

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

Livia Leal Dorneles¹, Anne Zillikens², Josefina Steiner¹ & Marília Terezinha Sangoi Padilha³

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Depto de Biologia Celular, Embriologia e Genética, Florianópolis, SC. josefina.steiner@ufsc.br

² Universidade de Tübingen, Medizinisch-Naturwissenschaftliches-Forschungszentrum, Tübingen, Alemanha. anne.zillikens@uni-tuebingen.de

³ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural.

Recebido em 06.IV.2011. Aceito em 25.VI.2013

RESUMO – Trinta indivíduos de *Euterpe edulis* Mart. (*Arecaceae*) foram observados em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina para verificar fenologia, sistema reprodutivo, néctar, visitação por abelhas sociais e frutificação durante duas temporadas, de novembro 2008 a março 2010. A floração estendeu-se de setembro a março, com média de 4,2 inflorescências/palmeira. Flores masculinas produziram néctar de manhã e femininas durante todo o dia. Foram observadas as espécies *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina* e outros Meliponina visitando ambas as flores e duas espécies de *Bombus* somente nas masculinas. A maturação dos frutos ocorreu de julho a setembro. Foram formados 2,3 infrutescências/palmeira com média de 2100 frutos. A frutificação foi dependente da ação dos polinizadores; a espécie é autocompatível, porém apresenta maior frutificação com polinização cruzada. As abelhas do gênero *Plebeia* foram consideradas polinizadores potenciais. O manejo destas populações pode ampliar a formação de frutos pelo aumento de polinizadores.

Palavras-chave: palmito, biologia floral, abelhas, Meliponina, *Plebeia*.

ABSTRACT – **Pollination biology of *Euterpe edulis* Martius (*Arecaceae*) and association with social bees (*Apidae: Apini*) in an agroforestry system on Santa Catarina Island.** Thirty individuals of *Euterpe edulis* Mart. (*Arecaceae*) were observed in an agroforestry system on Santa Catarina Island to determine phenology, floral morphology, reproductive system, nectar production, visits by social bees (*Apidae: Apini*) and fructification during two flowering periods from November 2008 to March 2010. Flowering period lasted from September to March, with means of 4.2 inflorescences per palm, starting with the male phase and ending with the female phase. Male flowers produced nectar in the morning and female during the whole day. Visiting bees were *Apis mellifera*, *Plebeia droryana*, *P. remota*, *P. emerina* and other Meliponina in flowers of both sexes and two species of *Bombus* in male flowers. Fruit maturation occurred from July to September. Palms formed 2.3 infructescences per palm with a mean of 2100 fruits. Insect pollination was necessary for fruit formation. The species produced more fruits after cross-pollination but self-pollination was also accepted. Stingless bees of the genus *Plebeia* were considered potential pollinators. The possibility to handle their populations might increase fruit formation through the increase in pollinator abundance.

Keywords: palmito, floral biology, bees, Meliponina, *Plebeia*.

INTRODUÇÃO

O gênero *Euterpe* Gaertn. compreende sete espécies distribuídas na América em florestas de terras baixas e montanhas (Henderson, 2000).

São encontradas cinco espécies no Brasil: *Euterpe edulis*, *E. catinga* Wallace, *E. oleracea* Martius, *E. longibracteata* Barbosa Rodrigues e *E. precatória* Martius (Henderson, 2000). *Euterpe edulis* (juçara, palmito, açazeiro) é encontrado ao longo da costa

atlântica do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (Henderson, 2000). Ocupa o estrato médio da floresta e é tolerante à sombra. Conhecido pelo fornecimento do palmito, seu intenso extrativismo predatório com o corte dos indivíduos nativos levou ao comprometimento da regeneração natural (Reis & Reis, 2000). Atualmente a comercialização dos seus frutos em forma de polpa de açaí pode garantir a perpetuação da espécie e promover uma nova alternativa de renda para produtores rurais (Mac Fadden, 2005). As palmeiras em geral apresentam grande potencial para cultivo agroflorestal, pois associam-se facilmente com outras espécies vegetais, sendo muitas de suas partes usadas por populações tradicionais e indígenas (Lorenzi *et al.*, 1996).

Sistema agroflorestal é um povoamento permanente similar à floresta combinando árvores com o cultivo de espécies agrícolas e animais (Altieri, 2002). Apresenta grande potencial para o desenvolvimento sustentável pela conservação dos solos e da água, 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), além de fornecerem serviços de polinização, muito importantes para a produção e manutenção dos alimentos e produtos vegetais (Kearns *et al.*, 1998). Entre os insetos, as abelhas constituem o grupo mais importante de polinizadores (Bawa, 1990; Free, 1993). Abelhas sociais (Apidae: Apini) formam colônias que podem variar de centenas a milhares de operárias (Roubik, 1989; Michener, 2000).

Por ser uma palmeira não estolonífera, *E. edulis* depende de sementes para reprodução e estas dependem do sucesso da polinização das flores. A monoiccia é uma condição normal em palmeiras, sendo a separação temporal da antese o mecanismo mais comum para evitar autofecundação (Henderson, 1986). A síndrome floral de entomofilia foi verificada em *E. edulis* em Santa Catarina (Mantovani & Morellato, 2000), *E. precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997) e *E. oleraceae* (Venturieri, 2008) na Amazônia. Os visitantes florais observados em *E. edulis* incluem abelhas, vespas, moscas e besouros (Mantovani & Morellato, 2000). Para *E. oleraceae* no Pará há registro de onze espécies de abelhas sem ferrão, *A. mellifera* e outras abelhas (Venturieri, 2008). Em *E. precatoria* foram observados meliponíneos, halictídeos e principalmente besouros (Küchmeister *et al.*, 1997).

Esta pesquisa emergiu da necessidade de ampliar os conhecimentos sobre polinizadores nativos, que podem auxiliar formas alternativas de agricultura, como os sistemas agroflorestais. A exploração predatória do palmito ao longo dos últimos anos levou à quase extinção da espécie (Reis & Reis 2000), mas hoje a disseminação do comércio dos frutos do açaí promove a regeneração e a valorização da espécie como novo produto de subsistência e mercado. Muitos trabalhos a respeito de *E. edulis* foram realizados na Mata Atlântica (Reis *et al.*, 1993; Reis, 1995; Fisch *et al.*, 2000; Mantovani & Morellato, 2000; Reis & Reis, 2000; Calvi & Pina-Rodrigues, 2005; Campos *et al.*, 2012), mas pouco se sabe sobre suas estratégias de reprodução e polinizadores efetivos ao longo da sua floração, constituindo uma lacuna nesta área de estudo.

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 com meliponário na Ilha de Santa Catarina, e assim promover subsídios para aumento da produção de frutos da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada em uma propriedade agroflorestal familiar localizada no noroeste da Ilha de Santa Catarina, bairro Ratoles (27°31'28" S, 48°27'55" O) (Fig. 1A). A propriedade possui 11 ha, sendo 9 ha de mata secundária e 2 ha de área habitada com poucas construções, horta, galinheiro, meliponário e agrofloresta. Esta encontra-se distribuída por estes 2 ha e consiste principalmente de palmiteiros, bananeiras, frutíferas exóticas (*Averroa carambola* L., *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck., *Coffea arabica* L.), leguminosas (espécies de *Inga*, *Caesalpinia ferrea* Mart., *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake.), mirtáceas (*Eugenia uniflora* L., *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel, *Psidium cattleianum* Sabine), bromeliáceas e outras plantas.

Os indivíduos de *E. edulis*, com cerca de 50 palmeiras em idade reprodutiva, foram cultivados em uma área inferior a 1 ha. O meliponário foi instalado em 2006 com colônias de *Melipona quadrifasciata* Lepageletier, 1836 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e vem sendo ampliado desde então. Atualmente são 33 colônias de *M. quadrifasciata* (população

estimada de 14.700 operárias), 16 de *T. angustula* (54.250 operárias), 10 de *M. mondury* Smith, 1863 (6.500 operárias), oito de *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836 (49.000 operárias), sete de *M. bicolor schenky* Gribodo, 1893 (2.900 operárias), quatro de *Plebeia droryana* Friese, 1900 (2.450 operárias), três de *P. emerina* Friese, 1900 (2.000 operárias), três de *P. remota* Holmberg, 1903 (2.500 operárias) e uma de *M. marginata* Lepeletier, 1836 (500 operárias).

As observações de campo e coletas foram realizadas de novembro 2008 a março 2010, por meio de um andaime de madeira construído no local para dar acesso às inflorescências (Fig. 1C).

Métodos

Indivíduos de *E. edulis* foram observados semanalmente quanto à fenologia, contando-se o total de inflorescências e infrutescências disponibilizadas na primeira temporada (2008/2009, n=11 indivíduos) e na segunda temporada (2009/2010, n=30 indivíduos).

Foram observados sete indivíduos quanto aos parâmetros de morfologia floral, número de inflorescências, número de flores por inflorescência, número de ráquulas, disposição de flores masculinas e femininas e duração das fases masculina e feminina.

Para documentar a produção de néctar (Fig. 1B), ráquulas 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 tratamentos de sistema reprodutivo foram selecionadas cinco palmeiras e ensacadas com TNT duas ráquulas de cada inflorescência (Fig. 1D), marcando 20 flores para autopolinização espontânea (ráquula 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 polinização pelo vento (anemofilia), através da disposição de oito lâminas de microscopia com glicerina líquida a 1 metro 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.



Figs. 1 A-D. Propriedade familiar agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. **A.** Sistema agroflorestal de açaizeiros, bananeiras, inhame e leguminosas; **B.** Coleta de néctar das flores masculinas através de microcapilares; **C.** Andaime de madeira entre as palmeiras; **D.** Inflorescência parcialmente isolada para permitir os tratamentos de sistema reprodutivo.

Para amostragem dos visitantes florais (abelhas sociais), foram realizadas observações quinzenais nas flores masculinas das 06:00 às 15:00 hs e nas femininas das 06:00 às 18:00 hs. 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 o recurso coletado. Totalizaram 50 horas de observação nas flores masculinas em 2008/2009 e 28 horas em 2009/2010. Flores femininas foram observadas por 36 horas em 2008/2009 e o mesmo tempo 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. O padrão temporal foi obtido pela média da quantidade de visitas por hora de visitação. Para testar a similaridade dos visitantes 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 usando o programa *Primer 6 Beta*. Também foram medidos o índice de riqueza de Margalef (d) e o índice de equitabilidade de Pielou (J') com o mesmo programa.

A formação de frutos foi acompanhada e documentada logo após o término da floração e dois 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 2.500 frutos), médio (de 1.000 a 2.500 frutos) e pobre (- de 1.000 frutos). Para os demais cachos formados (57) a quantidade de frutos foi estimada e enquadrada nas mesmas categorias.

RESULTADOS

Fenologia

No início da floração em dezembro de 2008 as palmeiras se apresentavam de diversas formas: sem inflorescências (16), com apenas uma inflorescência (7) ou com duas inflorescências (7). O maior número de inflorescências com flores abertas (14) foi registrado em 29 de dezembro, nos 11 indivíduos amostrados, pois algumas palmeiras apresentavam mais do que uma inflorescência disponível. 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 de 2009 (Fig. 2). A floração durou até a primeira semana de março, assim como no ano anterior. Nas duas temporadas o pico da floração ocorreu na mesma época. Os cachos em processo de frutificação continuaram na palmeira até o amadurecimento dos frutos ou, quando não polinizados, estes secavam e se desprendiam.

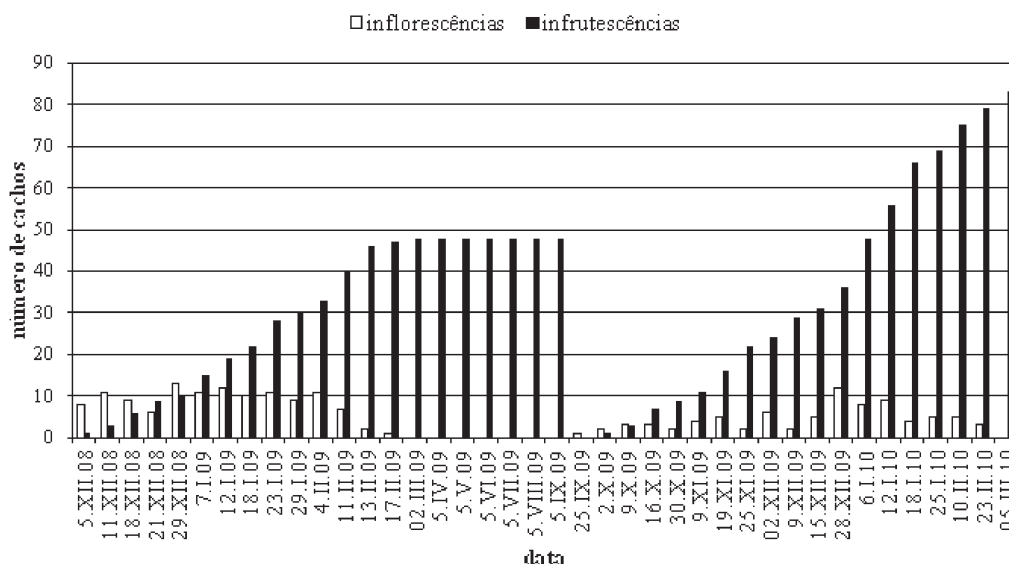


Fig. 2. Fenologia da floração de *E. edulis* medida pelo número total de inflorescências (com flores masculinas ou femininas) e infrutescências emitidas por semana no período de 2008/2009 (n = 11 indivíduos) e de 2009/2010 (n = 30 indivíduos) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.

Biologia floral e sucessão de flores

As palmeiras apresentaram de dois a sete inflorescências, com média de $4,2 \pm 1,1$ (desvio padrão) cachos por palmeira ($n = 30$ plantas). Os cachos desprendiam-se envolvidos por uma espata que caía após poucas horas ou até dois 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 ($\pm 6h$), sendo que a liberação do pólen ocorria mais tarde (entre 7h e 8h). Após a extração do néctar e pólen, as flores masculinas desprendiam-se da ráquila, durando menos de um dia. Este processo durou de sete a nove dias, com a abertura de novas flores a cada dia. As flores femininas tiveram duração de um dia, sua abertura, produção de néctar e exposição do estigma ocorreu logo após a queda das últimas flores masculinas, e novas flores frescas foram observadas por três a quatro dias. Ambas as flores apresentaram odor doce suave. As flores femininas não polinizadas desprendiam-se da ráquila no final

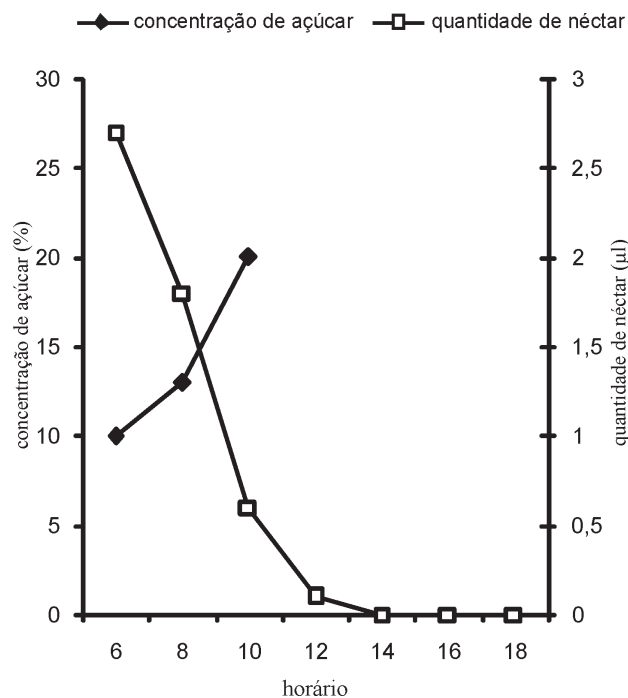
do dia, enquanto as polinizadas permaneciam formando os frutos.

Estrutura das flores e produção de néctar

As flores masculinas possuíam três pétalas abertas, seis anteras e grãos de pólen pulverulento. O néctar ficava acumulado no centro da flor, junto ao gineceu rudimentar (pistilóide) e das glândulas nectaríferas. As flores femininas, menores, possuíam três pétalas imbricadas, três estigmas e ovário tricarpelar com apenas um óvulo. O nectário encontrava-se na base dos estigmas e ao redor destes. Flores masculinas e femininas apresentaram néctar desde a antese, com média de 0,16 μ l e a concentração de açúcar de 20% em cada flor masculina, e nas flores femininas a média de néctar foi de 0,11 μ l e a concentração de 23% ($n = 28$ flores). As flores masculinas produziram néctar apenas durante a manhã (Fig. 3A), enquanto as femininas produziram néctar durante todo o dia, até o fim da tarde (Fig. 3B). Somente as flores não polinizadas continuaram a ofertar néctar.

As flores masculinas ofertaram néctar diluído desde cedo na manhã e mais concentrado entre 8 h e 10 h. Depois das 10 h o néctar não foi mais

A) flores masculinas



B) flores femininas

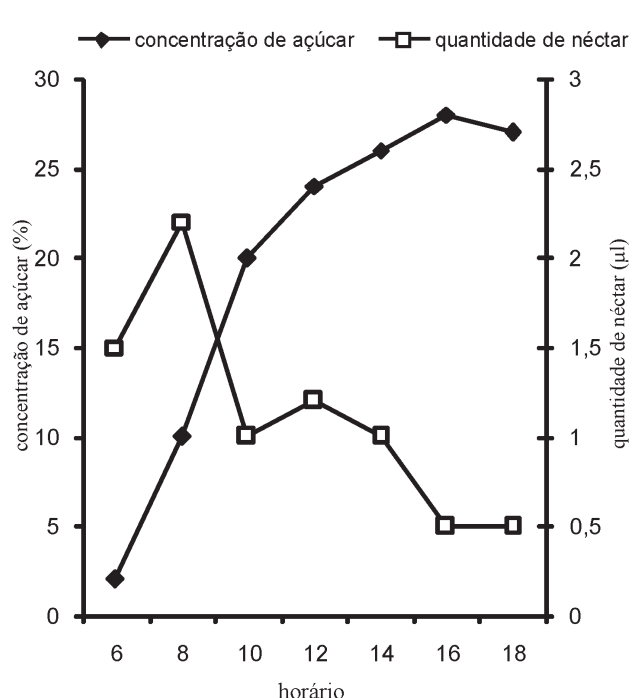


Fig. 3 A, B. Padrão diário de secreção de néctar (μ l) e concentração de açúcar (%) nas flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. **A.** Masculinas ($n = 5$ flores); **B.** Femininas ($n = 8$ flores).

produzido ou não foi mais produzido em quantidade suficiente para ser coletado. Para as flores femininas observou-se o fornecimento constante de néctar, também bastante diluído durante a manhã. Depois das 10h a concentração de açúcar aumentou até o final da tarde, alcançando concentração máxima em torno dos 25%.

Sistema reprodutivo

Verificou-se a ausência de frutos formados por autopolinização espontânea. A polinização cruzada efetuada com pólen de outra palmeira foi a que apresentou melhores resultados, com 80% de frutos formados. A polinização natural formou apenas 48% de frutos (Tab. 1).

Tabela 1. Análise do sistema reprodutivo de *E. edulis* através de tratamentos de polinização em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina.

Tratamento	Flores tratadas (N)	Frutos formados (N)	Porcentagem (%)
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 (Max = 46; mín = 7) por 324 mm² de lâmina contada ($\pm 12,9$ desvio padrão) a 1m de distância das palmeiras.

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, tribo Apini *sensu* Silveira *et al.*, 2002) foram abordadas aqui (Tab. 2). As espécies do gênero *Plebeia* foram as mais abundantes nas flores masculinas e femininas; destacando-se *P. droryana*. *Apis mellifera* também foi abundante; as demais abelhas sociais tiveram frequências muito baixas (Fig. 4).

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

Táxon	Frequência por hora		Recurso coletado
	Masculinas (n = 78 h)	Femininas (n = 72 h)	
Apina			
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758*	4,7	4,7	P/N
Meliponina			
<i>Plebeia droryana</i> Friese, 1900	10,7	17,7	P/N
<i>Plebeia remota</i> Holmberg, 1903	6,6	9,2	P/N
<i>Plebeia emerina</i> Friese, 1900	5,3	5,3	P/N
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	1,1	0,1	P/N
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> Lepeletier, 1836	0,01	0,04	P/N
<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811	0,03	0,03	P/N
<i>Melipona marginata</i> Lepeletier, 1836	-	0,04	P/N
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	0,01	0,01	P/N
<i>Melipona mondury</i> Smith, 1863**	-	0,01	P/N
Bombina			
<i>Bombus morio</i> Swederus, 1787	0,1	-	P
<i>Bombus brasiliensis</i> Lepeletier, 1835	0,1	-	P

* espécie exótica na América; ** espécie exótica na Ilha de Santa Catarina. P: pólen, N: néctar.

Os mesmos visitantes foram amostrados nos dois tipos de flores, exceto as espécies de *Bombus*. *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 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* (Fig. 4) foi predominante nas flores femininas em 2008/2009. *Tetragonisca angustula* e *Scaptotrigona bipunctata* em 2008/2009 foram vistas apenas nas flores masculinas e em 2009/2010 apenas nas flores femininas.

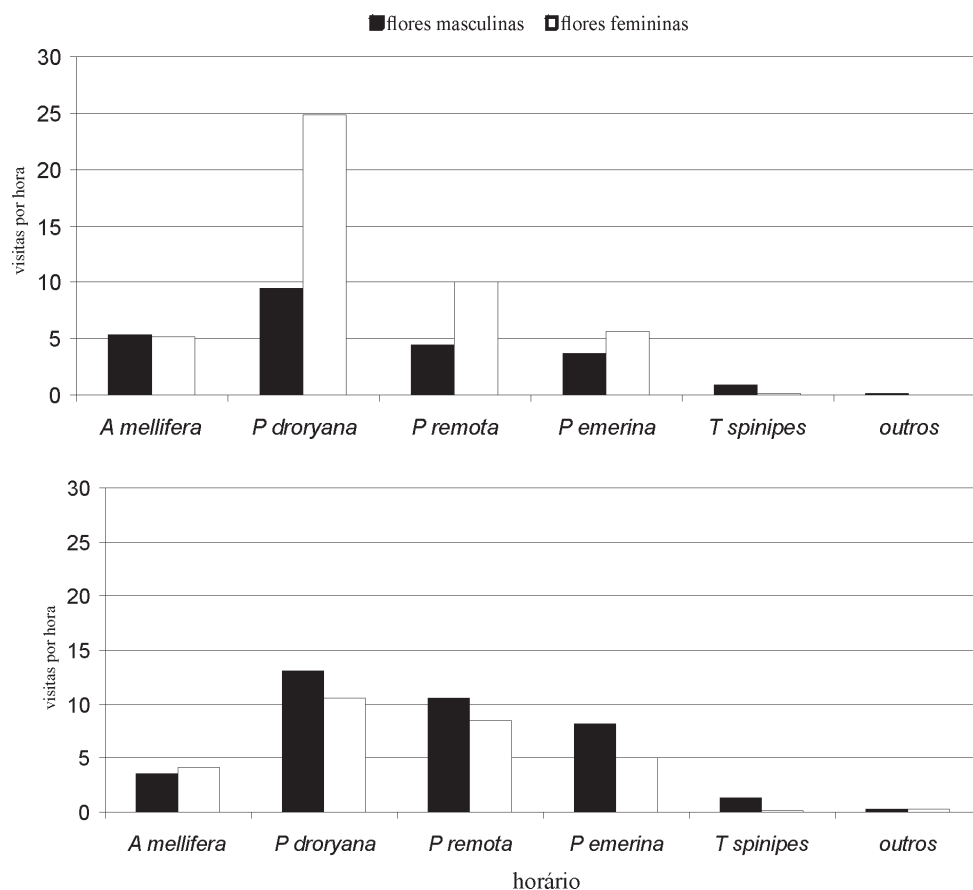
A similaridade foi maior entre flores masculinas e femininas na segunda temporada do que na primeira (Tab. 3). A similaridade entre os tipos de flores ficou na mesma média (73 e 76), sendo considerada alta em ambos os casos. O índice de riqueza de Margalef foi maior para as flores femininas na segunda temporada e para as masculinas da primeira temporada. As femininas da primeira temporada foram as mais baixas em riqueza de indivíduos, mas as masculinas da segunda temporada não diferiram muito das outras. O índice de equitabilidade de Pielou foi praticamente o mesmo para todas (Tab. 4).

Tabela 3. Índice de similaridade de Bray-Curtis para abelhas sociais visitantes em *E. edulis* em sistema agroflorestal 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

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

Índices	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



Algumas espécies iniciaram a visitação desde cedo em ambas as flores, mas o pico de visitação ocorreu nas horas mais quentes do dia (9h às 15h) (Fig. 5). Nas flores masculinas as abelhas

eventualmente coletavam néctar nas primeiras horas, depois coletavam apenas pólen. Depois das 15h não se encontraram mais visitantes nestas flores. Já nas flores femininas as visitas aumentaram a partir das 8h e continuaram até o fim da tarde.

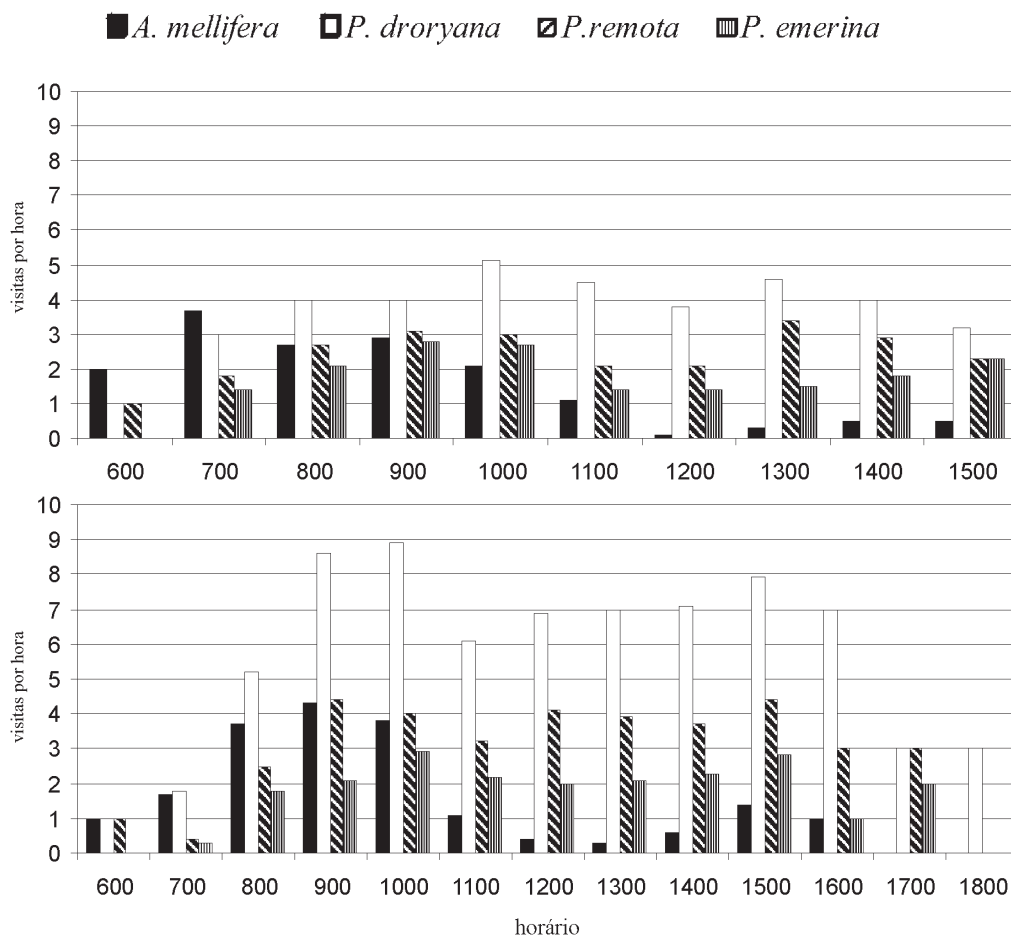


Fig. 5 A, B. Padrão temporal das espécies de abelhas sociais mais frequentes em flores de *E. edulis* em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina, somando-se as duas temporadas. **A.** flores masculinas; **B.** flores femininas.

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 não foram polinizados e secaram. Os frutos amadureceram lentamente. Em julho/2009 os primeiros frutos começaram a amadurecer, com pico de amadurecimento em agosto. Alguns cachos de frutos permaneceram 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.

Em 2009/2010 os palmiteiros formaram em média 2,3 infrutescências/palmeira (mín=0, Max = 5, n

= 30 palmeiras) \pm 1,28 (desvio padrão) e a quantidade de frutos por cacho atingiu uma média de 2.100 (mín = 196, Max = 3.105, n = 67 cachos) \pm 838,7 (desvio padrão). A maioria dos cachos produzidos (32) foi classificado como rico, 25 cachos 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

O padrão floral e a disposição das flores masculinas e femininas em tríade verificados aqui já foram descritos para *Euterpe edulis* (Mantovani & Morella-

to, 2000) e *Euterpe* spp. (Küchmeister *et al.*, 1997; Venturieri, 2008), sendo considerados comuns entre espécies de palmeiras. *Euterpe edulis*, assim como *E. precatoria* e outras palmeiras entomófilas, caracteriza-se por um longo tempo de floração em nível de indivíduo e população. Recursos acessíveis como pólen e néctar estão presentes durante todo o tempo da floração, promovendo recursos alimentares confiáveis e constantes por um grande período (Küchmeister *et al.*, 1997).

A produção de néctar por *E. edulis* apresentou diferenças entre flores masculinas e femininas. As flores femininas produziram néctar durante mais tempo e as masculinas produziram maior quantidade por flor, em menor intervalo e menor concentração de açúcares, o que torna as flores femininas mais atrativas para insetos interessados em néctar. Baixas concentrações de açúcares no néctar nas primeiras horas da manhã com aumento gradativo até às 10:00 hs também foram registrados por Mantovani & Morellato (2000). O padrão de produção de néctar encontrado no presente trabalho também foi verificado em *E. precatoria* (Küchmeister *et al.*, 1997) e em *E. oleraceae* (Venturieri, 2008), demonstrando um padrão similar entre espécies do gênero.

A análise do sistema reprodutivo indicou a espécie como preferencialmente alógama, mas existe a possibilidade de autofecundação dependente de polinizadores e de sobreposição de flores femininas e masculinas no mesmo cacho ou em cachos seguidos da mesma planta. O pólen de *E. edulis* encontrado nos testes sugere que a anemofilia seja possível, assim como sugerido por Mantovani & Morellato (2000), porém é pouco representativo. Considerando-se a morfologia floral, cor, oferta de néctar e presença de odor suave acredita-se que a melitofilia seja o modo de polinização predominante, observada também em outras espécies de *Euterpe* (Mantovani & Morellato, 2000; Venturieri, 2008), *Butia capitata* Mart. (Rosa, 2000) e *Cocos nucifera* L. (Free, 1993), pertencentes à mesma família.

Este estudo revelou que 11 das 15 espécies de abelhas sociais registradas na Ilha de Santa Catarina (Steiner *et al.*, 2010) visitaram as flores de *E. edulis*. Foi verificado no presente estudo o mesmo comportamento das abelhas visitantes de *E. edulis* registrado por Mantovani & Morellato (2000). A frequência de abelhas do gênero *Plebeia* e de *Apis mellifera* em flores masculinas e femininas e a coleta de recursos de ambas as fontes sugere que estas podem ser consideradas polinizadores de *E. edulis*. A morfologia floral da palmeira e o tamanho diminuto destas

operárias permitem que o pólen seja transferido por meio dos grãos aderidos nas pernas, cabeça e peças bucais das abelhas. As diferenças entre a abundância das três espécies de *Plebeia* nas flores de *E. edulis* podem ser explicadas por diferenças na população da propriedade e em seu entorno. 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.

Mesmo na ausência de colméias de *A. mellifera* na propriedade, estas abelhas foram representativas nas flores. Outras abelhas como *T. angustula*, *M. quadrifasciata*, *M. mondury* e *S. bipunctata*, apesar de estarem presentes na propriedade, raramente visitaram as flores de *E. edulis* e assim não foram consideradas importantes vetores de pólen. Neste estudo as abelhas *Trigona spinipes* raramente visitaram as flores de *E. edulis*, ao contrário dos resultados de Reis *et al.* (1993), que apontaram esta espécie como importante polinizador. Este fato pode ser devido à ausência de ninhos na propriedade ou competição. Os testes estatísticos confirmaram a similaridade entre as duas temporadas e os dois tipos de flores, sem diferenças significativas.

A ocorrência das três espécies de *Plebeia* em florestas na Ilha de Santa Catarina foi confirmada por um inventário recente da fauna de abelhas, são abelhas abundantes, usam recursos florais de uma vasta gama de espécies (Steiner *et al.*, 2010) e nidificam em troncos de árvores (Serra *et al.*, 2009). A possibilidade de manejar estas populações pela meliponicultura pode levar a um incremento na formação de frutos de *E. edulis*, como resultado do aumento no número de polinizadores. A importância do manejo de polinizadores foi destacada por Venturieri (2008) para incremento na produção do açaí de *E. oleraceae*, propondo a criação de *M. flavolineata* Friese, 1900 e *M. fasciculata* Smith, 1858 com quantidade acima de 15 colônias. O mesmo pode ser efetuado para estimular a maior produção de frutos de açaí de *E. edulis* com as três espécies de *Plebeia*. 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).

A maturação dos frutos ocorreu entre julho e setembro, sendo que o seu desenvolvimento levou de 6

a 8 meses, tempo superior ao desenvolvimento em *E. oleraceae* (Venturieri, 2008). A formação dos frutos é influenciada por diversos fatores como disponibilidade de pólen, presença de polinizadores e condições ambientais (Mantovani & Morellato, 2000). Tanto *E. edulis* como *E. precatoria* apresentaram alta frequência de frutos verdes caídos após polinização bem sucedida, tanto em condições sem distúrbio como em condições onde a palmeira é agitada pelo vento (Küchmeister *et al.*, 1997).

A produção de frutos na temporada 2008/2009 foi prejudicada devido à alta pluviosidade registrada para a região, fato também relatado por Fisch *et al.* (2000) para *E. edulis* no estado de São Paulo. As chuvas prejudicam 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.

No presente estudo a média da produção de frutos foi menor do que a relatada por outros autores como Calvi & Piña-Rodrigues (2005), que encontraram em média três cachos de frutos de *E. edulis* em uma população natural no estado do Rio de Janeiro com média de 3.257 frutos/cachos. Reis (1995) citou para Blumenau, SC uma produção de 3.313 frutos por infrutescência. Neste estudo, mesmo com muitos cachos atingindo esta quantidade, outros não obtiveram esta taxa de fecundação. Apesar da diferença, a produção de maior quantidade de inflorescências por palmeira em sistema agroflorestal do que nas populações naturais pode compensar a menor formação de frutos. 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.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pedro Faria Gonçalves e família pelo acesso ao local de estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Alemanha) pela concessão da bolsa para L.D. (380387/2010-7 DTI 2-2). Ao Rafael Kamke pela identificação de Apidae e ao Paul Richard Momsen 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

- Altieri, M.A. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Ed. Agropecuária, Guaíba, Rio Grande do Sul. 592 p.
- Amador, D.B. & Viana, V.M. 1998. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. Série Técnica Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 12:105-110.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annual Review of Ecology and Systematics, 21:399-422.
- Calvi, G.P. & Pina-Rodrigues, F.C.M. 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, 25:33-40.
- Campos, R.C., Steiner, J., & Zillikens, A. 2012. Bird and mammal frugivores of *Euterpe edulis* monitored by camera traps. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 47:105-110.
- Castro, M.S., Koedam, D., Contrera, F.A.L., Venturieri, G.C., Parra, G.P., Malagodi-Braga, K.S., Campos, L.O., Viana, M., Cortopassi-Laurino, M., Nogueira-Neto, P., Peruquetti, R.C. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2006. Bee management for pollination purposes (C-Stingless bees). In: Bees as pollinators in Brazil (V.L. Imperatriz-Fonseca, A.M. Saraiva & D. De Jong, eds.) Holos Editora, Ribeirão Preto. p. 111.
- Fisch, S.T.V., Nogueira Jr, L.R. & Mantovani, W. 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhongaba – SP). Revista Biociências, 6:31-37.
- Free, J.B. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, London, 2. ed. 684 p.
- Heard, T.A. 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 Brazil. In *Euterpe edulis* Martius – (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo. (M.S. Reis & A. Reis, eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina. 335 p.
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems, 76:1-10.
- Kearns, C.A., Inouye, D.W. & Waser, N.M. 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.
- Lorenzi, H., Souza, H.M., Medeiros-Costa, J.T., Cerqueiro, L.C. & von Behr, N. 1996. Palmeiras no Brasil. Nativas e exóticas. Editora Plantarum, Nova Odessa, São Paulo. 303 p.
- Mac Fadden, J. 2005. A produção de açaí em Santa Catarina a partir do processamento dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica 112 f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.
- Mantovani, A. & Morellato, L.P. C. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmito. In *Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo, p. 23-38. (M.S. Reis & A. Reis, eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina. 335 p.
- Michener, C.D. 2000. The bees of the world. USA: The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 913 p.
- Reis, M.S. & Reis, A. (Eds.). 2000. *Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina. 335 p.
- Reis, A. 1995. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC. 154 f. Tese de doutorado Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Reis, M.S., Guimarães, E. & Oliveira, G.P. 1993. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmito (*Euterpe edulis*) em mata residual do estado de São Paulo. In Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, Paraná, p. 358-360.
- Rosa, L. 2000. Ecologia da polinização de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae), no sul do Brasil. 101 f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.
- Roubik, D.W. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press, Cambridge United Kingdom. 514 p.
- Serra, B.D.V., Drummond, M.S., Lacerda, L.M. & Akatsu, I.P. 2009. Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de cerrado do Maranhão. *Iheringia. Série Zoologia*, 99: 12-17.
- Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas Brasileiras - Sistemática e Identificação. F. A. Silveira, Belo Horizonte. 253p.
- Steiner, J., Zillikens, A., Kamke, R., Feja, E.P. & Falkenberg, D.B. 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*. (C.A. Benfica Alvarez & M. Landeiro, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 41 p.

