. In: Altieri, MA. (Ed.). Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária, Guaíba, RS. 592 p.
- Henderson, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review, 52: 221-259.
- Henderson, A. 2000. The genus *Eutерpe* in Brasil. In: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). Eutерpe edulis Martius – (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Hilário, SD; Imperatriz-Fonseca, VL & Kleinert, AMP. 2001. responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt*) (Apidae: Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia, 61: 191-196.
- Imperatriz-Fonseca, VL & Dias, BFS. 2004. Brazilian Pollinators Initiative. In: Freitas, BM & Pereira, JOP (eds.). Solitary Bees. Conservation, Rearing and Management for Pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza. 285 p.
- Jacobi, CM; Franceschinelli, EV; Gribel, R; Kevan, PG; Ochieng, A; Patrício, EFLRA & Roubik, DW. 2006. Assessment of pollinator – mediated gene flow. In: Imperatriz-Fonseca, VL; Saraiva, AM & De Jong, D (eds.). Bees as pollinators in Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto. 111 p.
- Jardim, MAG & Stewart, PJ. 1994. Aspectos etnobotânicos e ecológicos das palmeiras no município de Novo Airão, estado do Amazonas, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica, 10: 69-76.

- Jensen, OH & Balslev, H. 1995. Ethnobotany of the fiber palm *Astrocaryum chambira* (Arecaceae) in Amazonian Ecuador. Economic Botany, 49: 309-319.
- Johnson, DV. 1998. Non-Wood Forest Products 10: Tropical Palms. Food and Agricultura of the United States (FAO).
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems, 76: 1-10.
- Kearns, CA; Inouye, DW & Waser, NM. 1998. Endangered mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. Annual Review of Ecology and Systematic, 29: 83-112.
- Kitamura, PC. 2003. Agricultura sustentável no Brasil: avanços e perspectivas. Ciência & Ambiente, 27:7-28.
- Kremen, C. 2004. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass, or species trait? *In*: Freitas, BM & Pereira, JOP (eds.). Solitary Bees. Conservation, Rearing and Management for Pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza. 285 p.
- Küchmeister, H; Silberbauer-Gottsberger, I & Gottsberger, G. 1997. Flowering, pollination, nectar standing crop and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. Plant Systematics and Evolution, 206: 71-97.
- Lichtenberg, EM; Imperatriz-Fonseca, VL & Nieh, JC. 2010. Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. Insectes Sociaux, 57: 105-113.
- Lorenzi, H; Souza, HM; Medeiros-Costa, JT; Cerqueiro, LSC & von Behr, N. 1996. Palmeiras no Brasil. Nativas e exóticas. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP. 303 p.
- Mac Fadden, J; Beretta, ME & Miller, PRM. 2009. A produção de açaí em Santa Catarina a partir da valorização do conhecimento tradicional. *In*: Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Brasília, DF.
- Machado, CP; Silveira, FA; Albuquerque, P; Biesmeijer, J; Campos, MJO; Eardley, C; Gemmil, B; Griswold, T; Kwapong, P; Marco, P; Oliveira, FF; Paiva, JR; Pires, C; Potts, S; Ramalho, F; Ramalho, M; Raw, A; Rego, M; Ruggiero, M & Zanella, F. 2006. Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. *In*: Imperatriz-Fonseca, VL; Saraiva, AM & DeJong, D (eds.). Bees as pollinators in Brasil. Holos Ed., Ribeirão Preto. 111 p.

- Mantovani, A & Morellato, LPC. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. *In*: M. S. Reis & A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Meeuse, ADJ. 1972. Palm and pandan pollination: primary anemophily or primary entomophily? *The Botanique*, 3: 1-7.
- Michener, CD. 2000. *The bees of the world*. USA: The Johns Hopkins University Press, 913 p.
- Miller, RP & Nair, PKR. 2006. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforestry Systems*, 66: 151-164.
- Ministério Brasileiro do Desenvolvimento, Brasília. 2006. International pollinators initiative: the São Paulo declaration on pollinators. *In*: Kevan, PG & Imperatriz-Fonseca, VL. (Eds.). *Pollinating Bees. The Conservation Link between Agriculture and Nature*. Brasília, DF, Brazil. 2ª ed. 336 p.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e Criação das Abelhas Indígenas sem Ferrão*. Ed. Nogueirapis, São Paulo, SP. 445 p.
- Padilha, MTS; Silva, NR; Santos, II & Padilha, JCF. 2006. Aspectos do conhecimento de apicultores sobre o manejo de rainha e a sanidade da abelha africanizada em duas regiões catarinenses. *In*: *Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC*, Florianópolis, SC.
- Reis, A. 1995. Distribuição de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC. *Tese de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal – Universidade Estadual de Campinas, SP*.
- Reis, MS & Reis, A. (Eds.). 2000. *Euterpe edulis* Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. 335 p.
- Reis, MS; Guimarães, E & Oliveira, GP. 1993. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmitreiro (*Euterpe edulis*) em mata residual do estado de São Paulo. *In*: *Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro*, Curitiba, PR.
- Reitz, R. 1974. Palmeiras. *In*: *Flora ilustrada catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Richards, KW & Kevan, PG. 2006. Aspects of bee diversity, crop pollination and conservation in Canada. *In*: Kevan, PG & Imperatriz-

- Fonseca, VL. (Eds.). Pollinating Bees. The Conservation Link between Agriculture and Nature. Brasília, DF, Brazil. 2ª ed. 336 p.
- Ricketts, TH. 2003. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. Conservation Biology, 18: 1262-1271.
- Rocha, AE. 2001. A conservação da mata ciliar como estratégia de segurança alimentar na comunidade ribeirinha de Morros – MA. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Rogez, H. 2000. Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação. Belém: EDUFPA, 313p.
- Rosa, L. Ecologia da polinização de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae), no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Rosa, MF; Abreu, FAP; Furtado, AAL; Brígido, AKL & Norsões, VER. 2001. Processo agroindustrial: obtenção de pó da casca de coco verde. Fortaleza: EMBRAPA, não paginado (comunicado técnico).
- Roubik, DW. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 514 p.
- Runk, JV. 1998. Harvesting impact and economic value of *Geonoma deversa*, Arecaceae, an understory palm used for roof thatching in the Peruvian Amazon. Economic Botany, 52: 168-182.
- Schirmann, GS; Rebollar, PM & Miller, PRM. 2009. Açaí na dieta brasileira: tradições regionais e valor nutricional. In: Anais do congresso brasileiro de agroflorestas, Brasília.
- Sch lindwein, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto.
- Schmid, R. 1970. Notes on the reproductive biology of *Asterogyne martiana* (Palmae). II. Pollination by syrphid flies. Journal of the Palm Society, 14:39-49.
- Seoane, CES; Sebbenn, AM & Kageyama, PY. 2005. Sistema de reprodução em duas populações naturais de *Euterpe edulis* M. sob diferentes condições de manejo florestal. Scientia Forestalis, 69: 13-24.
- Silva Filho, JLV. 2005. Análise econômica da produção e transformação em ARPP, dos frutos de *Euterpe edulis* mart. em açaí no município de Garuva estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas (UFSC/CCA/PGA).

- Silveira, FA; Melo, GAR & Almeida, EAB. 2002. Abelhas Brasileiras - Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: F. A. Silveira, 253 p.
- Souza, VC & Lorenzi, H. 2008. Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP. 704 p.
- Steffan-Dewenter, I & Tscharntke, T. 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. Oecologia, 121: 432-440.
- Steiner, J; Harter-Marques, B. Zillikens, A & Feja, EP. 2006. Bees of Santa Catarina Island, Brasil- a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). Zootaxa, 1220: 1-18.
- Steiner, J; Zillikens, A; Kamke, R; Feja, EP & Falkenberg, DB. 2010. Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. Oecologia australis, 14: 16-39.
- Suertegaray, CEO. 2002. Dinâmica da cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em sistemas agroflorestais e monocultivos. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Théry, M; Stevens, AD; Hoppe, JR; Charles-Dominique, P & Schuchmann, KL. 1998. Angiosperm pollination and seed dispersal, a review. Ecotropica, 4: 69-91.
- Uhl, NW & Moore, HE. 1977. Correlations of inflorescence, flower structure and floral anatomy with pollination in some palms. Biotropica, 9: 170-190.
- Velthuis, HHW & van Doorn, A. 2004. The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. *In*: Freitas, BM & Pereira, JOP (eds.). Solitary Bees. Conservation, Rearing and Management for Pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza. 285 p.
- Venturieri, G. 2008. Floral biology and management of stingless bees to pollinate assai palm (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) in eastern amazon. *In*: Pollinators Management in Brazil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 41 p.
- Zar, JH. 1999. Biostatistical analysis. 4^a ed, New Jersey: Prentice Hall. 347 p.