

Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil

Fabiana S. Oliveira¹, Márcio W. A. Mendonça², Márcia C. S. Vidigal¹, Márcia M. C. Rêgo²
& Patrícia M. C. Albuquerque²

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, SN, Campus do Bacanga, 65085-580 São Luís-MA, Brasil. fs_oliveira19@yahoo.com.br; cynha_10@hotmail.com.

²Laboratório de Estudos sobre Abelhas, Dep. de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, SN, Campus do Bacanga, 65085-580 São Luís-MA, Brasil. mwmendonca@hotmail.com; regommc@uol.com.br; patemaia@hotmail.com

ABSTRACT. Community of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the coastal sand dunes at Panaquatira beach, São José de Ribamar, Maranhão, Brazil. The community structure of Apoidea of a restricted area of primary dunes in São José de Ribamar, Maranhão, Brazil was analyzed. Standardized samples were taken for one year, 2 times a month, from 12:00 a.m. to 6:00 p.m. on the first day and from 6:00 a.m. to 12:00 a.m. on the second by two collectors. A total of 3305 individuals of 31 species, belonging to four families (Apidae > Halictidae > Megachilidae > Andrenidae) were collected. *Centris* with 14 species and 890 individuals was the richest and most abundant genus. The abundance pattern and the richness were very similar to other sand dunes habitats in northeast Brazil. Of the total of bees sampled, 61% were represented by less than 36 individuals. The five most abundant species (more than 177 individuals) were: *Apis mellifera* Linnaeus, *Centris* (*Centris*) *leprieuri* Spinola, *Eulaema nigrita* Lepageletier, *Eufriesea surinamensis* Linnaeus and *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke. Bees were active throughout the year, with abundance peaks in the highest rainfall periods. Daily activity was greatest between 06:00 and 11:00 a.m., when relative humidity decreased and the temperature increased.

KEYWORDS. Abundance; coastal dune; diversity; north-eastern Brazil.

RESUMO. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. Foi analisada a estrutura da comunidade de Apoidea de uma área restrita de dunas primárias em São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. Amostras foram realizadas quinzenalmente durante um ano com metodologia padronizada totalizando 24 coletas. As coletas ocorreram no período das 12:00 às 18:00 h no primeiro dia e das 6:00 às 12:00 h no segundo, realizadas por dois coletores. Um total de 3305 indivíduos de 31 espécies pertencentes a quatro famílias (Apidae>Halictidae>Megachilidae>Andrenidae em número de indivíduos) foram coletadas nas flores. *Centris* com 14 espécies e 890 indivíduos foi o gênero mais rico e abundante. O padrão de abundância e riqueza foi bastante semelhante ao de outros habitats de dunas no nordeste brasileiro. Das espécies amostradas, 61% foram representadas por menos de 36 indivíduos e apenas 5 espécies foram muito abundantes com mais de 177 indivíduos: *Apis mellifera* Linnaeus, *Centris* (*Centris*) *leprieuri* Spinola, *Eulaema* (*Apeulema*) *nigrita* Lepageletier, *Eufriesea surinamensis* Linnaeus e *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke. As abelhas estiveram presentes durante todo o ano, apresentando picos de abundância no período de maior precipitação. A atividade diária foi maior entre 06:00 e 11:00 h, quando a temperatura aumentava e a umidade relativa decrescia.

PALAVRAS-CHAVE. Abundância; dunas costeiras; diversidade; nordeste brasileiro.

Quase cinco mil quilômetros (79%) do litoral brasileiro são constituídos de restingas e dunas (Araújo & Lacerda 1987) que, no Maranhão, misturam-se com as vegetações do cerrado (IBAMA 1991). Como parte desse mosaico, a vegetação de dunas de praia merece atenção especial devido à intensa modificação a que está sujeita, e ao papel que desempenha na preservação da morfologia costeira (Cordeiro 2005). As espécies vegetais aí encontradas apresentam um conjunto de adaptações relativas às condições extremas de elevada salinidade, baixa disponibilidade de água e intensa radiação solar (Scarano *et al.* 2001).

Considerando a complexidade estrutural e a diversidade biológica, bem como sua vasta extensão, as áreas de restinga, principalmente as dunas litorâneas e vegetação de praia, estão sob a ameaça constante de destruição devido à ocupação humana progressiva nestes locais. As dunas, em particular apresentam grande fragilidade, pois são destruídas ou reduzidas como resultado da diminuição da sua cobertura vegetal e remoção de areia (Viana & Kleinert 2005). Isto

conduz à perda da biodiversidade e a introdução de outras guildas não comuns àquele ambiente.

Estudos neste tipo de ambiente foram desenvolvidos na região Sul do Brasil por Zanella *et al.* (1998) e Alves-dos-Santos (1999a,b); região Nordeste por Viana *et al.* (2001, 2002, 2006), Ramalho & Silva (2002) e Viana & Kleinert (2005, 2006) na Bahia; Madeira-da-Silva & Martins (1999, 2003) na Paraíba; Gottsberger *et al.* (1988) e Albuquerque *et al.* (2007) no Maranhão.

Gottsberger *et al.* (1988) em trabalho realizado nas dunas litorâneas de São Luís, Maranhão, constataram que 80% a 90% das plantas desse ecossistema são melitófilas. Porém, devido às condições ambientais adversas das dunas, como ventos fortes, temperaturas elevadas e pouca disponibilidade de locais para nidificação, alguns autores afirmam que poucas espécies de abelhas são residentes nesses ambientes. O que também interfere nas características morfológicas da fauna de abelhas, com uma predominância de espécies de médio a grande porte (Gottsberger *et al.* 1988; Viana *et al.* 2001;

Madeira-da-Silva & Martins 2003; Albuquerque *et al.* 2007). Abelhas com capacidade de vibrar também são bastante comuns nesses locais, como as representantes do gênero *Centris* (Gottsberger *et al.* 1988; Viana 1999), espécies que podem suportar habitats abertos onde as temperaturas diárias são mais altas que nos habitats sombreados (Frankie & Newstrom 1993; Viana *et al.* 2001).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a composição taxonômica, abundância e sazonalidade das espécies de abelhas de uma área de duna litorânea, bem como comparar os resultados obtidos com os estudos da apifauna de dunas e restinga, citados acima.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem constituiu-se de 24 coletas periódicas de abelhas em uma área que corresponde a 6.000 m² (300m de comprimento x 20m de largura) ao longo da duna marginal da praia de Panaquatira, município de São José de Ribamar, Maranhão (02°28'16,3"S 044°03'12,2"W).

A praia de Panaquatira caracteriza-se por ser uma das áreas de maior expressividade no que diz respeito à vegetação de dunas e restingas na Ilha de São Luís. Possui clima

quente e semi-úmido, regime de chuvas seguindo o padrão tropical com um período chuvoso que se inicia em dezembro prolongando-se até junho e um período seco de julho a novembro (Feitosa & Trovão 2006).

As coletas foram realizadas durante dois dias consecutivos utilizando-se o método de Sakagami *et al.* (1967), que consiste na captura de abelhas encontradas sobre as flores ou recém saídas delas. Dois coletores percorriam a área, simultaneamente, seguindo a mancha de vegetação em direções opostas, perfazendo toda a área ao longo do dia e explorando todas as plantas floridas.

As coletas ocorreram, quinzenalmente, sempre no período de 12:00h às 18:00h no primeiro dia e das 6:00h às 12:00h no segundo, totalizando 288 horas/coletor. Uma vez capturados, os exemplares eram colocados em câmaras mortíferas e sacrificados com o uso de acetato de etila e acondicionados em sacos plásticos; em laboratório, os espécimes eram montados em alfinetes entomológicos e etiquetados com os dados relativos à data de coleta, hora de captura e nome da planta.

A identificação das abelhas foi realizada inicialmente em nível de morfo-espécies, sendo posteriormente identificadas com o auxílio de chave taxonômica e por comparação com as

Tabela I. Classes de abundância e número de indivíduos de Apoidea coletados em Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. (MA= muito abundante, A= abundante, PA= pouco abundante; IC 95 %= intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade; Limite superior do IC 95% da média= 176,7; Limite inferior do IC 95% da média= 36,45)

Familia	Categoria morfo-funcional	Espécie	M ♂	F ♀	Total	Classe	
APIDAE	<i>Apis mellifera</i>	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	0	664	664	MA	
	<i>Euglossa</i>	<i>Euglossa cordata</i> Linnaeus, 1758	4	1	5	PA	
	<i>Eufriesea</i>	<i>Eufriesea surinamensis</i> Linnaeus, 1758*	21	381	402	MA	
	<i>Eulaema</i>	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	36	431	467	MA	
	<i>Centris</i>	<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854*	0	2	2	PA	
		<i>Centris (Ptilotopus) derasa</i> Lepeletier, 1841*	0	1	1	PA	
		<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i> Lepeletier, 1841*	0	4	4	PA	
		<i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> Ducke, 1910*	0	3	3	PA	
		<i>Centris(Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841	0	7	7	PA	
		<i>Centris(Centris) flavifrons</i> Fabricius, 1775	1	40	41	A	
		<i>Centris(Centris) leprieuri</i> Spinola, 1841	163	468	631	MA	
		<i>Centris(Melacentris) sp.</i>	45	111	156	A	
		<i>Centris(Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874 *	1	3	4	PA	
		<i>Centris sp. 1</i>	0	14	14	PA	
		<i>Centris sp. 2</i>	0	10	10	PA	
		<i>Centris sp. 3</i>	0	2	2	PA	
		<i>Centris sp. 4</i>	1	7	8	PA	
		<i>Centris sp. 5</i>	4	3	7	PA	
		<i>Epicharis</i>	<i>Epicharis aff. umbraculata</i> Fabricius, 1804	32	103	135	A
		<i>Mesoplia</i>	<i>Mesoplia sp.</i>	0	9	9	PA
	<i>Mesonychium</i>	<i>Mesonychium sp.</i>	41	59	100	A	
	<i>Xylocopa</i>	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> Olivier, 1789	1	125	126	A	
		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910	34	360	394	MA	
	<i>Odyneropsis</i>	<i>Odyneropsis sp.</i>	35	3	38	A	
	<i>Acanthopus</i>	<i>Acanthopus sp.</i>	0	1	1	PA	
	<i>Ancyloscelis</i>	<i>Ancyloscelis sp.</i>	0	1	1	PA	
		<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	0	5	5	PA	
Subtotal			419	2818	3237		
HALICTIDAE	<i>Pseudoaugochoropsis</i>	<i>Pseudoaugochloropsis pandora</i> Smith, 1853	0	61	61	A	
Subtotal			0	61	61		
ANDRENIDAE	<i>Oxaea</i>	<i>Oxaea festiva</i> Smith, 1854	0	2	2	PA	
Subtotal			0	2	2		
MEGACHILIDAE	<i>Megachile</i>	<i>Megachile sp. 1</i>	1	3	4	PA	
		<i>Megachile sp. 2</i>	0	1	1	PA	
Subtotal			1	4	5		
TOTAL GERAL			420	2885	3305		

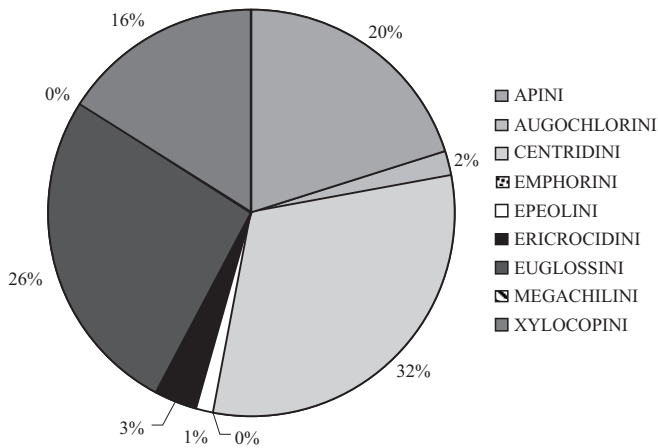


Fig. 1. Distribuição da abundância relativa entre as tribos de Apoidea coletados nas dunas marginais marinhas da praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.

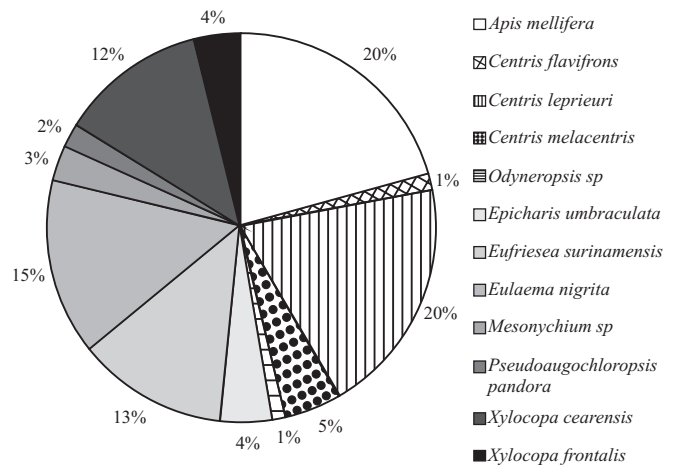


Fig. 2. Distribuição da abundância relativa das espécies de Apoidea coletados nas dunas marginais marinhas da praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.

espécies da coleção de referência do Laboratório de Estudos sobre Abelhas /Departamento de Biologia /Universidade Federal do Maranhão, onde encontram-se depositadas. Todos os dados foram codificados e listados em um banco de dados de acordo com as informações disponíveis nas respectivas etiquetas.

Simultaneamente à coleta das abelhas, um terceiro coletor realizou o levantamento florístico da área durante todo o período experimental. A cada hora, informações relativas à temperatura, umidade relativa e velocidade do vento foram obtidas por meio de um termômetro, higrômetro e anemômetro, respectivamente.

Os exemplares foram medidos com o auxílio de uma ocular micrométrica acoplada a um microscópio estereoscópico

A diversidade das espécies foi calculada pelo índice de Shannon-Wiener obtido pela fórmula: $(H') = -\sum p_i \cdot \text{Log}_e p_i$ utilizando logaritmo natural, onde p_i é a proporção de

indivíduos (f_i/N) correspondentes à i -ésima espécie, sendo f_i o número de indivíduos da espécie i e N o número total de espécies na amostra. Para comparar a magnitude da diferença de diversidade das amostras foi utilizado o exponencial do índice de Shannon. Este valor é equivalente à diversidade Hill de primeira ordem: $N1 = \exp(H')$, que calcula a diversidade em termos do número efetivo de espécies (Hill 1973; Jost 2006).

O índice de equitabilidade de Pielou foi calculado pela fórmula (J'): $J' = H'/H'_{\text{max}}$, onde H'_{max} é o logaritmo do número total de espécies na amostra (Ludwig & Reynolds 1988).

O modelo lognormal de Preston (Ludwig & Reynolds op. cit.) foi utilizado para a representação da distribuição da abundância das espécies e foi obtido através do programa PAST 1.73 (Paleontological Statistics) (Hammer et al. 2007). As espécies foram agrupadas em classes ou oitavas

Tabela II. Tribos de espécies mais abundantes, número de espécies e indivíduos coletados em Dunas e Restingas no Nordeste do Brasil. Para esta comparação, é importante levar em conta o esforço amostral em cada estudo.

Local/Autor	Tipo de Vegetação	Área/Método Periodicidade	Total de horas	Tribos (exemplares coletados)	Nº de ind./ espécies Famílias
Panaquatira-MA Este trabalho	dunas	6.000m ² Transecto Quinzenal	576h	CE(1025)>EU(874)>AP(664)>XY(520)>ER(110) >AU(61) >EP(38)>EM(6)>MG(5)>OX(2)	3305/31 AP>HA>MG>AN
Curupu-MAMartins (Dados não publicados)	dunas e restinga	1470m Transecto Mensal	192h	CR(182)>AU(124)>CE(75)>XY(63)>EX(47)>ER(21)> HA (13)>TA(9)>EM(2)=ME(2)=AN(2)>OX(1)	541/23 AP>HA>MG>AN
São Luís-MA Albuquerque et al. (2007)	dunas	12.270m Quadrante Mensal	228h	XY(638)>AP(456)>EX(121)>CE(96)>EM(90)>AU(53)> EU(51)>CR(48)>MG(18)>PA(4)=OX(2)=AN(2)=ER(2)	1581/36 AP>ME>AN>HA
Cabedelo-PB Madeira-da-Silva & Martins (2003)	restinga	25ha Transecto Quinzenal	504h	AP(546)>CE(454)>ME(233)>XY(137)>AN(36)> EC (26)>ER(23)>EU(21)>ER(16)>HY(15)>AU(11)> MG(45)>PR(6)>HA(2)	1571/41 AP>CO>MG>HA>AN
Abaeté-BA Viana & Kleinert (2005)	dunas	8,2ha ? 3x/mês	840h	XY(1874)>AP(607)>ME(660)>CE(452)>AU(150)>AN(83) >EU(48)>CR(36)>CO(25)>MG(22)>ER(10)=HA(9)>TR(5) >EC(1)=BO(1)	3983/49 AP>HA>MG>CO

Tribos: AN=Anthidiini, AP=Apini, AU=Augochlorini, BO=Bombini, CE=Centridini, CR=Ceratinini, EP=Emphorini, EP=Epeolini, EC=Eucerini, EU=Euglossini, ER=Ericrocidini, EX=Exomalopsini, HA=Halictini, HY=Hylaeini, MG=Megachilini, ME=Meliponini, PA=Panurginae, PR=Protomeliturgini, XY=Xylocopini, TA=Tapinotaspidiini, TR=Trigonini; Famílias: AN=Andrenidae, AP=Apidae, CO=Coletidae, HA=Halictidae, MG=Megachilidae, OX=Xoaeinae.

Tabela III. Similaridade da fauna de abelhas entre cinco ecossistemas de dunas e restingas no Nordeste do Brasil.

Localização	Coefficiente de similaridade de Morisita
Panaquatira-Paraíba	0,52
Panaquatira-Curupu	0,42
Panaquatira-Bahia	0,53
Panaquatira-São Luis	0,64
Paraíba-Curupu	0,37
Paraíba-Bahia	0,68
Paraíba-São Luis	0,52
Curupu-Bahia	0,37
Curupu-São Luis	0,44
Bahia-São Luis	0,72

de abundância. O número de indivíduos em cada oitava variou da seguinte forma: 1(0-2); 2(2-4); 3(4-8); 4(8-16) e assim por diante (cf. Ludwig & Reynolds *op.cit.* p. 78), permitindo visualizar a riqueza e a distribuição quantitativa dos indivíduos por espécie.

A partir desta distribuição é possível estimar o número total de espécies, inclusive as não coletadas, pois as amostras com elevado número de indivíduos (amostras ideais) devem assemelhar-se à distribuição lognormal truncada (Preston 1948). Este modelo é comum em comunidades bastante heterogêneas e com um grande número de espécies (Martins & Santos 1999).

O Índice de Morisita foi aplicado para a análise da similaridade faunística dos ecossistemas (Wolda 1981) de dunas e restinga de Panaquatira - Maranhão, São Luís - Maranhão, Ilha de Curupu - Maranhão, Cabedelo - Paraíba e Abaeté - Bahia, sendo que foram considerados valores de abundância de cada espécie.

Para o cálculo das espécies de abelhas dominantes foi utilizada uma comparação com os limites de confiança entre as classes de abundância que foram determinadas através do intervalo de confiança da média ao nível de 5% de probabilidade (Silveira Neto *et al.* 1976), sendo consideradas classes de espécies pouco abundantes quando a porcentagem situou-se abaixo do limite inferior (**Si**) do intervalo de confiança; abundantes, espécies com porcentagens dentro do intervalo de confiança; muito abundantes, espécies com porcentagens acima do limite superior (**Ss**) do intervalo de confiança. O intervalo de confiança foi calculado com a utilização do programa SYSTAT 10.0 (Wilkinson 2000). O teste Qui-quadrado foi utilizado para comparar a abundância relativa de espécies. Para analisar-se a influência da velocidade do vento na atividade das abelhas foi aplicado o teste da correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riqueza e abundância de espécies.

Foram coletados um total de 3305 indivíduos de Apoidea nas dunas marginais da praia de Panaquatira, distribuídos em 31 espécies pertencentes a 9 tribos e 15 gêneros de 4 famílias: Apidae, Halictidae, Megachilidae e Andrenidae (*sensu* Michener 2000) (Tab. I). A família Apidae teve maior representatividade em termos de número de indivíduos,

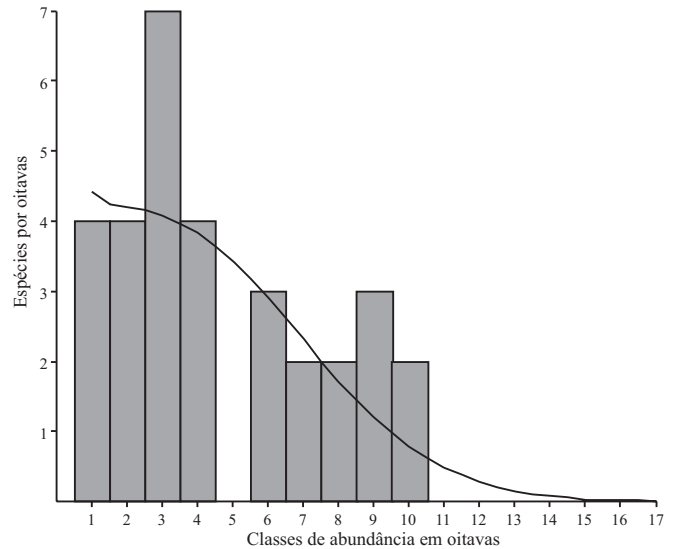


Fig. 3. Distribuição de abundância das espécies de abelhas em classes de oitavas de abundância nas dunas de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.

espécies e gêneros (3237 ind., 27 sp, 12 gen) reunindo 97,94% das espécies, seguida em ordem decrescente por Halictidae (61 ind., 1 sp. e 1 gen), Megachilidae (5 ind., 2 sp., 1 gen) e Andrenidae (2 ind., 1 sp. e 1 gen) (Tab. I).

A predominância de abelhas pertencentes à família Apidae como visitantes florais de plantas com características melitófilas que ocorrem em áreas de restinga e dunas litorâneas já era esperada, baseando-se nos resultados encontrados em outros trabalhos realizados em ecossistemas costeiros do Nordeste (Gottsberger *et al.* 1988; Viana 1999; Costa & Ramalho 2001; Madeira-da-Silva & Martins 2003; Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004; Albuquerque *et al.* 2007).

Halictidae foi uma das famílias menos representativas em número de espécies assim como encontrado em outras localidades do nordeste (Viana 1999; Madeira-da-Silva & Martins 2003; Albuquerque *et al.* 2007). A família Halictidae aumenta em abundância nas maiores latitudes e segundo Roubik (1989), o número de espécies dessa família aumenta abruptamente para o sul e sudeste do Brasil, sendo uma das famílias mais diversas da costa do Paraná (Zanella *et al.* 1998) e Rio Grande do Sul (Alves-dos-Santos 1999b).

Foi amostrada nas dunas de Panaquatira, uma única espécie de Halictidae, *Pseudoaugochloropsis pandora* Smith, que possui corpo pequeno o que representa uma desvantagem em ambientes como os das dunas. Porém observou-se que *P. pandora* apresentou a característica de voar baixo enquanto forrageia. Esta estratégia minimiza a ação dos ventos fortes sobre o corpo frágil e pequeno da espécie.

Andrenidae também apresentou um pequeno número de espécies nas dunas das praias de Panaquatira - São José de Ribamar, Maranhão (este trabalho), São Marcos - São Luís, Maranhão (Albuquerque *et al.* 2007) e Intermares - Cabedelo, Paraíba (Madeira-da-Silva & Martins 2003). Contudo no Rio Grande do Sul muitas abelhas da tribo Panurgini foram registradas o que aumentou a representatividade da família na amostra dessa região.

Tabela IV. Ciclo anual das espécies de abelhas coletadas nas dunas de Panaquatira, município de São José de Ribamar, Maranhão, Brasil de Mai/2005 a Mai/2006.

Espécies	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Total
<i>Apis mellifera</i>	53	44	22	3	1	2	-	3	119	171	65	91	90	664
<i>Euglossa cordata</i>	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5
<i>Eufriesea surinamensis</i>	72	46	13	3	4	-	1	1	1	14	59	96	92	402
<i>Eulaema nigrita</i>	29	52	49	2	-	1	1	-	-	26	9	94	204	467
<i>Centris (Ptilotopus) spona</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Centris (Ptilotopus) derasa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	4
<i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
<i>Centris(Centris) aenea</i>	1	-	-	3	-	-	1	-	2	-	-	-	-	7
<i>Centris(Centris) flavifrons</i>	1	2	-	28	1	2	2	-	1	-	-	1	3	41
<i>Centris(Centris) leprieuri</i>	78	26	13	32	27	20	38	17	166	120	27	37	30	631
<i>Centris(Melacentris) sp.</i>	16	19	45	16	-	-	-	-	-	4	19	37	37	156
<i>Centris(Hemisiella) tarsata</i>	-	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4
<i>Centris sp. 1</i>	1	2	-	-	-	-	-	-	4	3	1	3	-	14
<i>Centris sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	2	3	5	-	-	-	-	10
<i>Centris sp. 3</i>	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Centris sp. 4</i>	2	2	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	8
<i>Centris sp. 5</i>	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	7
<i>Epicharis aff. umbraculata</i>	2	1	10	2	16	55	24	7	5	8	-	4	1	135
<i>Mesoplia sp.</i>	1	5	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	9
<i>Mesonychium sp.</i>	-	14	11	9	9	2	5	3	18	21	4	4	-	100
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i>	24	3	2	6	3	2	9	5	7	28	9	9	19	126
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	26	16	34	41	35	31	18	23	56	22	12	38	42	394
<i>Odyneropsis sp.</i>	-	-	2	34	1	1	-	-	-	-	-	-	-	38
<i>Acanthopus sp.</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ancyloscelis sp. 1</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ancyloscelis apiformis</i>	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Pseudoaugochloropsis pandora</i>	-	1	1	1	10	5	10	20	7	6	-	-	-	61
<i>Oxaea festiva</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Megachile sp. 1</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4
<i>Megachile sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Total de indiv. (N)	309	243	208	185	109	124	115	82	392	421	193	399	525	3305
Total de espécies (S)	14	19	16	18	12	12	14	9	13	12	11	13	13	

Em área de dunas e restinga no Maranhão, apenas uma espécie de Andrenidae, *Oxaea festiva* Smith foi amostrada (em São Marcos, São Luís - Albuquerque *et al.* 2007; na Ilha de Curupu/Raposa - Martins, dados não publicados e no presente trabalho). Esta espécie tem porte corpóreo geralmente grande semelhante aos Apidae coletados nas dunas o que confere uma vantagem em caso de ventos fortes como os das dunas.

Abelhas da família Megachilidae são típicas e bem distribuídas em áreas de planície principalmente no sul do Brasil. Entretanto esta família não é bem representada na região nordeste (Viana & Alves-dos-Santos 2002).

Centridini foi a tribo melhor representada tanto em número de espécies (15 sp, 48%), quanto de indivíduos (1025 ind., 31%), seguida por Euglossini (874 ind., 26%; 3 sp), Apini (664 ind., 20%; 1 sp), Xylocopini (520 ind., 16%; 2 sp), Ericrocidini (110 ind., 3%; 3 sp), Augochlorini (61 ind., 2%; 1 sp), Epeolini (38 ind., 1,14%; 1 sp), Emphorini (6 ind., 0,2%; 2 sp., 6 ind.) e Megachilini (5 ind., 0,2%; 2 sp) (Tab. II; Fig. 1).

Nas dunas primárias de Panaquatira verificou-se que *Centris* é o gênero de maior destaque (Tab. I), correspondendo a 27% dos indivíduos amostrados, seguido de *Apis* (20%), *Xylocopa* (15,7%), *Eulaema* (14%), *Eufriesea* (12%), *Epicharis* (4%) e *Mesonychium sp.* (3%). A dominância de *Centris* pode ser explicada pelo fato de várias espécies

desse gênero serem residentes em ambientes abertos e com terrenos arenosos realizando nidificação no solo (*Centris (Centris) aenea*, *C. flaviformis*, *C. leprieuri*, *C. (Melacentris) sp.*), excetuando-se *C. (Ptilotopus)* e *C. (Hemisiella)* que não nidificam em solo arenoso.

Gottsberger *et al.* (1988) afirmam que *Centris* é polinizador efetivo de 6 entre as 10 plantas estudadas por eles nas dunas, fato que pode ser justificado pela grande abundância desta espécie neste tipo de ambiente (Gottsberger *et al.* 1988; Albuquerque *et al.* 2007). Dessa forma pode-se reforçar a importância destas abelhas como promotoras do sucesso reprodutivo das espécies vegetais e conseqüente manutenção desse ecossistema.

A área de estudo, quando comparada com as demais áreas estudadas em ecossistemas similares apresenta menor número de espécies apresentando porém grande número de indivíduos, sendo menor apenas que Abaeté (Viana & Kleinert 2005) (Tab. II).

O índice de diversidade nas dunas da praia de Intermares, Cabedelo - Paraíba ($H' = 2,45$) é maior que nas dunas da praia de Panaquatira/São José de Ribamar - Maranhão ($H' = 2,28$), que por sua vez é superior ao índice das dunas da praia de São Marcos/São Luís - Maranhão ($H' = 2,05$) e este maior que as da praia de Abaeté-Bahia ($H' = 1,99$). Comparando-se as amostras após o cálculo do exponencial de Shannon, evidencia-se melhor a magnitude da diferença de diversidade

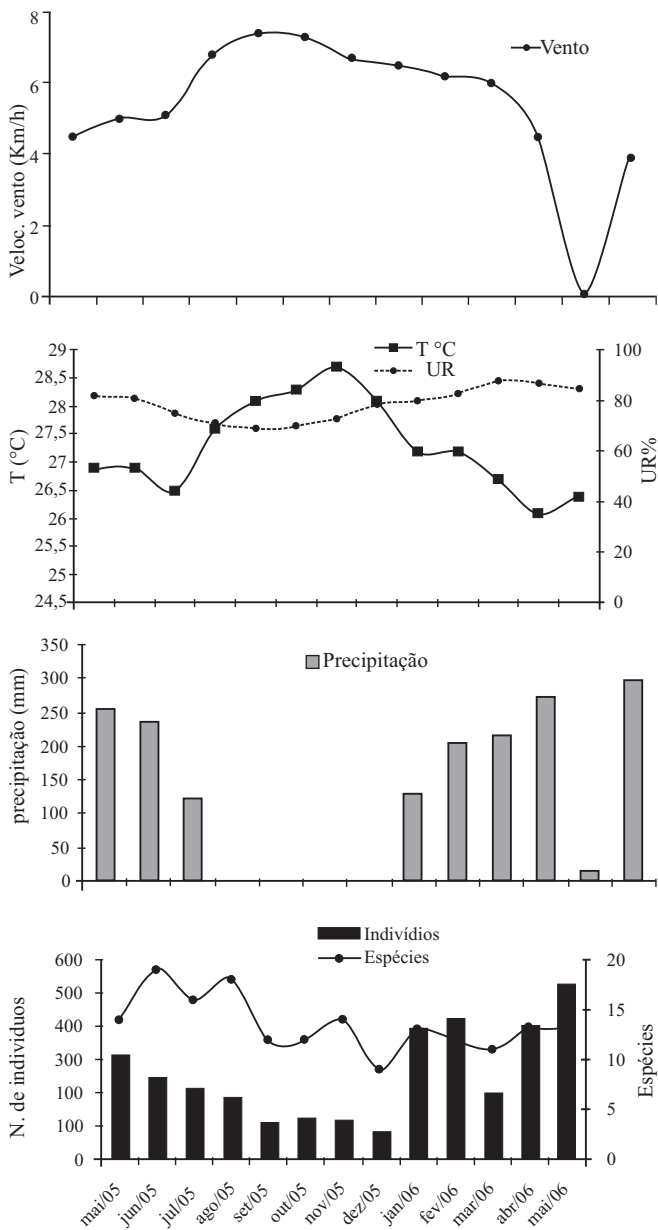


Fig. 4. Distribuição de abundância anual de indivíduos e de espécies e variação dos parâmetros climáticos na praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.

das espécies, onde Intermares - Paraíba (11,58), seguido de Panaquatira - Maranhão (9,77), São Marcos - Maranhão (7,76) e Abaeté - Bahia (7,31).

Os ecossistemas de dunas e restingas apresentam uma baixa diversidade de espécies quando comparado a estudos feitos em regiões de mata (Wilms *et al.* 1997), cerrado (Silveira & Campos 1995; Rêgo 1998) e ecossistemas costeiros do Sul do Brasil (Zanella *et al.* 1998; Alves-dos-Santos 1999a,b).

Os coeficientes de similaridade entre ecossistemas semelhantes do Nordeste do Brasil (praias de Panaquatira - Maranhão, Intermares - Paraíba, Curupu - Maranhão, Abaeté - Bahia e São Marcos - Maranhão) mostraram maior similaridade entre Abaeté (Bahia) e São Marcos em São Luis, Maranhão (0,72). Considerando Panaquatira com as demais

áreas, a maior similaridade é com São Marcos/Maranhão (0,64) (Tab. III), o que já era esperado devido à similaridade florística, apresentando ambos os locais, espécies vegetais tais como *Canavalia rosea*, *Emilia sonchifoliae*, *Crotalaria retusa*, *Centrosema brasilianum*, *Passiflora foetida*, *Ipomoea litoralis* e *Cnidoscylus urens*, que representam importantes fontes de recursos para os visitantes e possíveis polinizadores.

É provável que a composição local de abelhas nessas localidades (Panaquatira e São Marcos) esteja influenciada por habitats vizinhos e variação dos fatores abióticos, bem como estar relacionado à composição da flora e posição geográfica (Viana & Alves-dos-Santos 2002)

O índice de equitabilidade de Pielou para a comunidade de abelhas de Panaquatira foi de 0,66, apresentando-se maior que nos outros ecossistemas. Viana & Kleinert (2005) discutem que nos ambientes litorais do nordeste, a pouca disponibilidade dos recursos combinados aos valores elevados da velocidade de vento e a alta intensidade de luz devem limitar o número das que compõem as associações locais de abelhas. Sendo assim, observou-se como uma característica geral nos cinco ecossistemas comparados, que há uma predominância das espécies solitárias, com corpos grandes e maior longevidade.

Espécies de abelhas predominantes.

No presente trabalho, com exceção de *Apis mellifera* que é uma abelha de médio porte e eussocial, as abelhas grandes e solitárias prevaleceram. Das 31 espécies coletadas, doze são as mais abundantes quando consideramos apenas as espécies dentro do intervalo de confiança da média ao nível de 5% de probabilidade (abundantes) ou aquelas acima deste (muito abundantes) (Tab. I). *A. mellifera*, *Centris leprieuri*, *Eulaema nigrita*, *Eufriesea surinamensis* e *Xylocopa cearensis* foram espécies consideradas muito abundantes (mais de 177 indivíduos). A dominância de abelhas de corpos grandes e robustos, ou médios e robustos em ambientes arenosos de dunas, foi também evidenciada por outros autores e relacionada a sua capacidade de forragear sob elevada velocidade de vento, uma vez que esta característica de ambiente com ventos fortes parece ser um fator limitante para abelhas de corpos pequenos (Gottsberger *et al.* 1988; Viana & Kleinert 2006; Albuquerque *et al.* 2007). O fato de abelhas de pequeno porte ganhar e perder calor muito mais rapidamente que as abelhas de grande porte (Pereboom & Biesmeijer 2003) também seria uma vantagem das abelhas de grande porte em um ambiente onde a temperatura e a umidade apresentam-se bastante elevadas (Fig. 4). *Apis mellifera* foi a espécie mais abundante representando 20% da amostra, o que aumentou a abundância de Apidae nas dunas de Panaquatira. Neves & Viana (2002) realizando levantamento semelhante em ecossistema de dunas na Bahia constataram que a predominância desta espécie é devida as suas colônias numerosas, as grandes distâncias percorridas durante o forrageamento e ao grande número de espécies vegetais as quais exploram.

Centris leprieuri, a segunda espécie mais abundante da amostra (Fig. 2), foi observada nidificando nas dunas em Panaquatira, sendo, portanto considerada uma espécie residente. A presença de *C. leprieuri* em ecossistemas de

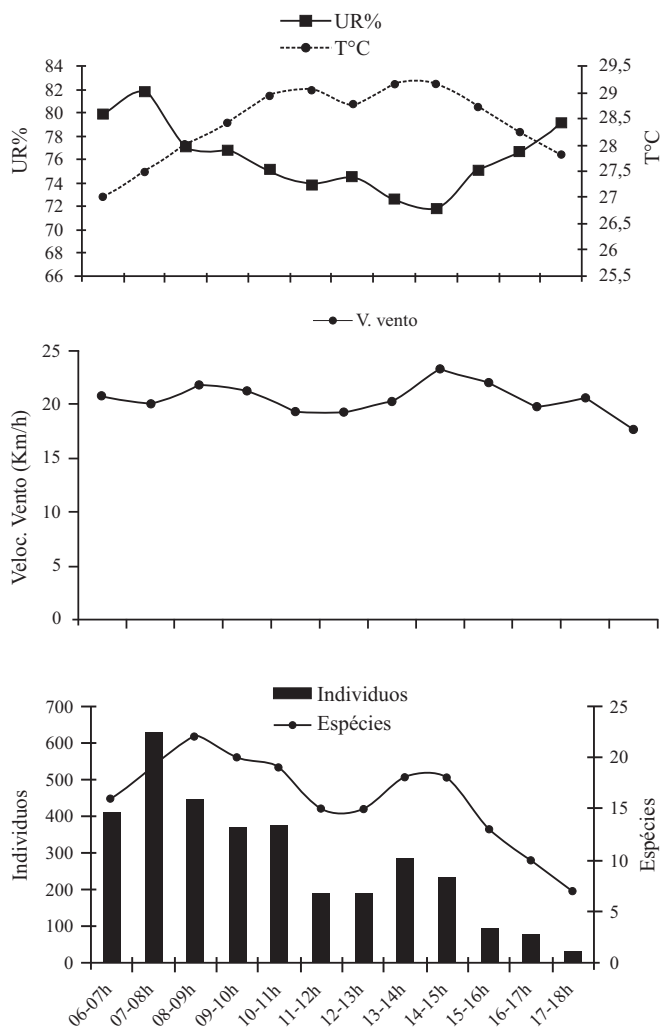


Fig. 5. Atividade diária dos indivíduos e espécies de Apoidea e variações médias dos fatores abióticos nas dunas marginais marinhas da praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.

dunas foi também observada por Gottsberger *et al.* (1988) e Albuquerque *et al.* (2007) no Maranhão, além de Madeira-da-Silva & Martins (2003) na Paraíba, Viana (1999), Oliveira-Rebouças & Gimenes (2004) e Viana & Kleinert (2005, 2006) na Bahia. *C. lepriuri* foi considerada uma espécie de grande importância na restinga da Bahia por Oliveira-Rebouças & Gimenes (2004) por ser polinizadora de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae).

Apesar da pouca representatividade de *Eulaema nigrita* e *Eufriesea surinamensis* nos demais trabalhos realizados em dunas e restingas no nordeste brasileiro, elas estão entre as cinco espécies mais abundantes das dunas de Panaquatira (Fig. 2). *E. nigrita*, segundo Rebêlo & Silva (1999) é uma espécie que tem sido encontrada em todos os ambientes do Norte do Maranhão (cerrado, mata, restinga e campo), sendo muito frequente em áreas abertas e relativamente secas. *E. surinamensis* está presente em toda a Região Neotropical, sendo encontrada desde o México até a Bolívia. No Brasil há registro de ocorrência dessa espécie desde o estado do Amazonas até o Espírito Santo (Rebêlo & Silva 1999).

Xylocopa cearensis foi a quinta espécie mais abundante

em Panaquatira (Fig. 2) sendo sua abundância também evidenciada na praia de São Marcos em São Luís, Maranhão (Albuquerque *et al.* 2007) e Abaeté na Bahia (Viana & Kleinert 2005) tendo sido a espécie mais abundante em ambas as regiões.

Foram amostradas quatro espécies parasitas nas dunas da praia de Panaquatira: *Mesonychium sp.* (100 ind.) e *Mesoplia sp.* (9 ind.), que são parasitas de ninhos de *Centris*; *Acanthopus sp.* (1 ind.) e *Odyneropsis sp.* (38 ind.) parasitas de *Centris (Ptilotopus)* (Silveira *et al.* 2002). A ação de parasitas sobre ninhos pode interferir na razão sexual, inferindo que uma proporção desequilibrada entre machos e fêmeas pode ocorrer em função desse parasitismo Aguiar & Martins (2002). Embora no trabalho de Mendes & Rêgo (2007) em ninhos de *Centris tarsata* esta razão tenha sido afetada por outros fatores como maior disponibilidade de recursos no entorno de uma das áreas estudadas (eucaliptal) e isolamento do fragmento de Mata mesofítica. Rozen (2000) afirma, contudo que espécies parasitas não ocupam grandes proporções dentro das comunidades, tanto em número de indivíduos, como em número de espécies.

Os dados de Panaquatira se ajustaram ao modelo de Preston. A curva ajustada foi a curva truncada, com a extremidade esquerda incompleta (Fig. 3). O ponto de truncamento é chamado “linha véu”, e à esquerda desta linha estão representadas as espécies não amostradas. A riqueza de uma comunidade qualquer se adapta bem ao modelo de distribuição lognormal quando possui um grande número de classes de abundância intermediárias e poucas repetições nas classes com abundâncias pequenas ou grandes (Preston 1948). Em Abaeté (Viana & Kleinert 2005) verificou-se que a abundância das espécies também se ajustou ao modelo lognormal, sendo por esta razão, considerado pelos autores um ambiente ainda conservado em relação à comunidade de abelhas. Contudo, outros autores (Nunmelin 1998; Williamson & Gaston 2005) discordam que a distribuição lognormal seja uma hipótese nula apropriada para a distribuição da abundância de espécies ou um indicador universal para distúrbios. A distribuição da abundância de indivíduos pode estar relacionada não só com a conservação do ambiente, mas com métodos de amostragem, eficiência e esforço na coleta entre outros fatores.

Atividade anual.

Houve uma variação significativa da abundância dos Apoidea entre os meses ($\chi^2 = 944,28$; g.l= 12; $p < 0,001$). Foi observado que 67% (21 espécies) dos Apoidea coletados nas dunas de Panaquatira estiveram presentes durante poucos meses do ano apresentando picos de abundância no período de maior precipitação pluviométrica. Apenas 10 espécies apresentaram atividade entre 9 e 12 meses, sendo que *C. lepriuri*, *X. cearensis*, *Epicharis umbraculata*, *Eufriesea surinamensis* e *Xylocopa frontalis* estiveram ativas todos os meses de coleta (Tab. IV).

Os meses de junho, julho e agosto de 2005 apresentaram os maiores valores de riqueza de espécies enquanto que dezembro/2005 e março/2006 os menores (Fig. 4). Isto pode estar relacionado devido ao fato dos meses de novembro e dezembro de 2005 apresentaram as menores taxas de umidade relativa e abril e maio de 2006 as maiores (Fig. 4).

O menor número de indivíduos coincidiu com os meses de maior temperatura e menor umidade relativa (setembro a dezembro de 2005).

A correlação de Spearman mostrou uma relação positiva ($\rho = 0,73$) entre as altas velocidades do vento e a atividade das abelhas, demonstrando ser um fator limitante importante para a atividade do vôo (Fig. 4). A velocidade de vento foi relatada também como exercendo uma influência forte na atividade do vôo dos Apoidea na Bahia (Viana & Kleinert 2005) e nas dunas de São Luís - Maranhão (Albuquerque *et al.* 2007). Embora o vento interfira na atividade do vôo dos insetos, algumas abelhas continuam a voar em ventos muito fortes, como *Pseudoaugochloropsis pandora*, que não é uma abelha de grande porte, mas teve pico de atividade nos meses de alta temperatura e ventos fortes o que pode ser devido à sua habilidade de voar baixo.

Em geral as abelhas estiveram presentes durante todo o ano, sendo que as maiores freqüências foram observadas entre janeiro e maio, o que coincide com o período chuvoso. A mesma tendência foi observada nas dunas interiores do Médio São Francisco na Bahia (Viana 1999).

Atividade diária.

Variações significativas foram observadas na atividade diária. O maior número de indivíduos foi coletado durante o período da manhã, apresentando-se mais ativas entre 06:00h e 11:00h, com um pico entre 07:00h e 09:00h (Fig. 5), padrão já esperado comparando-se com os trabalhos já realizados nesse tipo de ambiente. Este padrão de atividade no período da manhã é típico de comunidades tropicais e pode ser explicado por fatores como temperaturas mais amenas e a maior disponibilidade de recursos florais, principalmente néctar (Impertatriz-Fonseca *et al.* 1985).

A temperatura é um fator determinante para que as abelhas exerçam suas funções normalmente. Por serem organismos relativamente pequenos, a relação superfície/volume é alta, e a troca de calor com o ambiente é grande. Por isso, elas são bastante dependentes da temperatura ambiente. Baixas temperaturas diminuem o metabolismo impedindo o vôo e outros movimentos e temperatura muito elevada faz com que diminuam as atividades externas (Michener 1974).

Teixeira & Campos (2005) corroboraram a hipótese de que o tamanho corporal das diferentes espécies também é um fator determinante para o início das atividades de vôo, uma vez que as espécies maiores iniciaram atividade externa mais cedo, quando a temperatura era mais baixa.

Apesar de estarem presentes em todos os horários, o número de indivíduos sofreu uma diminuição gradual ao longo do dia. O que pode também ser explicado devido ao fato de muitas abelhas terem atividade restrita a determinado período, bem como as plantas não oferecerem recursos (néctar, pólen, óleos, resinas) durante todo o dia, o que indica que, mais do que variações climáticas, a disponibilidade de recursos florais exerce grande influência sobre as atividades diárias e anuais das abelhas. A disponibilidade de recursos florais foi observado como um dos principais fatores de regulação da atividade de vôo das abelhas em Abaeté por Viana & Kleinert (2005).

Espécies como *Apis mellifera*, *Centri lepreiuri*, *Centris*

(*Melacentris*) sp., *Mesonychium* sp., *Epicharis umbraculata*, *Eulaema nigrita*, *Xylocopa frontalis* e *X. cearensis* estiveram presentes grande parte dos horários ao longo do dia.

A ausência total ou uma baixa freqüência de Meliponini é característica de ambientes de dunas e praias, como observado por Viana & Kleinert (2005) e também verificado no presente trabalho. Este fato pode ser atribuído à falta de lugares apropriados para a nidificação, bem como às grandes áreas sem vegetação e aos ventos fortes; estas características agem como fatores limitantes para este grupo de abelhas normalmente menores.

Agradecimentos. À Base de Pesquisa em Aves Migratórias da UFMA pelo apoio logístico durante o desenvolvimento do trabalho. À Dra. Lenira Lacerda pela leitura e contribuições ao manuscrito. Aos estagiários do Laboratório de Estudos sobre Abelhas (Lea), especialmente a Adriana Martins, Orleans Silva e Éville Karina pela ajuda. FSO agradece ao PIBIC/CNPq/UFMA pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. J. C. & C. F. Martins. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 19: 101–116.
- Albuquerque, P. M. C.; J. M. F. Camargo & J. A. Mendonça. 2007. Bee community of a Beach Dune ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 6: 1005–1018.
- Alves-dos-Santos, I. 1999a. Distribuição vertical de uma comunidade de abelhas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia** 43: 225–8.
- Alves-dos-Santos, I. 1999b. Abelhas e plantas melíferas da Mata Atlântica, restinga e dunas de Litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia** 43: 191–223.
- Araújo, D. S. D. & L. D. Lacerda. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6: 42–8.
- Cordeiro, S. Z. 2005. Composição e distribuição da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Peró, Cabo Frio, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19: 679–693.
- Costa, J. A. S. & M. Ramalho. 2001. Ecologia da polinização em ambientes de Duna Tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sitientibus serie Ciências Biológicas** 1: 135–145.
- Feitosa, A. C. & J. R. Trovão. 2006. Elementos naturais da paisagem, p. 61–88. In: A. C. Feitosa; J. R. Trovão (Eds). **Atlas Escolar do Maranhão: Espaço Geo-Histórico e Cultural**. João Pessoa, Ed. Grafset, 207 p.
- Frankie, G. E. & L. E. Newstrom. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rica dry forest. **Biotropica** 25: 322–333.
- Gottsberger, G.; J. M. F. Camargo & I. Silberbauer-Gottsberger. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Botanische Jahrbücher für Systematik** 109: 469–500.
- Hammer, O.; D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2007. **PAST: Paleontological Statistics**, ver 1.73. Persistent URL <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 20/08/2007.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology** 54: 427–431.
- Impertatriz-Fonseca, V. L.; A. Kleinert-Giovannini & J. T. Pires. 1985. Climate variations influence on the flight of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia** 29: 427–434.
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 1991. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão (SEMATUR), 194 p.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. **Oikos** 113: 363–375.
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. **Statistical ecology: A primer on methods and computing**. New York. John Wiley & Sons Inc., 368 p.

- Madeira-da-Silva, M. C. & C. F. Martins. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo - PB, Brasil). **Principia** 7: 40–51.
- Madeira-da-Silva, M. C. & C. F. Martins. 2003. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: Abundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia** 17: 75–90.
- Martins, F. R. & F. A. M. Santos. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Holos Environment** 1: 236–267.
- Mendes, F. N. & M. M. C. Rêgo. 2007. Nidificação de *Centris (Hemistiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 51: 382–388.
- Michener, C. D. 1974. **The Social Behaviour of the Bees. A Comparative Study**. Cambridge, Belknap Press, 404 p.
- Michener, C. D. 2000. **The Bees of the World**. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 913 p.
- Neves, E. L. & B. F. Viana. 2002. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio São Francisco, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 46: 571–578.
- Nunmellin, M. 1998. Log normal distribution of species abundance is not a universal indicator of rain forest disturbance. **Journal of Applied Ecology** 35: 454–457.
- Oliveira-Rebouças, P. & M. Gimenes. 2004. Abelhas (Apoidea) Visitantes de Flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma Área de Restinga na Bahia. **Neotropical Entomology** 33: 315–320.
- Pereboom, J. J. M. & J. C. Biesmeijer. 2003. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. **Oecologia** 137: 42–50.
- Preston, F. W. 1948. The commonness, and rarity, of species. **Ecology** 29: 254–283.
- Ramalho, M. & M. Silva. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus serie Ciências Biológicas** 2: 34–43.
- Rebêlo, J. M. M. & F. S. Silva. 1999. Distribuição das Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28: 389–401.
- Rêgo, M. M. C. 1998. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado s.l (Chapadinha-MA, Brasil): uma abordagem biocenótica**. Ribeirão Preto. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.
- Roubik, D. W. 1989. **Ecology and nature history of tropical bees**. Cambridge, 514 p.
- Rozen, J. G. 2000. Pupal Descriptions of some Cleptoparasite bees (Apidae), with a preliminary generic key to pupae of Cleptoparasites bees (Apoidea). **American Museum Novitates** 3289: 2–19.
- Sakagami, S. F.; S. Laroça & J. S. Moure. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil Preliminary report. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Zoology** 16: 253–291.
- Scarano, F. R.; H. M. Duarte; K. T. Ribeiro; P. J. F. P. Rodrigues & E. M. B. Barcellos. 2001. Four sites contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society** 136: 345–364.
- Silveira, F. A.; G. A. R. Melo & E. A. B. Almeida. 2002. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte. 253 p.
- Silveira-Neto, S.; O. Nakano; D. Barbin & N. A. Vila Nova. 1976. **Manual de Ecologia de Insetos**. Piracicaba, Ceres. 419 p.
- Silveira, F. A. & M. J. O. Campos. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera: Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia** 39: 371–401.
- Teixeira, L. V. & F. N. M. Campos. 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zootecias** 7: 195–202.
- Viana, B. F. 1999. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Neotropical Entomology** 28: 635–645.
- Viana, B. F. & I. Alves-dos-Santos. 2002. Bee Diversity of the Coastal Sand Dunes of Brazil. p. 135–153 *In*: Kevan, P. & V. L. Imperatriz Fonseca (eds) - **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Brasília, Ministry of Environment / 313 p.
- Viana, B. F. & A. M. P. Kleinert. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brazil. **Biota Neotropica** [http:// www.biotaneotropica.org.br](http://www.biotaneotropica.org.br)
- Viana, B. F. & A. M. P. Kleinert. 2006. Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 50: 53–63.
- Viana, B. F.; F. O. Silva & A. M. P. Kleinert. 2001. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology** 30: 245–251.
- Viana, B. F.; A. M. P. Kleinert & F. O. Silva. 2002. Ecologia de *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Iheringia, Série Zoologia** 92: 47–57.
- Viana, B. F.; F. O. Silva & A. M. P. Kleinert. 2006. A Flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 13–25
- Wilms, W.; L. Wendel; A. Zillikens; B. Blochtein & W. Engels. 1997. Bees and other insects recorded on flowering trees in a subtropical *Araucaria* forest in southern. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 32: 220–226.
- Wilkinson, L. 2000. **SYSTAT: The system for statistics**. Evanston, Illinois.
- Williamson, M. & K. J. Gaston. 2005. The lognormal distribution is not an appropriate null hypothesis for the species-abundance distribution. **Journal of Animal Ecology** 74: 409–422.
- Wolda, H. 1981. Similarity indices, samples size and diversity. **Oecologia** 50: 296–302.
- Zanella, C. V.; D. L. Chwartz Filho & S. Laroça. 1998. Tropical bee island biogeography: diversity and abundance patterns. **Biogeographica** 74: 103–115.