



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS – DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
CURSO DE MESTRADO

ALESSANDRA DE CARVALHO BEZERRA

**ANÁLISES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ABELHAS (HYMENOPTERA:  
APOIDEA) EM UMA ÁREA DE CAATINGA DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ,  
BRASIL.**

Fortaleza – CE  
2010

ALESSANDRA DE CARVALHO BEZERRA

**ANÁLISES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ABELHAS (HYMENOPTERA:  
APOIDEA) EM UMA ÁREA DE CAATINGA DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ,  
BRASIL.**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Ecologia Terrestre

Projeto da Linha de Pesquisa: Interações reprodutivas entre as plantas e os seus polinizadores e dispersores

Orientador: Prof. Breno Magalhães Freitas PhD.

ALESSANDRA DE CARVALHO BEZERRA

ANÁLISES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ABELHAS (HYMENOPTERA:  
APOIDEA) EM UMA ÁREA DE CAATINGA DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ,  
BRASIL.

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

APROVADA em 06 de Agosto de 2010.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Breno Magalhães Freitas PhD. (ORIENTADOR)

Universidade Federal do Ceará – UFC



---

Prof. Dr. Christian Westerkamp

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Andrea Pick

Universidade Federal do Ceará – UFC/PNPD/PPGERN

B469a Bezerra, Alessandra de Carvalho  
Análises da estrutura da comunidade de abelhas (*Hymenoptera: Apoidea*) em uma área de caatinga do Maciço de Baturité, Ceará, Brasil /  
Alessandra de Carvalho Bezerra, 2010.  
89 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas  
Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências, Depto. de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e  
Recursos Naturais, Fortaleza, 2010.

1. Caatinga. 2. Abelhas. 3. Diversidade biológica. 4. Baturité, Serra de  
(CE). I. Freitas, Breno Magalhães (orient.). II. Universidade Federal do  
Ceará – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. III.  
Título.

CDD 577

A Deus por ter iluminado minha jornada.  
Aos meus pais Bernadete e Ivan pelo amor incondicional.  
Aos meus tios Micias e Cláudia que me ensinaram a fazer sempre o melhor.  
Ao Moacir Jr. pelo amor e incentivo.

***Dedico***

Aos meus irmãos Elisandra, Ivamberg e Lucas Jonatha  
que tanto amo.

***Ofereço***

Ao pesquisador Padre Jesus Santiago Moure,  
“padre das abelhas”, pela contribuição e entusiasmo em que se  
dedicou as tão pequeninas e queridas abelhas.

***In memoriam***

*“[...] É preciso, pois, que se tenha um objetivo, que esse objetivo seja um estudo a ser completado, uma verdade a ser descoberta; em resumo, que esse objetivo o sustente e encoraje.”*

*(Charles Darwin, diário de pesquisa, 1845)*

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”*

*(Chico Xavier)*

## AGRADECIMENTOS

*“O agradecimento é a memória do coração”. Lao-Tsé*

Agradeço a todos que participaram de alguma forma na elaboração deste trabalho, em especial:

Ao Prof. Breno Magalhães Freitas por ter aceitado me orientar antes mesmo de me conhecer. Pela receptividade, amizade e oportunidade de estudo, compreensão e incentivo.

Aos professores que participaram da Banca examinadora pelas sugestões e contribuições no meu trabalho.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida.

A UECE – Universidade Estadual do Ceará, pela imensa ajuda em deixar a Estação Ecológica de Pacoti à inteira disposição durante o período de minhas coletas.

Ao grande amigo Lima-Verde pelo generoso acolhimento em seu sítio. Pela paciência, dedicação em auxiliar-me na identificação do material coletado e pelos ensinamentos transmitidos durante todo o meu mestrado, tornando-se especial e essencial em minha vida.

Ao Prof. Jorge Botero, Prof. Christian Westerkamp e a Prof<sup>a</sup>. Blandina Viana pelas valiosas colaborações durante a elaboração de meu projeto contribuindo para execução do trabalho.

À Dra. Favízia Freitas de Oliveira e seu grupo de pesquisa, da Universidade Federal da Bahia - BA, pela identificação e confirmação dos espécimes coletados.

Ao prestativo amigo e colega Francyrengis pelos ensinamentos do louco mundo da estatística ecológica. Obrigada também a sua esposa Juliana que gentilmente me tolerou até altas horas em sua residência.

Ao meu sogro Moacir e minha sogra Luzia pelo apoio constante em minha batalha acadêmica e a Creusa pelo auxílio na limpeza de meus materiais de campo quando estes chegavam repletos de lama. Muito obrigada.

Ao meu companheiro, amigo amado e fiel escudeiro ♥Moacir Jr.♥ por todo apoio, dedicação e ajuda nas minhas intermináveis matrizes e tabelas. Sem ele meus dias não teriam o mesmo colorido naqueles dias tão solitários de trabalho no campo.

Ao Juscelino e Itamar pela indispensável ajuda durante as minhas coletas e pelas inúmeras aventuras e histórias compartilhadas nas idas e vindas ao campo.

Aos abelhudos do Grupo de Pesquisas com Abelhas da UFC, Marcelo Casimiro Cavalcante e Patrícia Barreto de Andrade, pelo auxílio durante a montagem do meu material biológico.

Aos GUERREIROS da primeira turma do curso de Ecologia e Recursos Naturais, Moacir Jr., Juliana, Katiany, Bruno, Ligia, Carlos Germano, Ileana, Paulo, Francysregis, Jussiara, Aline, Eugênio, Sidarta, Alípio, Fábio, Francisco Carlos, Andrea, Jamili, Ivanilda, Ítalo, Lincoln e Selma. Obrigada pelo apoio e por terem compartilhado os mais loucos e engraçados momentos do curso, inclusive a disciplina obrigatória do Alex.

A minha tia Cláudia e em especial meu tio Micias que ao longo de minha formação acadêmica foi sempre minha fonte de inspiração, dedicação e persistência diante das mais diversas limitações.

Aos incontáveis amigos que a vida me deu, e em especial, Júnior (Bakura), Marcela, Claver, Natália, Marlo, e compadres Tiago e Alana que marcaram e estiveram em minha vida, sem vocês nada teria graça...

Ao meu pequenino príncipe Matheus que a Dinha ama, obrigada pelos inúmeros sorrisos, beijos e abraços que tanto me motivaram tornando assim minha vida mais doce.

Aos amigos “ueceanos” Ariadna Ribeiro Zambelli, Anna Patrícia Florentino (Paty), a paleontóloga Ana Emília e sua sócia Magda Marinho Braga (*vulgo* Bragão), Ivo Conde, Eugênio Pacelli (amigo de todas as horas sempre presente) e Deison Mendonça pelo apoio, companheirismo e amizade a mim dedicados.

Ao amigo Romeu Huaracca pela imensa ajuda disponibilizando seu veículo em momentos críticos de minha pesquisa.

Aos amigos do coração Tiago Moreira de Olinda, Gabriela Rodrigues Basílio e Ana Paula Chaves pelos grandes momentos compartilhados durante nossa juventude. Pelas incansáveis reuniões em que traçávamos nossos destinos, sempre acompanhado de muitas gargalhadas, suco de maracujá e pipoca (*nostalgia*).

Aos meus pais que mesmo distantes sempre souberam direcionar todo apoio e orientação.

A todos que de alguma maneira contribuíram com o meu projeto.

Meus sinceros agradecimentos.

*“Tive meus tropeços, dei meus saltos, fiz o meu melhor e agora estou aqui...”*



## RESUMO

A grande importância das abelhas como agentes polinizadores de diversas espécies de plantas tem incentivado realizar várias pesquisas sobre a organização e estruturação de sua comunidade. Esse tipo de estudo permite conhecer a composição, abundância, riqueza, diversidade, variação temporal das abelhas e sua relação com as plantas. Dessa forma objetivou-se conhecer a estrutura da comunidade de abelhas de uma área de caatinga do maciço de Baturité, pertencente ao município de Caridade – CE. O estudo foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2009 por meio de uma amostragem sistemática realizada durante cinco dias consecutivos em cinco transectos previamente delimitados. Totalizando 1.188 horas de esforço amostral (realizados por dois coletores) as abelhas foram capturadas com rede entomológica, em plantas com flores entre 6:00 e 17:00h. Foram coletados 2.463 indivíduos de abelhas pertencentes a 56 espécies. A família Apidae (Anthophoridae) foi a que teve o maior número de espécies 35,7%, enquanto a família Apidae (Apidae) apresentou o maior número de indivíduos com 81% do total de abelhas capturadas. A espécie exótica *Apis mellifera* foi a mais representativa com 29,1% das espécies coletadas, seguida pela *Plebéia sp.* (22,7%). Foram coletadas 50 espécies de plantas visitadas pelas abelhas. A família Asteraceae foi o grupo mais visitado pelas abelhas e a planta *Wedelia scaberrima* a espécie mais visitada pelas abelhas (28 espécies). A diversidade para o período total de espécies de abelhas visitantes florais realizado através do índice de Shannon (H') foi de 2,53. Esse valor é considerado relativamente alto para a área de caatinga. Entretanto, para o valor de conectância do período total (8,93) foi considerado relativamente baixo em relação a quantidade de interações possíveis da rede. Dentre as 219 interações verificadas, 47% se concentraram em seis espécies de abelhas eussociais revelando a característica generalista das interações nessa rede. Os resultados demonstraram que a comunidade de abelhas na área em estudo possui composição heterogênea e generalista com poucas espécies realizando a maior parte das interações. Através dos índices de diversidade e da curva de acumulação de espécies durante avaliados para os dois períodos (chuvoso e seco), não foi encontrado diferença significativa entre eles. Da mesma forma não foi verificado diferença na composição entre os períodos para a rede de interações entre planta- abelha visitante floral.

Palavras chaves: Área de Caatinga. Conectância. Interações. Diversidade. Abelhas Visitantes.

## ABSTRACT

The great importance of bees as pollinators of several plant species has stimulated many investigations carried out on the organization and structure of their community. This type of study consist of describe the composition, abundance, richness, diversity, temporal variation of bees and their relationship with plants. The object of this study was to know the community structure of bees from an area of caatinga of “maciço de Baturité”, near the city of Caridade - CE. The study was conducted from January to December of 2009 using a systematic sampling method, performed during five consecutive days in five transects previously defined. Totalling 1,18 hours of sampling effort (made by two collectors) bees were captured with an insect net in plants with flowers, between 6:00 and 17:00 h. We collected 2.463 bees from 56 species. The family Apidae (Anthophoridae) was the one with the largest species of 35,71%, while the family Apidae (Apidae) had the highest number of individuals with 81,04% of all bees caught. The exotic species *Apis mellifera* was the most representative with 29,15% of species collected, followed by *Pauper* sp. (22,78%). We collected 50 species of plants visited by bees. The family Asteraceae was the most visited by bees and the plant *Wedelia scaberrima* the species most visited by bees (28 species). The diversity for the total period of bee species visiting the flowers carried by the Shannon index ( $H'$ ) was 2,53. This value is considered relatively high for the Caatinga. However, for the value of connectance of whole period (8,93) was considered relatively low compared with the amount of possible interactions of the network. Among the 219 interactions observed, 47,03% were concentrated in six species of stingless bees showing the general feature of interactions in this network. Results showed that the bee community in the study area has heterogeneous composition and generalist species with few bees realizing most of the interactions. The comparison of the diversity indices and species accumulation curve for the two seasons (wet and dry) evaluated doesn't show any significant difference between them. Likewise no difference was observed in composition between the periods for the network of interactions between plant-bee visiting flowers.

**Keywords:** Bees. Caatinga. Connectance. Interactions. Diversity. Wealth.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1 - Mapa do Ceará com localização de Caridade, Fortaleza e Área Experimental. Fonte: IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará).....	26
Figura 2 - Localização da área (em amarelo) observada pertencente ao maciço de Baturité, além dos cinco transectos representados em linhas brancas. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.....	27
Figura 3 - Vistas parciais da área de estudo no Povoado da Pendanga no maciço de Baturité – CE. Foto: A. Bezerra.....	27
Figura 4 - Aspecto da vegetação na área de amostragem. Período chuvoso. Foto: A. Bezerra.....	28
Figura 5 - Aspecto da vegetação na área de amostragem. Período seco. Foto: A. Bezerra.....	28
Figura 6 – Registro histórico dos valores de pluviosidade anual para o posto de Caridade – Inhuporanga (FUNCEME, 2010).....	30
Figura 7 - Precipitação pluviométrica do Povoado da Pendanga, Caridade – CE, região do maciço de Baturité: 2009 (FUNCEME, 2010).....	30
Figura 8 - Representação esquemática do percurso realizado durante as coletas em cada transecto no período de janeiro a dezembro de 2009.....	32
Figura 9 - Demonstrativo gráfico da distribuição da precipitação (mm) e dos indivíduos de abelhas coletadas em vôo, água e ninho ao longo da pesquisa desenvolvida entre janeiro e dezembro/2009.....	44
Figura 10 - Porcentagem do número de espécies de abelhas distribuída pelos gêneros. Os gêneros de abelhas representadas por uma única espécie foram agrupadas em Abelhas 1 sp.....	46
Figura 11 - Porcentagem do número de indivíduos de abelhas (Apoidea) distribuída pelos gêneros.....	47
Figura 12 - Número de indivíduos de abelhas e precipitação mensal distribuídas nos meses de amostragem.....	49
Figura 13 - Frequência absoluta dos indivíduos das famílias Apoidea distribuído nos meses de coleta entre janeiro/2009 e dezembro/2009 na área experimental no maciço de Baturité - CE.....	50
Figura 14 - Riqueza de abelhas e plantas coletadas ao longo do ano em área de caatinga no maciço de Baturité. Os meses em * tiveram 12, 19, 19 e 14 espécies de abelhas registradas respectivamente, porém 7 espécimes foram coletados somente em vôo.....	53
Figura 15 - Número de espécies de abelhas coletadas na área em estudo no período de janeiro a dezembro de 2009.....	55

Figura 16 - Curvas de acumulação mensal observada e estimadores de riqueza (Jackknife de 1ª ordem, Michaelis-Menten, Chao 2) no período chuvoso, para as espécies de abelhas coletadas nos meses de janeiro a junho/2009.....	56
Figura 17. Curvas de acumulação mensal observada e estimadores de riqueza (Jackknife de 1ª ordem, Michaelis-Menten, Chao 2) no período seco, para as espécies de abelhas coletadas nos meses de julho a dezembro/2009.....	56
Figura 18. Curvas de acumulação e estimadores de riqueza (Jackknife de 1ª ordem, Chao 2, Michaelis-Menten) para o período total de coleta na área de caatinga do maciço de Baturité entre janeiro/2009 e dezembro/2009.....	57
Figura 19. Distribuição das espécies de abelhas (Apoidea) (%) nas classes de frequência (PF*: pouco frequente. F***: Frequente e MF***: muito frequente). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.....	58
Figura 20. Distribuição das espécies de abelhas referente a constância (Z: acidentais, Y: acessórias e W: constantes). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.....	59
Figura 21. Distribuição das espécies de abelhas (Apoidea) (%) nas classes de dominância (D: dominantes e ND: não dominantes). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.....	59
Figura 22 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para o período chuvoso – janeiro a junho/2009. P.C = Período Chuvoso.....	63
Figura 23 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para o período seco – Julho a dezembro/2009. P.S = Período Seco.....	64
Figura 24 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para todo o período de coleta. Janeiro a dezembro/2009. P. T = Período total.....	65
Figura 25 – Relação entre os índices de diversidade mensais de Simpson e de Shannon (H') e os índices pluviométricos.....	67
Figura 26 - Análise de agrupamento (UPGMA) realizada a partir da matriz de (%) coeficientes de similaridade de Jaccard obtidos na comparação mês a mês das coletas, para todo o período de coleta (01/2009 – 12/2009) na região de caatinga no maciço de Baturité.....	68

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Identificação e localização geográfica dos transectos na área de caatinga do maciço de Baturité. Coordenadas pertencentes ao ponto central do transecto.....	31
Tabela 2 - Espécies de abelhas coletadas durante o período de janeiro a dezembro de 2009 em uma área de caatinga no maciço de Baturité.....	43
Tabela 3 - Número de representantes de abelhas coletados em cada família por gênero, espécies e indivíduos amostrados na área observada.....	45
Tabela 4 - Datas das coletas realizadas nos dois períodos; número total de horas em cada mês de coleta (realizada por dois coletores), número de indivíduos amostrados, porcentagem de indivíduos de <i>A. mellifera</i> correspondente a cada mês de coleta e número de espécies amostradas.....	48
Tabela 5 - Espécies vegetais visitadas pelas abelhas na área observada.....	51
Tabela 6 - Distribuição nas famílias de plantas do número de espécies (sp.) e número de indivíduos (ind.) das famílias de abelhas nelas coletadas.....	54
Tabela 7. Evolução por períodos dos estimadores de riqueza. Sobs: Riqueza observada; Jack 1: estimador de riqueza de Jackknife de 1ª ordem; Chao2: estimador de riqueza Chao2; M-M: estimador de riqueza de Michaelis-Menten.....	57
Tabela 8 - Espécies de Abelhas por família, gênero e espécie coletada na área de caatinga do maciço de Baturité – Ceará. Valores de indivíduos por espécies (n), frequência relativa (%) (MF*** = muito frequente; F ** = frequente; PF* = pouco frequente), constância (W = espécies constantes: presente em mais de 50% das coletas; Y = espécies acessórias: presente entre 25 a 50% das coletas; Z = espécies acidentais: presente em menos de 25% das coletas) e dominância (D = dominante; ND = não dominante).....	60
Tabela 9 – Índices de diversidade (de Shannon e de Simpson) e de equabilidade (de Pielou e de Simpson) para as coletas mensais realizadas no período janeiro a dezembro/2009, e para os dois períodos (chuvoso e seco). Período chuvoso: janeiro a junho/2009; Período seco: julho a dezembro/2009. H': índice de diversidade de Shannon; J: índice de equabilidade de Pielou.....	67
Tabela 10 – Valores mensais da conectância (C) para cada mês de coleta, assim como do número de abelhas (A), plantas (P), componentes da rede de interações (A+P), número máximo de interações (M) e número de interações observadas (I).....	69
Tabela 11- Número de espécies, indivíduos e índice de diversidade (Shannon-Wiener (H')) analisados na área de caatinga do maciço de Baturité no período de janeiro a dezembro de 2009, comparada com alguns estudos desenvolvidos em região de caatinga.....	70

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Justificativa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Hipóteses.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>17</b>
1.3.1 Objetivo Geral.....	17
1.3.2 Objetivo Específico.....	17
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Abelhas visitantes florais.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Interações abelha-planta.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Efeitos da variação climática sobre comunidades biológicas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Caatinga do semi-árido Nordeste.....</b>	<b>23</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Caracterização da área de estudo.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Dados de Precipitação.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Métodos de amostragem.....</b>	<b>31</b>
3.3.1 Método de coleta das abelhas visitantes florais.....	31
3.3.2 Levantamento de plantas visitadas.....	33
<b>3.4 Análises dos dados.....</b>	<b>33</b>
3.4.1 Descrição das comunidades de abelhas e plantas.....	33
3.4.2 Curvas de acumulação e estimativa de riquezas das espécies.....	34
3.4.3 Frequência, Constância e Dominância.....	35
3.4.4 Padrões de abundância das espécies de abelhas.....	37
3.4.4.1 Série Geométrica.....	37
3.4.4.2 Série Logarítmica.....	38
3.4.4.3 Log Normal.....	38
3.4.4.4 Bastão quebrado ou Broken-stick.....	38
3.4.5 Heterogeneidade: Índice de diversidade de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e equabilidade de Simpson.....	39
3.4.6 Índice de Similaridade.....	41
3.4.7 Rede de interações e conectância entre as abelhas e plantas por elas visitadas.....	41
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>

<b>4.1 Descrição das comunidades de abelhas e plantas.....</b>	<b>43</b>
4.1.1 Composição da comunidade de abelhas.....	43
4.1.2 Descrição da comunidade de plantas com flores visitadas pelas abelhas.....	51
<b>4.2 Curvas de acumulação e estimativa de riqueza das espécies de abelhas.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3 Abundância das espécies de abelhas.....</b>	<b>58</b>
<b>4.4 Padrões de abundância das espécies.....</b>	<b>62</b>
<b>4.5 Índices de heterogeneidade (Índices de diversidade e equabilidade).....</b>	<b>66</b>
<b>4.6 Coeficiente de similaridade e análises de agrupamento.....</b>	<b>68</b>
<b>4.7 Rede de interações e conectância entre as abelhas e as plantas por elas visitadas.....</b>	<b>68</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>70</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação da diversidade e composição das comunidades de seres vivos nos diversos ecossistemas é o principal ponto de partida para inúmeras pesquisas ecológicas (BAWA, 1983). A polinização, por exemplo, é um dos processos biológicos mais estudados devido a sua importância para a reprodução da flora e obtenção de recursos florais pela fauna. A maioria das Angiospermas depende da polinização para a reprodução e manutenção dos ecossistemas tropicais, principalmente para as espécies vegetais utilizadas como alimento pelo homem (BUCHMANN, 1983; BAWA, 1983; BUCHMANN; NABHAN, 1996).

Dentre os invertebrados, as abelhas destacam-se como agentes primários de polinização da maioria das flores de plantas silvestres, principalmente devido ao elevado número de espécies que realizam este processo (BIESMEIJER; SLAA, 2006). Atualmente, cerca de mais 4 mil gêneros e 30 mil espécies de abelhas povoam as mais diferentes regiões do mundo (PROCTOR; YEO; LACK, 1996; GRISWOLD; PARKER; HANSON, 1995). Essa grande diversidade de espécies de abelhas possibilitou o desenvolvimento de adaptações morfofuncionais e especializações que permitissem realizar seu processo de coleta de recursos florais (BIESMEIJER; SLAA, 2006; BEMBÉ, 2004; GAGLIANONE, 2003; PROCTOR; YEO; LACK, 1996). O conhecimento da diversidade desses polinizadores é de fundamental importância, pois está intimamente ligada aos sistemas de polinização de suas espécies vegetais constituindo um processo chave para a conservação e estruturação das comunidades biológicas (BAWA, 1990; LOYOLA; MARTINS, 2008).

Nos últimos anos pesquisadores têm intensificado os levantamentos sobre a composição das assembléias de abelhas de diversas áreas (AGUIAR, 2003; ZANELLA, 2000b), assim como das redes de interações por elas realizados (OLESEN; JORDANO, 2002; PIGOZZO; VIANA, 2010). As plantas estabelecem interações mutualísticas com abelhas visitantes florais através da polinização, formando uma rede integradora das comunidades biológicas (BUCHMANN; NABHAN, 1996; ALVES-DOS-SANTOS, 1999; CORTOPASSI-LAURINDO *et al.*, 2006; REZENDE *et al.*, 2007).

Esta interação entre as abelhas e plantas constitui um serviço essencial para manutenção dos ecossistemas e garantiu aos vegetais o desenvolvimento de diversas adaptações evolutivas para sua reprodução, como, por exemplo, a polinização cruzada, a qual aumenta as possibilidades de combinações de fatores hereditários e a dispersão dos indivíduos (COUTO; COUTO, 2002). A perda destas relações mutualísticas pode ocasionar a diminuição



da produção de frutos e sementes, reduzir a diversidade genética e até mesmo levar algumas espécies à extinção local (BUCHMANN; NABHAN, 1996).

Muitas pesquisas foram realizadas nos últimos anos gerando dados sobre a melissofauna de diversos biomas, procuram descrever os padrões de riqueza, abundância e dominância existentes entre as espécies de abelhas (ZANELLA; MARTINS, 2003).

Na região semi-árida brasileira os primeiros trabalhos existentes sobre abelhas foram realizados no final do século XIX e se reportam apenas em descrever as espécies coletadas. No nordeste, estudos sobre o levantamento das espécies de abelhas e suas fontes de alimento eram até bem pouco tempo resumidos apenas aos trabalhos escritos pelo pesquisador Adolpho Ducke, na região do maciço de Baturité (DUCKE, 1907, 1908, 1910, 1911) e das atualizações de Westerkamp e colaboradores (2007). Seus trabalhos são considerados pioneiros e fundamentais para o conhecimento das abelhas em ambiente de caatinga. Depois desse estudo, realizado a mais de 100 anos, houve um grande intervalo de tempo sem informações adicionais sobre a comunidade de abelhas e plantas por elas visitadas em áreas de caatinga, principalmente no maciço de Baturité.

Além disso, Westerkamp *et. al.*, (2007) questionaram que nem todas as espécies de abelhas coletadas nessa área por Ducke são encontradas atualmente. Isso demonstra a necessidade de pesquisas mais atuais sobre a comunidade destas abelhas, principalmente no que se refere aos efeitos das estações seca e chuvosa na composição, riqueza e abundância deste grupo.

## **1.1 Justificativa**

Considerando a alta estimativa da riqueza melissofaunística no mundo e até então pouco conhecida no estado do Ceará, faz-se necessário inventariar as espécies pertencentes aos domínios das regiões semi-áridas da caatinga cearense.

## **1.2 Hipóteses**

Tendo em vista as lacunas existentes no conhecimento sobre os padrões de variação espacial e da generalização nas redes planta-polinizador em ambientes de caatinga (BIESMEIJER *et al.*, 2005), foram testadas as seguintes hipóteses:

1. A diversidade e a composição da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) variam entre o período chuvoso e seco em uma área de caatinga do maciço de Baturité, Ceará, Brasil;

2. A variação entre os períodos seco e chuvoso da Caatinga ocasiona variações na estrutura das interações de plantas com flores e abelhas visitantes florais.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Geral

Descrever a composição da comunidade de abelhas (riqueza, diversidade e abundância), sua frequência e as espécies florais por elas visitadas entre as estações seca e chuvosa em uma área geográfica restrita de caatinga no maciço de Baturité, Ceará – Brasil.

#### 1.3.2 Específicos

- Identificar as espécies de abelhas visitantes florais;
- Comparar a frequência e a diversidade (nos padrões de riqueza e abundância de espécies) da comunidade de abelhas nos períodos de estiagem e de chuva;
- Identificar as espécies florais visitadas pelas abelhas na área descrita;
- Caracterizar a matriz de interações e a conectância entre as abelhas visitantes florais e as plantas com flores por elas visitadas em um fragmento de caatinga.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Abelhas visitantes florais

As abelhas pertencem à ordem Hymenoptera e encontram-se agrupadas na superfamília Apoidea constituindo o grupo diverso (NEFF; SIMPSON, 1993). Elas se destacam como principais representantes da polinização em diferentes ecossistemas temperados e principalmente tropicais (ROUBIK, 1979, 1980; BAWA *et al.*, 1985; BAWA, 1990; FARIA; CAMARGO, 1996; DANFORTH *et al.*, 2006). São responsáveis pela fecundação de aproximadamente 70% das espécies de plantas que florescem, auxiliando na produção de sementes (LARSEN; WILLIAMS; KREMEN, 2005) e nas diversas plantações no mundo (EWERS; DIDHAM 2005; RICKETTS, 2004).

A eficiência das abelhas como polinizadores estão relacionados ao número de espécies existentes e a melhor adaptação às diversas estruturas florais como, por exemplo, peças bucais e corpos adaptados beber o néctar e coletar pólen das flores (KEVAN; BAKER, 1983; PROCTOR; YEO; LACK, 1996).

O conhecimento morfo-funcional das abelhas oferece informações valiosas sobre as especializações por elas desempenhadas no hábitat em que estão inseridas, facilitando o entendimento das interações destas abelhas com as espécies vegetais do local (PEDRO; CAMARGO, 1991). Algumas espécies Apoidea utilizam flores para abrigo, repouso, fonte de recursos (néctar, pólen, seiva ou resina) ou locais de acasalamento, polinizando as plantas durante estes processos (FREITAS; PEREIRA, 2004; SEELEY, 2006).

Alguns estudos estimam que existam cerca de quatro mil gêneros de abelhas, com mais de trinta mil espécies distribuídas nas diferentes regiões do mundo (ROUBIK, 1989; MICHENER, 2000). Trabalhos recentes, entretanto, demonstram que este número pode alcançar valores ainda superiores. No Brasil, por exemplo, já foram registrados mais de 207 gêneros e 1576 espécies de abelhas (ROUBIK, 1989). Recentemente, Silveira, Melo e Almeida (2002) estimaram que no Brasil possam ser encontradas mais de 3.000 espécies.

Em relação ao Nordeste semi-árido os estudos sobre a fauna de abelhas da Caatinga têm revelado importantes informações sobre sua dispersão geográfica, além de algumas particularidades, como espécies endêmicas e interações específicas com sua flora, (ZANELLA; MARTINS, 2003). Zanella (2000b) descreveu que na região de caatinga já foram registrados cerca de 193 espécies de abelhas, pertencentes a 79 gêneros, sendo que destas 18 são da tribo Meliponini.

Conforme Alves-dos-Santos (1999), as abelhas fazem parte da biodiversidade mundial e são importantes polinizadores da vegetação nativa de cada localidade, participando da manutenção e preservação dos ecossistemas. Porém, para que sejam protegidas deve-se procurar conhecer a sua diversidade bem como as plantas por elas visitadas.

## **2.2 Interações abelha-planta**

Plantas e animais evoluíram juntos durante centenas de milhões de anos, o que ocasionou o surgimento de complexas interações entre eles (EDWARDS; WRATTEN, 1981). A maioria dos vegetais que florescem no mundo necessita de animais polinizadores para sua reprodução (ASHMAN *et al.*, 2004). Isso é comprovado pelo estudo de Kearns, Inouye e Waser (1998) que demonstrou que dentre as várias espécies de angiospermas existentes atualmente, aproximadamente 90% são polinizadas por diversos animais.

No caso das interações entre insetos e plantas as associações demonstram-se ainda mais estreitas, inclusive interdependentes, como comprova o estudo de Renner (2006) ao compará-las a um sistema mutualístico.

As plantas desenvolveram ao longo de sua escala evolutiva diversos mecanismos denominados chamarizes para atrair visitantes florais, principalmente polinizadores (WESTERKAMP, 1996). Algumas plantas produzem além do néctar e pólen, óleo, perfume e resina para algumas espécies de abelhas visitantes e/ou polinizadoras que as utilizam para diversos fins.

Estes, ao se aproximarem dos chamarizes, efetuam a transferência de pólen de forma acidental, realizando a polinização floral (SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967; KEVAN; BAKER, 1983; PROCTOR; YEO; LACK, 1996; WESTERKAMP, 1996), o que aumenta o fluxo de genes entre as flores e promove um ganho reprodutivo para as plantas.

Entre os polinizadores de plantas, as abelhas destacam-se por visitarem o maior número de flores possível durante a ingestão de néctar e coleta de pólen para sua alimentação (WESTERKAMP, 2007). Esta interação torna-se, portanto, elemento fundamental para a manutenção das comunidades, pois, espécies como abelhas demonstram alta eficiência na polinização específica de muitas espécies vegetais, mesmo que acidentalmente (FREE, 1993).

A eficiência polinizadora de qualquer visitante floral está intimamente relacionada com a biologia floral da planta e o comportamento do animal. Durante milhões de anos as flores desenvolveram mecanismos como pétalas coloridas, odores e chamarizes de néctar, pólen, essências e óleos para atraírem interessados e obterem polinização (FREITAS, 1998).

As abelhas, por outro lado, possuem adaptações óticas e olfativas que permitiram reconhecer e visitar as flores a certa distância repetidamente durante certo tempo, para que a polinização cruzada possa ser efetuada (CAMARGO, 1972).

Características morfológicas, tanto de plantas como de espécies de abelhas, podem indicar padrão de síndrome de polinização. Segundo Michener (2000), a eficiência do visitante floral se dá pela constância floral e visitas repetitivas de um indivíduo a flores de mesma espécie, seja em um vôo único ou ao longo de um período de tempo.

Alguns autores (BEMBÉ, 2004; GAGLIANONE, 2003; KEVAN, BAKER, 1983; MICHENER, 2000; PROCTOR; YEO; LACK, 1996) acreditam que a eficiência das abelhas como polinizadores pode ser explicada por sua riqueza de espécies, a qual proporciona maior quantidade de adaptações morfológicas e comportamentais para a obtenção de seus recursos. Muitas destas espécies tornam-se fiéis a determinadas espécies de plantas, mostrando que quanto maior for a fidelidade da relação entre abelha - flor, maiores serão as possibilidades de transferência dos grãos de pólen do vegetal (RIBEIRO; RÊGO; MACHADO, 2008). Porém, isso não significa que essa relação sempre resultará num sucesso reprodutivo para a planta (VIANA; KLEINERT, 2006).

Determinadas espécies de abelhas apresentam adaptações anatômicas que servem para a coleta e transporte de pólen e néctar, favorecendo em alguns casos a transferência do pólen para o estigma das flores (MICHENER, 2000). Um exemplo deste processo foi observado nas espécies de abelhas *Xylocopa*, que possuem um tamanho corporal avantajado que contribui de forma efetiva para a polinização das flores do maracujá. Essa polinização ocorre quando o dorso do inseto encosta nos estames com grãos de pólen, retirando-os e levando-os para o estigma (LIMA; CUNHA, 1999).

Alguns estudos de estrutura de comunidades (WASER *et al.*, 1996) sugerem que interações generalistas entre abelhas e flores ocorram como uma regra, e não uma exceção, em comunidades ecológicas. Dupont, Hansen e Olesen (2003) demonstraram que estas interações são estruturadas pela abundância, onde plantas mais comuns são visitadas por vários polinizadores, enquanto que os animais mais comuns utilizam diversas espécies de plantas.

A composição e as interações das redes de plantas e seus visitantes florais podem, ao longo do tempo, sofrer alterações com as mudanças na composição da comunidade de polinizadores, afetando a regeneração de determinadas espécies de plantas (SAMEJIMA *et al.*, 2004). Nestas redes, interação significa a relação de uma espécie de abelha que visita uma

dada espécie de planta com flores, enquanto a conectância corresponde à porcentagem de todas as atuações possíveis observadas dentro da rede (BIESMEIJER *et al.*, 2005).

O nível de generalização destas redes (medido como porcentagem de conectância) apresenta várias correlações ecológicas, como latitude e longitude, além de tendências a altos níveis e baixa riqueza de espécies (BIESMEIJER *et al.*, 2005; WASER *et al.*, 1996). Entretanto, estas generalizações demonstram-se menores para alguns grupos de polinizadores (abelha sem ferrão, abelhas Euglossini e vespas) do que para outros (*gênero Bombus spp.*) (JORDANO, 1987).

Essas relações entre as abelhas e as plantas fornecedoras de alimento têm sido intensamente estudadas (MACHADO; LOPES, 2004; ROUBIK, 1989; VIANA; KLEINERT, 2006), todavia, os trabalhos que descrevem a conectância e os padrões de generalização dessas redes ainda são poucos (BASCOMPTE; JORDANO, 2007; OLESEN; JORDANO, 2002; PIGOZZO; VIANA, 2010).

Em áreas tropicais essas descrições são ainda mais escassas e incompletas sendo por conseqüência de difícil comparação (OLESEN; JORDANO, 2002). Dessa forma o estudo das redes de interações torna-se um importante mecanismo de compreensão da composição da comunidade de abelhas, pois possibilita entender as quais características florais são ou não adaptações aos seus polinizadores visitantes (HERRERA, 1996; WASER *et al.* 1996; JOHNSON; STEINER, 2000; OLESEN; JORDANO, 2002).

### **2.3 Efeitos da variação climática sobre comunidades biológicas**

As variações climáticas possuem fatores temporais que podem influenciar mudanças comportamentais dentro das comunidades biológicas (RICKLEFS, 1987). Esses fatores podem se apresentar de forma sazonal ou asazonal. As variações sazonais ou cíclicas são aquelas de ocorrência fortemente demarcada e previsível, sem estarem relacionadas exclusivamente as estações do ano. As variações asazonais são aquelas que ocorrem subitamente ou sem uma frequência perceptível, em escalas espaciais e temporais variadas e com efeitos de diferentes magnitudes e persistências (TAUBER; TAUBER; MASAKI, 1986).

Os dois tipos de variações são fortemente influenciados por fenômenos meteorológicos de grande escala, principalmente o El Niño e La Niña. O El Niño corresponde ao aquecimento das águas do Oceano Pacífico, as quais podem provocar uma diminuição na quantidade de chuvas no Nordeste, principalmente durante a estação chuvosa (JACÓBSEN, 2002).

O fenômeno La Niña é o oposto do El Niño, consistindo no resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico (JACÓBSEN, 2002), podendo ocasionar mudanças em escala global e regional, que provocam alterações na circulação atmosférica e na precipitação (GRIMM; TEDESCHI, 2009). No Brasil, esse fenômeno acarreta a chegada das frentes frias até a região Nordeste, possibilitando a ocorrência de chuvas acima da média sobre a região semi-árida (JACÓBSEN, 2002).

As variações em comunidades biológicas acarretadas pelas mudanças climáticas (sazonais ou asazonais) são influenciadas pela capacidade de percepção de cada espécie aos sinais ambientais que precedem tais alterações do clima. Em algumas plantas, por exemplo, foi observado que algumas características da produção floral permanecem praticamente inalteradas entre o período chuvoso e seco, como por exemplo, os padrões de duração e quantidade de flores produzidas (GENTRY, 1974). Em muitas espécies de insetos, por outro lado, são encontrados mecanismos especializados de previsão e identificação destes sinais, fazendo com que estes desenvolvessem adaptações morfofisiológicas e comportamentais para resistir, suportar ou fugir das mudanças climáticas (MARTINS; BARBEITOS, 2000).

Dependendo da região, as mudanças climáticas podem moldar a época de ocorrência de floração e conseqüentemente da atividade das abelhas visitantes, aumentando ou diminuindo a interação entre os dois grupos. A forte sazonalidade de ambientes semi-áridos, como o de caatinga, favorece especializações nas relações entre flores e abelhas, fazendo com que coleta geralmente esteja relacionada a um ambiente mais seco (WESTERKAMP, 1987). Essa afirmação é corroborada pelos dados de Janzen (1967), que registra maior floração e atividade de abelhas durante a estação seca. Da mesma forma Michener (1979) descreveu que a maior diversidade de abelhas ocorre geralmente em ambientes mais secos, Zanella (2000a) observou que as espécies de abelhas com comportamento solitário predominam em áreas com pouca umidade.

Por outro lado, Mutke e Barthlott (2005) descrevem que a maior diversidade de plantas é encontrada nas florestas úmidas. Em relação à melissofauna, os dados de Aguiar (2003) apontam uma forte associação de abelhas na Caatinga com a estação úmida.

Essa divergência entre autores e estudos demonstra que o grau de sazonalidade de um ambiente é uma característica que deve ser analisada sob a perspectiva das espécies que ali residem (WOLDA, 1988), uma vez que essas variações climáticas influenciam distintamente populações específicas (MARTINS; BARBEITOS, 2000).

## 2.4 Caatinga do semi-árido nordestino

O Nordeste brasileiro possui seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada “caatinga” ou savana estépica (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991). Esta vegetação ocupa aproximadamente 11% do território nacional (DRUMOND; KILL; NASCIMENTO, 2002) sendo que 900.000 km<sup>2</sup> deste território pertence a região do Nordeste (cerca de 54%).

A região de Caatinga possui solos pedregosos rasos originados da exposição de rochas cristalinas do período pré-cambriano por um processo de pediplanação ocorrido entre o terciário superior e o quartenário inferior (AB’SABER, 2003; PRADO, 2003). A altitude da região varia de 0 a 600 m. A alta radiação solar proporciona temperaturas anuais médias entre 26 e 28°C, provocando níveis baixos de umidade e de precipitações (PRADO, 2003).

Em ambientes semi-áridos como os de caatinga a sazonalidade pluviométrica é bem definida, com uma estação chuvosa e outra seca, caracterizada por longos períodos de limitações de chuvas. As precipitações são baixas, variando entre 300 e 1000 mm ao ano, o que ocasiona um déficit hídrico anual elevado, limitando as atividades de algumas espécies de animais e vegetais (BARBOSA; HUETE; BAETHGEN, 2006; QUEIROZ, 2006).

Devido a estas características ambientais extremas e diversas, a caatinga abriga uma fitofisionomia bastante variada e complexa, rica em espécies herbáceas, lenhosas, gramíneas, cactáceas e bromeliáceas (DRUMOND; KIILL; NASCIMENTO, 2002; AB’SABER, 2003; PRADO, 2003). As famílias mais frequentes na caatinga são Euphorbiaceae, Fabaceae, Cactaceae, Caesalpinaceae e Mimosaceae, sendo estas duas últimas as mais visitadas pelas abelhas (AGUIAR, 2003).

Quanto aos dados sobre a fauna de invertebrados, ainda são escassos ou até inexistentes para muitos grupos. O grupo melhor conhecido na região de caatinga é o das abelhas, com um registro de 187 espécies (ZANELLA; MARTINS, 2003).

Westerkamp *et al.* (2007) revisaram e atualizaram o levantamento das abelhas realizado por Ducke (1907, 1908, 1910, 1911) no maciço da serra de Baturité, localizado no meio da caatinga do estado do Ceará) observando que as 90 espécies coletadas por ele compõem a grande maioria das abelhas encontrada no Ceará (129 a 134 espécies, sendo 20 delas sociais).

Aguiar (2003) destacou em seu trabalho as famílias de plantas visitadas por maior número de espécies de abelhas em uma região da caatinga, sendo elas: *Melochia tomentosa*,



*Solanum paniculatum*, *Sida galheirensis*, *Ziziphus cotinifolia*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Cardiospermum corindum*, *Poeppigia procera*, *Passiflora foetida* e espécies de Malvaceae.

Apesar da riqueza de conexões entre as abelhas visitantes e as plantas com flores, os estudos das particularidades ecológicas de interações desses insetos com a flora apícola local e com o ambiente da região semi-árida são ainda bastante escassos e insuficientes para garantir a sua preservação (ZANELLA; MARTINS, 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

O maciço de Baturité localiza-se próximo ao litoral, a uma distância de menos de 100 km da cidade de Fortaleza-CE. Possui uma largura média de 22 km, com área de aproximadamente 1700 km<sup>2</sup> e altitudes médias entre 400 e 600 m a.n.m.(acima do nível do mar) (SOUZA, 1997). A área delimitada para estudo foi de aproximadamente 12.000.000 m<sup>2</sup> e pertence ao povoado da Pendanga, localidade que faz limite com os municípios de Guaramiranga e Caridade (Figura 1 e 2).

A composição geológica do maciço de Baturité é formada por rochas metamórficas com uma associação compacta de iotita-quartzo-feldspato-gnaiss datadas da era pré-cambriana. O vertente leste (barlavento) caracteriza-se por apresentar perfil geomorfológico gradativo, enquanto a vertente oeste (sotavento) possui formação escarpada, constituída por uma paisagem montanhosa extremamente complexa e com solos mais rasos (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979; SOUZA, 1988).

Diversas tipologias vegetais ocorrem neste complexo paisagístico. Na vertente a barlavento, acima dos 600 m a.n.m. de altitude, verifica-se a presença da floresta ombrófila densa montana, enquanto na encosta abaixo dos 600 m a.n.m. é encontrada a floresta semidecidual (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991). Na vertente a sotavento as altitudes mais elevadas são revestidas pela floresta semidecidual montana (Figura 3). Abaixo dos 600-500 m a.n.m. de altitude, essa vegetação é gradativamente substituída pela caatinga arbórea (FIGUEIREDO; BARBOZA, 1990) ou savana estépica florestada (VELOSO; RANGEL – FILHO; LIMA, 1991).

As observações foram realizadas em uma área de caatinga, na vertente de sotavento no maciço de Baturité, estado do Ceará, em cotas altimétricas abaixo dos 500m a.n.m. No local de amostragem encontram-se espécies arbóreas típicas de Caatinga (savana estépica florestada *sensu* VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991) como algumas leguminosas. Aparentemente a área apresentava-se em boas condições de conservação devido à predominância de árvores de pequeno e médio porte e pela ausência de trilhas ao longo da área experimental.

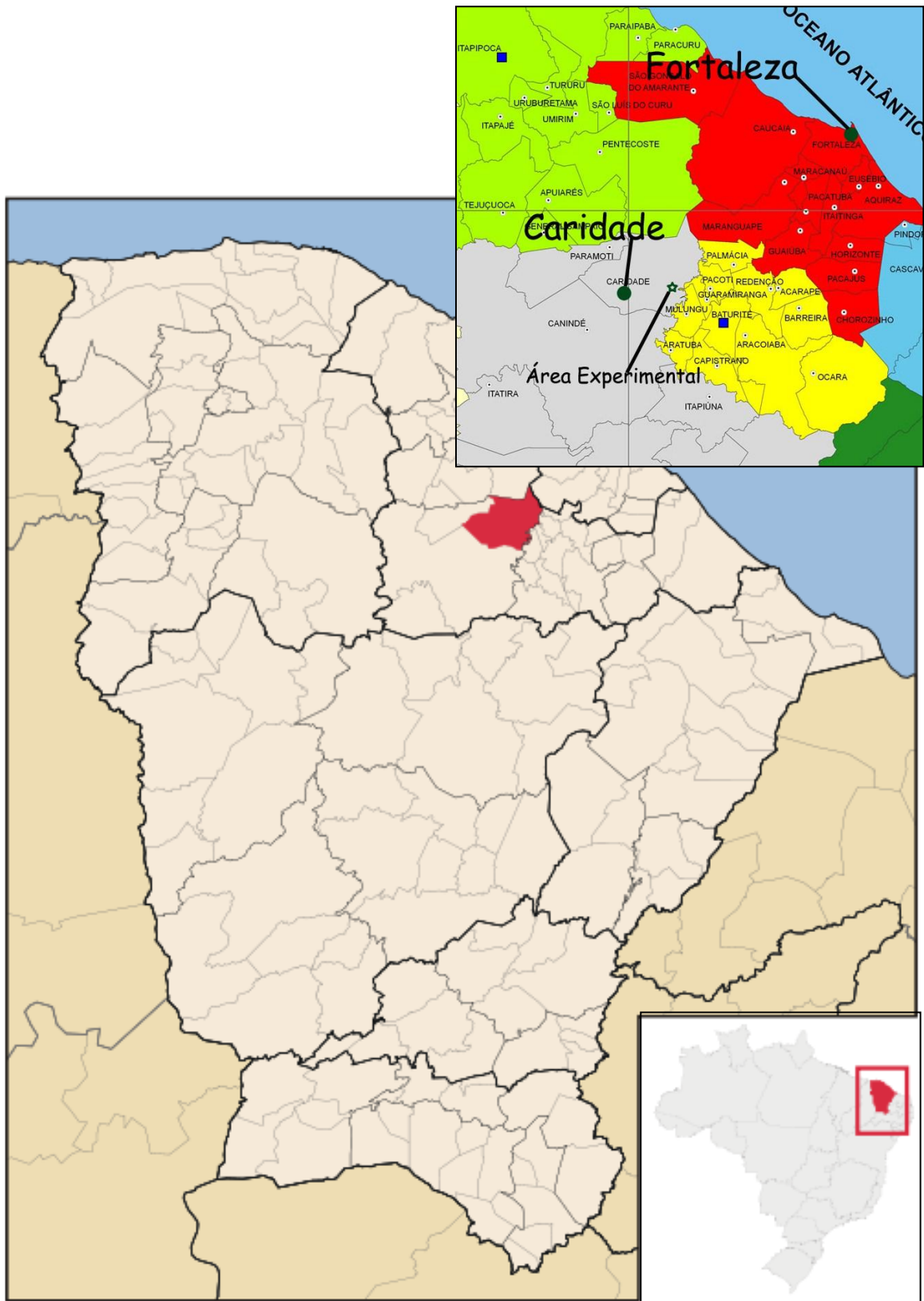


Figura 1 - Mapa do Ceará com localização de Caridade, Fortaleza e Área Experimental. Fonte: IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará).



Figura 2 - Localização da área (em amarelo) observada pertencente ao maciço de Baturité, além dos cinco transectos representados em linhas brancas. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.

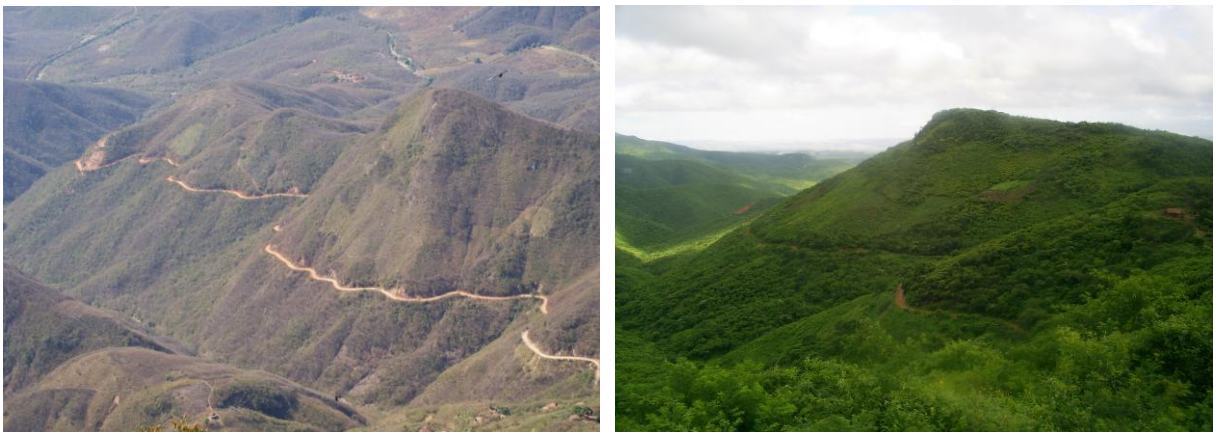


Figura 3 - Vistas parciais da área de estudo no Povoado da Pendanga no maciço de Baturité – CE. Foto: A. Bezerra.



Figura 4 - Aspecto da vegetação na área de amostragem. Período chuvoso. Foto: A. Bezerra



Figura 5 - Aspecto da vegetação na área de amostragem. Período seco. Foto: A. Bezerra

### 3.2 Dados de Precipitação

Os dados de precipitação local foram obtidos mensalmente com a equipe da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2010), que possui um posto de coleta em Inhuporanga, distrito na cidade de Caridade, situado a aproximadamente 15 km da área experimental.

A área em estudo fica localizada na vertente de sotavento do maciço de Baturité, com temperaturas médias de aproximadamente 27°C (GOMES, 1978).

O período chuvoso na área experimental geralmente compreende os meses de janeiro a maio com precipitações variando entre 500 e 600 mm por ano. Enquanto que no período seco a principal característica é a ausência quase total de chuvas que vai de junho a dezembro o que caracteriza se tratar de uma região semi-árida brasileira, a qual apresenta um regime de chuvas irregulares e com precipitações concentradas em curtos períodos, geralmente de 3 a 4 meses (MOURA *et al.*, 2007; PENNINGTON; LEWIS; RATTER, 2006) podendo variar até seis meses.

De acordo com essas diferenças climáticas descritas do local, principalmente relacionados à precipitação, o estudo foi dividido em dois períodos: a estação chuvosa ou úmida (janeiro a junho de 2009) (Figura 4) e a estação seca (julho a dezembro de 2009) (Figura 5) para padronizarmos o estudo.

Segundo o registro histórico pluviométrico da região (FUNCEME, 2010) os valores de precipitação anual variavam entre 297 a 624 mm (Figura 6). Todavia, no ano de 2009, o período chuvoso foi totalmente atípico e apresentou a maior precipitação dos últimos anos já registrados (1090,3mm) (Figura 7).

Nos seis primeiros meses do experimento, principalmente alguns meses em específico, as chuvas foram tão intensas que chegaram a destruir alguns pontos de acesso (pontes, estradas) à localidade do povoado da Pendanga, dificultando e impossibilitando o cumprimento das horas amostrais diárias propostas.

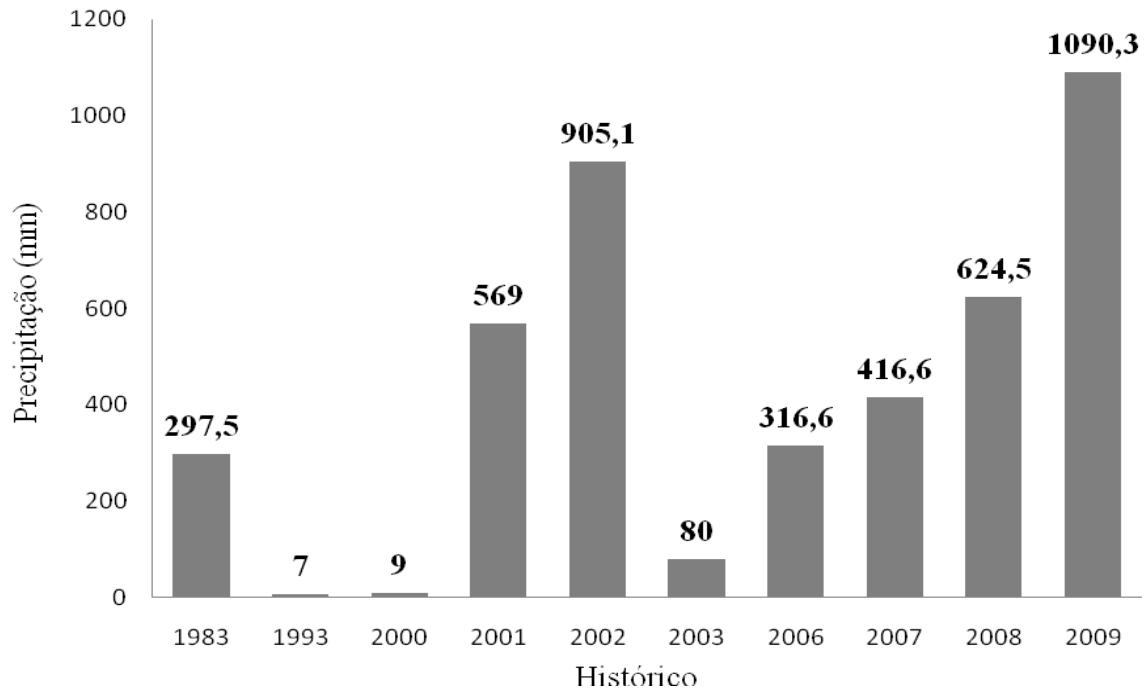


Figura 6 – Registro histórico dos valores de pluviosidade anual para o posto de Caridade – Inhuporanga (FUNCEME, 2010).

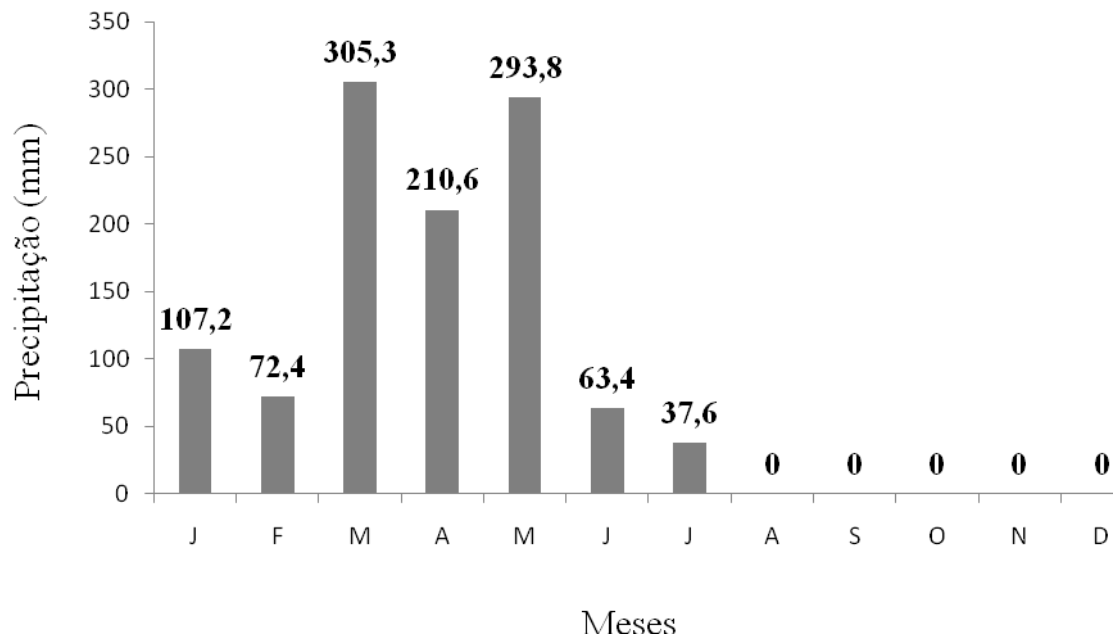


Figura 7 - Precipitação pluviométrica do Povoado da Pendanga, Caridade – CE, região do maciço de Baturité: 2009 (FUNCEME, 2010).

### 3.3 Métodos de amostragem

#### 3.3.1 Método de coleta das abelhas visitantes florais

Na área em estudo foram inicialmente demarcadas áreas quadráticas de 200 x 200m. Em seguida foi realizado um sorteio de cinco pontos dentre estes quadrados. A partir destes pontos foi realizado o reconhecimento e demarcações dos transectos sorteados (sempre com o auxílio do GPS), de forma a proporcionar maior aleatoriedade aos dados (Figura 3 e Tabela 1). A distância média entre um transecto e outro não pode ser calculada com exatidão devido a inclinação acentuado do terreno em quase todos os pontos.

Tabela 1 - Identificação e localização geográfica dos transectos na área de caatinga do maciço de Baturité. Coordenadas pertencentes ao ponto central do transecto.

<b>Transectos</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>
Transecto 1 (T1)	S 4° 11' 38,8" / W 38° 58' 56,7"
Transecto 2 (T2)	S 4° 11' 37,6" / W 38° 58' 55,6"
Transecto 3 (T3)	S 4° 11' 41,2" / W 38° 58' 58,3"
Transecto 4 (T4)	S 4° 11' 36,4" / W 38° 59' 5,2"
Transecto 5 (T5)	S 4° 11' 34" / W 38° 59' 13"

Cada um dos cinco transectos foi percorrido por dois coletores a partir do ponto determinado. A cada dia de coleta foram percorrido 200m em um mesmo transecto, sempre dentro das curvas de nível do terreno para evitar desvios de altitudes durante a captura das espécies de abelhas. O percurso foi realizado ao longo do transecto em forma de ziguezague mantendo uma distância aproximada de 20m da trilha pré estabelecida, de forma a possibilitar maior aleatoriedade e padronização das coletas (Figura 8).



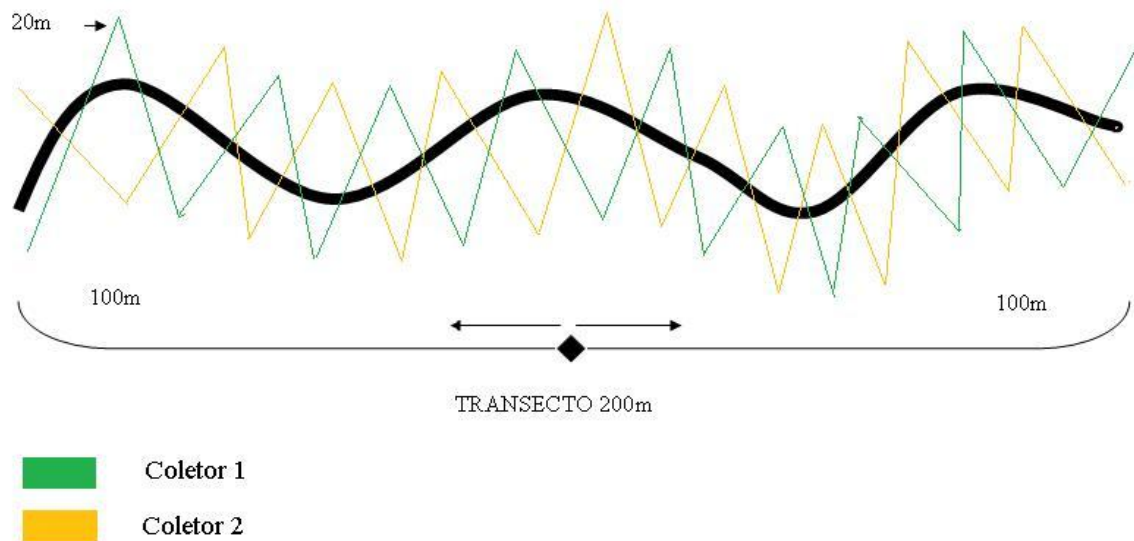


Figura 8 - Representação esquemática do percurso realizado durante as coletas em cada transecto no período de janeiro a dezembro de 2009.

De janeiro a dezembro de 2009 foram realizadas coletas mensais em cinco dias consecutivos (um transecto por dia), totalizando 60 coletas e 1.188 horas amostrais (11h/dia para cada coletor). As coletas foram realizadas por dois coletores em plantas com flores (não permanecendo por mais de 10 minutos em cada planta) sem escolha, entre 6:00 e 17:00h.

O método escolhido foi o de varredura com o auxílio de redes entomológicas descrito por Sakagami, Laroca e Moure (1967), com modificações. Esse método é bastante utilizado, pois permitiu confrontar os dados referentes à composição e diversidade de abelhas. Em seguida os espécimes coletados foram imediatamente inseridos em frascos mortíferos (quatro para cada coletor) à base de acetato de etila devidamente preparados para que a língua ou probóscide da abelha fosse exposta, facilitando a sua identificação. Posteriormente, cada um dos espécimes coletados foi transferido para frascos plásticos individuais e etiquetados com as seguintes informações: data, local da coleta, número ou nome popular da planta ou substrato sobre o qual a abelha foi capturada.

No laboratório de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará - UFC, as abelhas coletadas foram triadas e agrupadas em morfoespécies. Em seguida os espécimes foram montados em alfinetes entomológicos e identificados até o nível de espécie por meio de chaves taxonômicas e por comparações com exemplares depositados na coleção do Departamento de Zootecnia da UFC. Os espécimes cuja identificação não pôde ser realizada

no Departamento foram todos encaminhados aos especialistas da sistemática de abelhas do Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos – BIOSIS da Universidade Federal da Bahia para a realização e/ou confirmação das identificações até o mínimo táxon possível.

### 3.3.2 Levantamento de plantas visitadas

No mesmo período de coleta das abelhas, foram coletadas todas as plantas melitófilas, visitadas pelas abelhas, durante o percurso de todos os transectos ao longo do ano. As identificações das espécies de plantas foram realizadas através da utilização da literatura botânica disponível e de chaves sistemáticas específicas, auxiliadas pelo botânico especialista da Universidade Federal do Ceará, Luiz Wilson Lima-Verde e através da comparação com material do herbário Prisco Bezerra da UFC. Não foi necessário encaminhar amostras à especialistas para confirmar ou realizar as identificações até espécies. Estas amostras posteriormente foram herborizadas conforme Fidalgo e Bononi (1989), e algumas espécies representativas foram incorporadas ao acervo do Herbário Prisco Bezerra (EAC) da UFC.

## 3.4 Análises dos dados

### 3.4.1 Descrição das comunidades de abelhas e plantas

Para a organização dos dados referente as abelhas visitantes foram organizadas matrizes de presença/ausência das espécies para cada transecto, mês, estação (chuvoso e seco) e período total de amostragem. As matrizes permitiram analisar as tendências gerais da composição das famílias e espécies de abelhas e plantas entre os períodos dominantes na área ao longo de um ano.

Os resultados obtidos foram dispostos na forma de tabelas descrevendo as famílias, gêneros e espécies das abelhas coletadas durante todo o período. Complementarmente foi elaborada uma tabela com as famílias e espécies de plantas visitadas pelas abelhas na área de estudo. Os dados foram incluídos em um banco de dados e trabalhados em Microsoft Excel 2007.

Todos os cálculos realizados nesse experimento incluíram a espécie exótica *Apis mellifera* devido a sua importância na estruturação das comunidades tropicais e intensa interação com as diferentes espécies de abelhas (AGUIAR; ZANELLA, 2005).

### 3.4.2 Curvas de acumulação e estimativa de riqueza das espécies

Além das matrizes foi realizado um estudo utilizando a Curva do Coletor para a fauna de abelhas coletadas. Essa curva permite avaliar o esforço (esforço de captura) e a suficiência amostral (GOTELLI; COLWELL, 2001) em seqüências cronológicas (entre os períodos seco e chuvoso e período total de amostragem) sobre as taxas de acumulação das espécies que ocorrem na área experimental (COLWELL; CODDINGTON, 1994; GOTELLI; COLWELL, 2001; COLWELL, 2006). As curvas de acumulação de espécies foram calculadas através do programa EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006). Este método foi utilizado neste inventário devido ser um método que permite observar a influência das amostras em diferentes períodos (chuvoso e seco).

Foram utilizados três estimadores (estrapoladores) para avaliar a riqueza real das espécies de abelhas na área experimental:

(a) O estimador de Michaelis-Menten.

Esse estimador permite prever o ponto de estabilização e observar onde a suficiência amostral foi atingida (COLWELL; CODDINGTON, 1994; MAGURRAN, 2004; SANTOS, 2006).

(b) Dois estimadores não-paramétricos: o Jackknife de 1ª ordem e o Chao 2.

Esses são muito recomendados por serem aplicáveis aos dados com diferentes distribuições de abundância (SANTOS, 2006).

O Jackknife de 1ª ordem é um estimador baseado na incidência das espécies raras, no número de amostras e na ocorrência de espécies únicas em apenas uma amostra. Para calcular utiliza-se a seguinte fórmula:

$$S_{\text{jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1 (m-1/m) \quad (1)$$

Onde:

$S_{\text{jack1}}$  = N° de espécies estimadas pelo estimador Jackknife 1;

$S_{\text{obs}}$  = N° de espécies observadas nas amostras;

$Q_1$  = frequência de espécies que ocorrem em apenas uma amostra (“uniques”);

$m$  = N° total de amostras.

O estimador Chao2 baseia-se na incidência das espécies e é influenciado pelas espécies que ocorrem em apenas uma amostra (“uniques”) e por espécies que ocorrem em apenas duas amostras (“duplicates”). Quando se tem o número de “uniques” e “duplicates” maior que zero, calcula-se através da seguinte fórmula (COLWELL, 2006):

$$S_{\text{Chao2}} = S_{\text{obs}} + Q_1^2 / 2Q_2 \quad (2)$$

Onde:

$S_{\text{Chao2}}$  = N° de espécies estimadas pelo estimador Chao2;

$S_{\text{obs}}$  = N° de espécies observadas na amostra;

$Q_1$  = Frequência das espécies que ocorrem em apenas uma amostra (uniques);

$Q_2$  = Frequência das espécies que ocorrem em apenas duas amostras (duplicates).

$m$  = N° total de amostras.

Quando o número de “uniques” ou “duplicates” for igual a zero, a equação usada é a seguinte (COLWELL, 2006):

$$S_{\text{Chao2}} = S_{\text{obs}} + (m-1/m)(Q_1(Q_1-1)/2(Q_2+1)) \quad (3)$$

Todos esses estimadores permitiram comparar as estimativas de riqueza obtidas com a riqueza observada (LONGINO, 2000).

### 3.4.3 Frequência, Constância e Dominância

Para maiores detalhes de caracterização da comunidade de abelhas foi calculado o índice de frequência relativa, constância e dominância (SILVEIRA NETO; NAKANO; VILA NOVA, 1976).

A representação da frequência relativa de distribuição das espécies foi determinada pelo o número de indivíduos de cada espécie em relação do número total de coletas realizadas (PRESTON, 1948; SOUTHWOOD, HENDERSON, 2000).

$$f = (n_i / N) \times 100 \quad (8)$$

Onde:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$N$  = número total de indivíduos.

Apartir dos resultados obtidos foram estabelecidas classes de frequência para cada espécie, por meio de Intervalos de Confiança (IC a 5% de probabilidade):

a) Pouco Frequente (PF - \*) =  $f <$  o limite inferior (LI) do IC5%.

b) Frequente (F - \*\*) =  $f$  situado dentro do IC5%.

c) Muito Frequente (MF - \*\*\*) =  $f >$  o limite superior (LS) do IC5%.

Para a constância das espécies nas coletas (SILVEIRA NETO; NAKANO; VILA NOVA, 1976) utilizando-se a fórmula:

$$C = (c_i / N_c) \times 100 \quad (9)$$

Onde:

$C$  = porcentagem de constância;

$c_i$  = número de coletas contendo a espécie  $i$ ;

$N_c$  = número total de coletas efetuadas.

De acordo com os percentuais obtidos, utilizou-se a classificação de Bödenheimer (*apud* SILVEIRA NETO; NAKANO; VILA NOVA, 1976) sendo consideradas como espécies constantes (W) quando a % de ocorrência for igual ou superior a 50%; espécies acessórias (Y), quando a % de ocorrência for entre 25 e 50 %; e espécies acidentais (Z), quando a % de ocorrência for igual ou inferior a 25 %.

Para calcular a dominância foi utilizada a seguinte fórmula:

$$LD = (1 / S) \times 100 \quad (10)$$

Onde:

$LD$  = limite da dominância;

$S$  = número total de espécies.

Esse dado nos mostra o potencial que a espécie possui ou não em modificar, em seu benefício, o impacto recebido do ambiente, podendo causar o aparecimento, ou o desaparecimento de outros organismos.

Para considerar uma determinada espécie como dominante, de acordo com Kato, Matsuda e Yamashita (1952), o seu limite inferior (Li) tem que ser maior que o inverso do número total de espécies multiplicado por 100, de acordo com Sakagami e Matsumura (1967). Esse mesmo procedimento também foi utilizado por diversos autores como Cure *et al.*, (1993), Aguiar e Martins (1997) e Carvalho *et al.*, (2007).

#### 3.4.4 Padrões de abundância das espécies de abelhas

A abundância das espécies de abelhas foi analisada para observar a influência da sazonalidade nos dois períodos e no período total sobre a atividade de forrageamento dos espécimes coletados.

Para a padronização dos valores foram criados gráficos de sequências, onde as espécies foram organizadas em ordem decrescente de abundância. Complementarmente foram avaliados e testados quatro modelos teóricos (série geométrica, série logarítmica, log-normal e bastão quebrado) (MAGURRAN, 1988; 2004) para observar quais deles se adéquam melhor aos dados encontrados.

A verificação do ajuste consiste em comparar a abundância observada com o cálculo realizado da abundância esperada de cada espécie, através de um teste de aderência, comumente o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Os modelos escolhidos (série geométrica, série logarítmica, log-normal e bastão quebrado) representam um gradiente decrescente de ocupação do hiper-espaço pela espécie dominante (MAGURRAN, 1988, 2004). Para a análise dos modelos de abundância propostos foi utilizado o programa estatístico Bio-dap (THOMAS, 2000).

##### 3.4.4.1 Série geométrica

O modelo de série geométrica é utilizado no estudo de ambientes muito simples, considerados como “pobres” em diversidade, com espécies situadas em um ambiente altamente restritivo, porém ecologicamente insaturado (MAGURRAN, 1988, 2004; MARTINS; SANTOS, 1999). Nesses ambientes ocorre a influência de um fator determinante

na distribuição das espécies, ocasionando uma forte competição entre as mesmas em intervalos de tempos regulares (MAGURRAN, 1988, 2004; MARTINS; SANTOS, 1999).

Na visualização gráfica do modelo a espécie dominante ocupa uma determinada parte  $k$  no hiper-espaço dos nichos deixando uma parte desocupada ( $1-k$ , por exemplo). A segunda espécie mais dominante ocuparia a parte remanescente, deixando uma parte desocupada e assim sucessivamente com todas as espécies da comunidade.

#### 3.4.4.2 Série Logarítmica

A série logarítmica é caracterizada por uma maior diversidade no ambiente estudado em comparação a série geométrica, e assim como esta é considerada um modelo de pré-esvaziamento de nichos (MAGURRAN, 1988, 2004; MARTINS; SANTOS, 1999; MAY, 1975). Na série logarítmica as comunidades são menos simples que na série geométrica, convivendo em um ambiente relativamente restritivo e com poucos fatores limitantes. Além disso, as espécies se apresentam graficamente em intervalos de tempo aleatórios, ocupando uma porção  $k$  do hiper-espaço, caracterizando assim uma situação com um grande número de espécies raras e poucas espécies abundantes.

#### 3.4.4.3 Log-normal

O modelo do tipo log-normal utiliza classes de abundância padronizadas por uma transformação logarítmica (log base 2) para construir sua representação gráfica, onde cada classe (ou oitavas) tem o dobro da abundância da classe anterior (MAGURRAN, 1988, 2004; MARTINS; SANTOS, 1999). Essa série tem por características que diversos fatores independentes influenciam a abundância, caracterizando comunidades ecológicas grandes, com alta diversidade de espécies e maior estabilidade (MAGURRAN, 1988, 2004).

#### 3.4.4.4 Bastão quebrado ou Broken-stick

O modelo do bastão quebrado (broken-stick), ou modelo da proporcionalidade do espaço, caracterizam ambientes onde a diversidade observada na natureza seria máxima, com as abundâncias melhores distribuídas entre as espécies (MAGURRAN, 1988, 2004).

O nome do modelo provém da distribuição do hiper-espaço do nicho, o qual equivaleria a uma vara quebrada aleatoriamente e simultaneamente entre  $S$  espécies. É utilizado na

descrição de ambientes homogêneos, onde as comunidades ecológicas demonstram um pequeno número de espécies funcionalmente similares competindo entre si por um mesmo recurso (MARTINS; SANTOS, 1999).

### 3.4.5 Heterogeneidade: Índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) e equabilidade de Simpson

Segundo Magurran (2004) índice de heterogeneidade é aquele que compara entre dois grupos as medidas de diversidade, a qual consiste na combinação da riqueza em espécies com a abundância das espécies. Apesar de ser totalmente independente do tamanho amostral (MAGURRAN, 1988, 2004) ele é usado para complementar às análises de riqueza e abundância, visto que a informação da estrutura da comunidade é praticamente perdida ao final do cálculo, obtendo somente um número (MARTINS; SANTOS, 1999).

Para a avaliação da heterogeneidade foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e o índice de Simpson ( $D$ ), comparando a diversidade da fauna de abelhas visitantes florais entre os meses e os períodos (chuvoso e seco).

O índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) atribui peso maior para as espécies raras, enquanto o de Simpson ( $D$ ) atribui peso maior às espécies comuns. Estes índices foram calculados utilizando-se o programa Past (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001)

$$\text{Shannon-Wiener: } H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (4)$$

Onde:

$p_i$  = (proporção de indivíduos da  $i$ -ésima espécie);

$S$  = número de espécies observadas;

$N$  = número total de indivíduos;

$H'$  = componente de riqueza de espécies (média logarítmica).

$$\text{Simpson: } (1 - D) = 1 - \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right] \quad (5)$$



Onde:

$n_i$ : = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie

$N$  = número total de indivíduos

A diversidade das abelhas visitantes florais entre os períodos (chuvoso e seco) foi comparada através da sobreposição dos intervalos de confiança obtidos, enquanto que para o índice de Shannon foi realizado o teste  $t$  de Hutcheson:

$$t = \frac{H'1 - H'2}{S \sqrt{H'1 - H'2}} \quad (6)$$

Onde:  $t$  = teste  $t$

$H'1 = n \log n - \sum f_i \log f_i / n$  diversidade no período 1

$H'2 = n \log n - \sum f_i \log f_i / n$  diversidade no período 2

$S^2 =$  variância das diversidades

$S^2 H'1 = \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n$  no período 1

$S^2 H'2 = \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n$  no período 2

$f_i$  = frequência absoluta de cada espécie durante um intervalo de tempo

Complementarmente será realizado o teste de correlação de Pearson para a precipitação pluviométrica e os índices mensais de diversidade (Shannon e Simpson).

Foi também usado o índice de equabilidade de Pielou ( $J$ ), que permite avaliar o quanto a diversidade observada se aproxima de diversidade máxima, que seria obtida se todas as espécies fossem representadas pelo mesmo número de indivíduos (MAGURRAN, 1988, 2004).

Calcula-se através da fórmula:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Onde:

$H'_{\max}$ : é a diversidade máxima possível que poderia ser observada se todas as espécies apresentassem igual abundância;

$H'_{\max} = \log S$ , sendo  $S$  = número total de espécies.

### 3.4.6 Índice de similaridade

Para quantificar o grau de associação entre os meses e as estações foi utilizada uma grandeza numérica, o coeficiente de similaridade (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; VALENTIN, 2000).

O coeficiente de similaridade de Jaccard é baseado na presença ou ausência de espécies, excluindo-se a dupla ausência (VALENTIN, 2000). Para destacar os grupos que apresentavam similaridade entre os meses e os períodos chuvoso e seco foi realizada a comparação através da análise de agrupamento pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; ROMESBURG, 1984).

O cálculo foi realizado pelo programa EstimateS (COWELL, 2006), através da seguinte fórmula:

$$J = c / a + b - c \quad (7)$$

Onde:

a = número de espécies presentes apenas no período 1;

b = número de espécies presentes apenas no período 2;

c = número de espécies presentes em ambos os períodos.

A análise de agrupamento através de um dendrograma permitiu descrever de maneira clara e sintética, a estrutura de uma comunidade, determinando a relação que existe entre elas (VALENTIN, 2000). O método utilizado, UPGMA, possibilitou avaliar de forma segura se cada grupo foi formado por uma amostra representativa do universo em estudo (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A análise de agrupamento pelo método UPGMA foi feita usando-se o programa Biodiversity Pro versão 2.0 (MCALEECE, 1997).

### 3.4.7 Rede de interações e conectância entre as abelhas e plantas por elas visitadas

Os métodos de Jordano (1987) e Olesen e Jordano (2002) serão utilizados para determinar a rede de interações entre as abelhas coletadas e as plantas em floração por elas visitadas, tanto no período total quanto para cada estação climática e mês de coleta. Esta rede

é definida como uma matriz que descreve as interações entre abelhas visitantes florais (A) e espécies de plantas com flores (P). O tamanho da rede (M) é dado pela fórmula:

$$M = A \times P \quad (11)$$

Onde: A = números de abelhas;

P = número de plantas;

M = indica o número máximo possível de interações.

A conectância (C) será obtida pela fórmula:

$$C = 100 \times I/M \quad (12)$$

Onde: I = número de interações observadas.

Foi calculado também o grau (número de interações em que cada espécie esteve envolvida) e o grau médio das (média aritmética dos graus de todas as espécies) para o grupo de plantas e de abelhas separadamente. Foi utilizada a correlação de Pearson para analisar as relações entre as propriedades da rede (A+P, M, I, C) e destas com a precipitação.



Continuação da Tabela 2 - Espécies de abelhas coletadas durante o período de janeiro a dezembro de 2009 em uma área de caatinga no maciço de Baturité.

Halictidae	<i>Augochloropsis sp. 1</i>	x			x	x	x						
	<i>Augochloropsis sp.2</i>	x			x		x				x		
	<i>Augochloropsis sp. 3</i>		x						x	x			
	<i>Augochloropsis sp. 4</i>	x	x					x					
	<i>Augochlora sp. 1</i>			x	x	x		x	x	x		x	
	<i>Augochlora sp. 2</i>							x				x	
	<i>Augochlora sp. 3</i>		x					x		x			
	<i>Augochlora sp. 4</i>							x					
	<i>Megalopta sp</i>								x				
Megachilidae	<i>Michantidium sp.</i>			x		x	x	x		x		x	
	<i>Megachile sp. 1</i>	x			x			x					
	<i>Megachile sp. 2</i>							x					
	<i>Megachile sp. 3</i>							x					
	<i>Megachile sp. 4</i>									x			
	<i>Megachile sp. 5</i>		x							x			
	<i>Megachile sp. 6</i>						x			x			
	<i>Megachile sp. 7</i>	x											
	<i>Megachile sp. 8</i>						x			x			
<i>Megachile sp. 9</i>									x				
<b>Número total de espécies</b>		<b>12</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>

Das 2.463 abelhas coletadas, 867 indivíduos (aproximadamente 35%) não foram coletados sobre flores. Desses 867 indivíduos 77% (668 abelhas das 867) foram coletados em vôo com o maior número no mês de agosto com 155 abelhas. Sobre a água foram coletados 187 (7,59%), inicialmente coletadas no mês de julho com 66 indivíduos e 12 (0,5%) em ninho (troncos) sendo observado maior número no final do período chuvoso e seco (Figura 9).

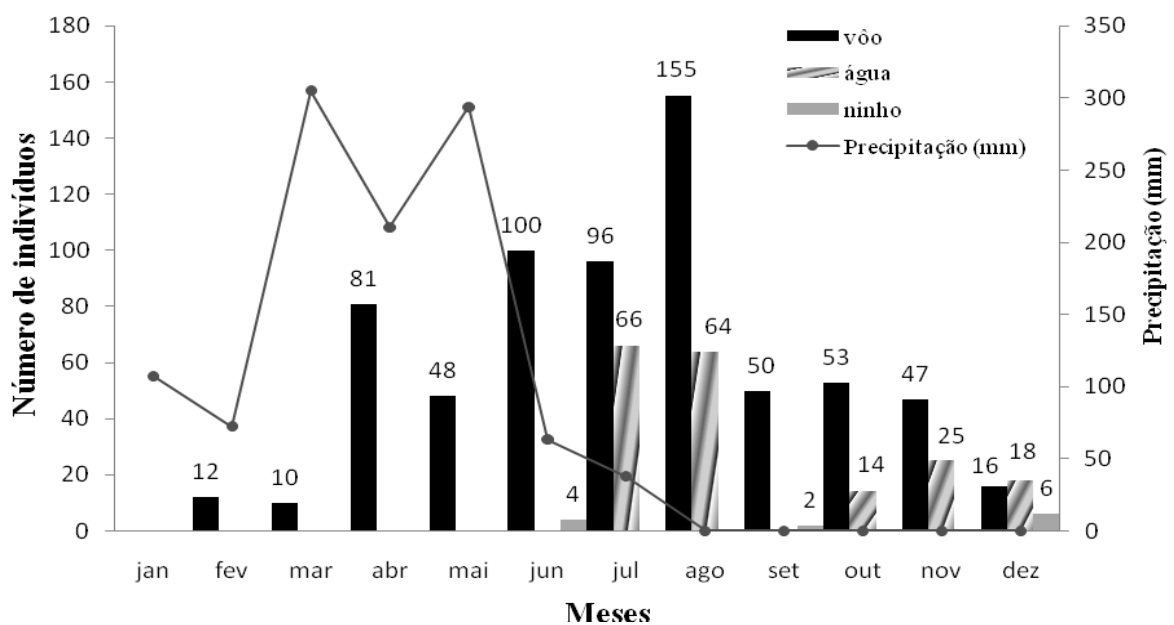


Figura 9 - Demonstrativo gráfico da distribuição da precipitação (mm) e dos indivíduos de abelhas coletadas em vôo, água e ninho ao longo da pesquisa entre janeiro e dezembro/2009.

Dentre as cinco famílias de abelhas coletadas a Apidae foi a que teve o maior número de gênero (43%) seguida da família Anthophoridae (32%), Halictidae (11%), Andrenidae e Megachilidae com 7% respectivamente.

Entre os que apresentaram o maior número de espécies temos a família Anthophoridae com 20 espécies (36%), a família Apidae (27%), Megachilidae (18%), Halictidae (16%) e Andrenidae (4%) (Tabela 3).

Para as famílias com maior número de indivíduos tivemos a Apidae, representando 81% do total de abelhas capturadas. Em seguida temos a Halictidae (9%), Anthophoridae (6%), Megachilidae (3%) e Andrenidae (0,45%) (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de representantes de abelhas coletados em cada família por gênero, espécies e indivíduos amostrados na área experimental.

<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>Espécies</b>	<b>Indivíduos</b>
Andrenidae	2	2	11
Anthophoridae	9	20	156
Apidae	12	15	1996
Halictidae	3	9	215
Megachilidae	2	10	85
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>2463</b>

Entre os 28 gêneros descritos na área em estudo a *Megachile* é o gênero que possui o maior número de representantes com nove espécies, cerca de 16% do total. O maior número foi o gênero *Centris* (11%), *Xylocopa*, *Melissodes*, *Augochloropsis* e *Augochlora* com 7% respectivamente, *Trigona* (5%), *Frieseomelitta* (4%) e os demais 20 gêneros tiveram juntos 36% das espécies de abelhas (Figura 10).

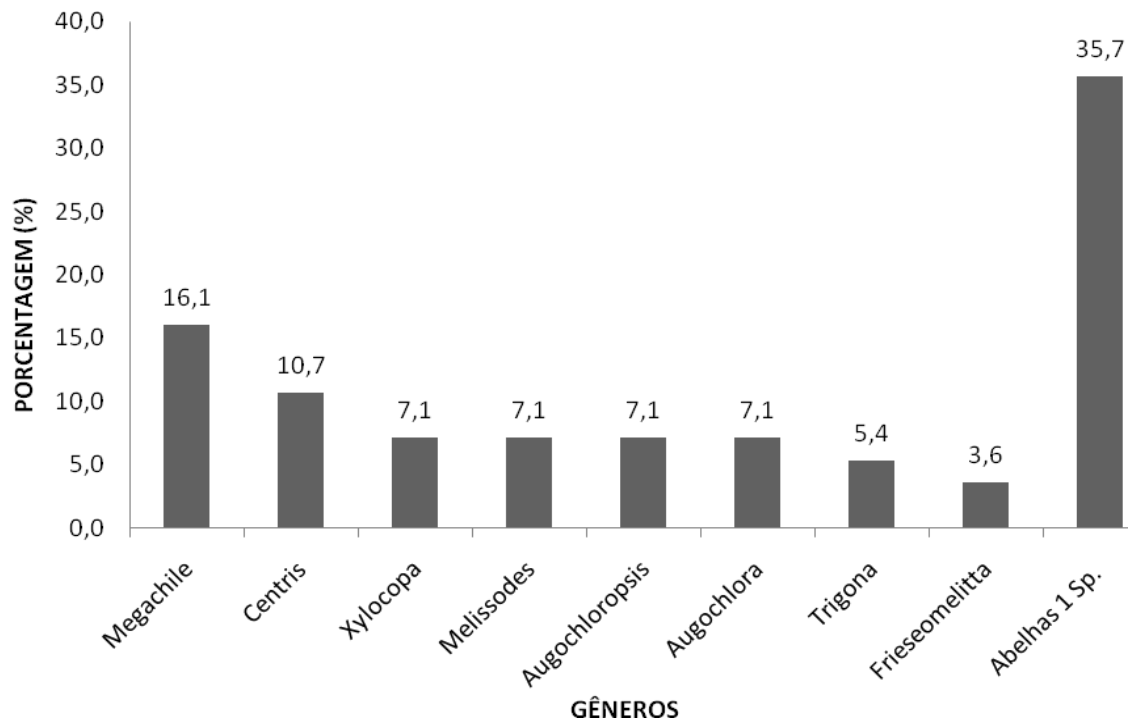


Figura 10 - Porcentagem do número de espécies de abelhas distribuída pelos gêneros. Os gêneros de abelhas representadas por uma única espécie foram agrupadas em Abelhas 1 sp.

Analisando a distribuição dos indivíduos entre os 28 gêneros registrados na área de caatinga observa-se que a *Apis* destacou-se com 29,15% do valor total de indivíduos coletados, seguida pela *Plebeia* (22,78%), *Trigona* (16,20%), *Trigonisca* (6,05%), *Augochloropsis* (5,40%) e *Frieseomelitta* (4,38%) (Figura 11).

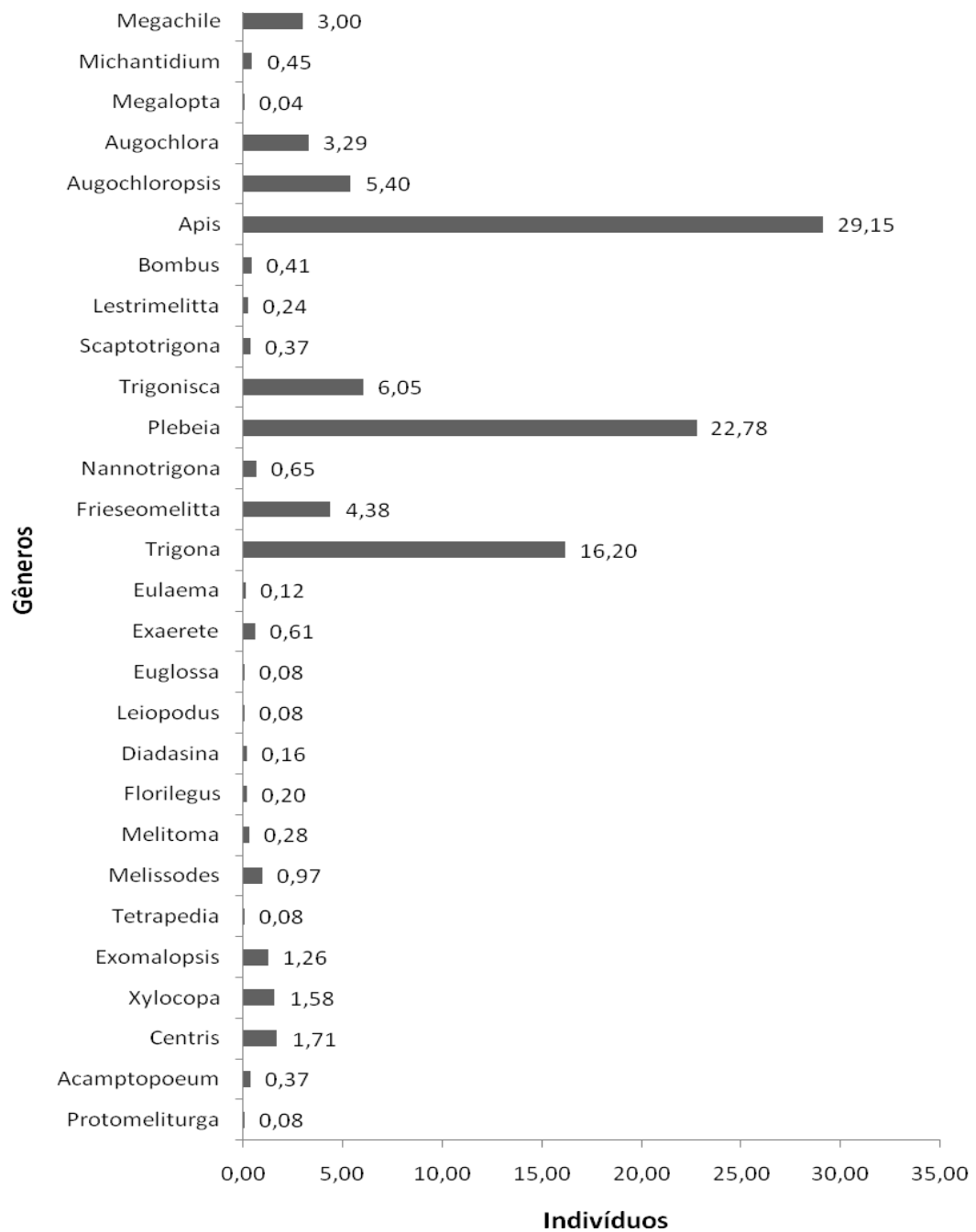


Figura 11 - Porcentagem do número de indivíduos de abelhas (Apoidea) distribuída pelos gêneros.

No período chuvoso foram contabilizadas em média 2,2 abelhas por hora, ou 1,5 abelhas excluindo-se *A. mellifera*. Enquanto no período seco foram coletadas 1,9 abelhas por hora, ou 1,3 abelhas excluindo-se *A. mellifera*. Foram coletadas 52% das abelhas no período seco e 48% no período chuvoso, os demais dados referentes às coletas individuais encontram-se na tabela 4.



Tabela 4 - Datas das coletas realizadas nos dois períodos; número total de horas em cada mês de coleta (realizada por dois coletores), número de indivíduos amostrados, porcentagem de indivíduos de *A. mellifera* correspondente a cada mês de coleta e número de espécies amostradas.

	<b>Datas</b>	<b>Horas</b>	<b>Nº indivíduos</b>	<b>% Apis</b>	<b>Nº sp.</b>
<b>PERÍODO CHUVOSO</b>	26/01/2009 a 31/01/2009*	84	221	44,80%	12
	13/02/2009 a 18/02/2009**	110	154	9,09%	16
	26/03/2009 a 30/03/2009	60	322	45,03%	19
	2/04/2009 a 7/04/2009***	98	131	1,53%	12
	20/05/2009 a 24/05/2009	86	137	8,03%	12
	17/06/2009 a 21/06/2009	98	223	29,15%	19
	<b>TOTAL</b>	<b>536</b>	<b>1188</b>	<b>22,9%</b>	
	<b>Datas</b>	<b>Horas</b>	<b>Nº indivíduos</b>	<b>% Apis</b>	<b>Nº sp.</b>
<b>PERÍODO SECO</b>	26/07/2009 a 30/07/2009	102	374	38,50	19
	26/08/2009 a 30/08/2009	110	243	28,40	14
	26/09/2009 a 30/09/2009	110	160	5,00	14
	18/10/2009 a 22/10/2009	110	240	43,33	13
	9/11/2009 a 13/11/2009	110	159	22,01	15
	2/12/2009 a 6/12/2009	110	99	22,22	16
	<b>TOTAL</b>	<b>652</b>	<b>1275</b>	<b>26,57</b>	

\*Problemas com o mateiro

\*\*Problemas com o carro

\*\*\*Problemas com a chuva

O maior pico de atividade de abelhas foi no mês de julho/2009 coincidindo com o término das chuvas e início de estiagem na região. Nos meses considerado mais quentes, de agosto/2009 a dezembro/2009, onde a principal característica é a estiagem, foi observada uma pequena diminuição da atividade das abelhas (Figura 12).

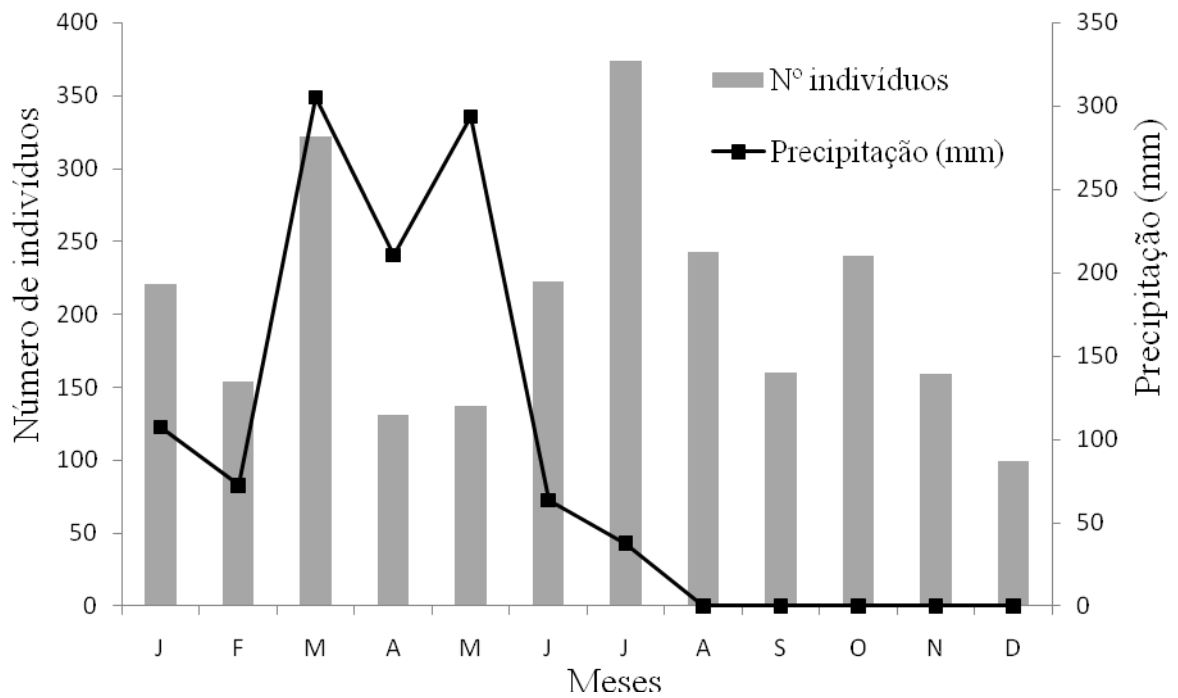


Figura 12 - Número de indivíduos de abelhas e precipitação mensal distribuídas nos meses de amostragem.

Na figura 13 está demonstrada a distribuição do número de indivíduos coletados em cada mês para cada família representada. Todas as cinco famílias tiveram seus membros representados no período chuvoso, tendo as famílias Anthophoridae, Halictidae e Apidae apresentando atividade durante quase todo o ano. A família Andrenidae foi a única que apresentou representantes somente em um mês do período amostral. A Megachilidae teve a maioria de seus representantes coletados no período chuvoso. Apidae foi a única família ativa amostrada em todas as coletas, com um pico de atividade em julho, com ou sem *A. mellifera*.

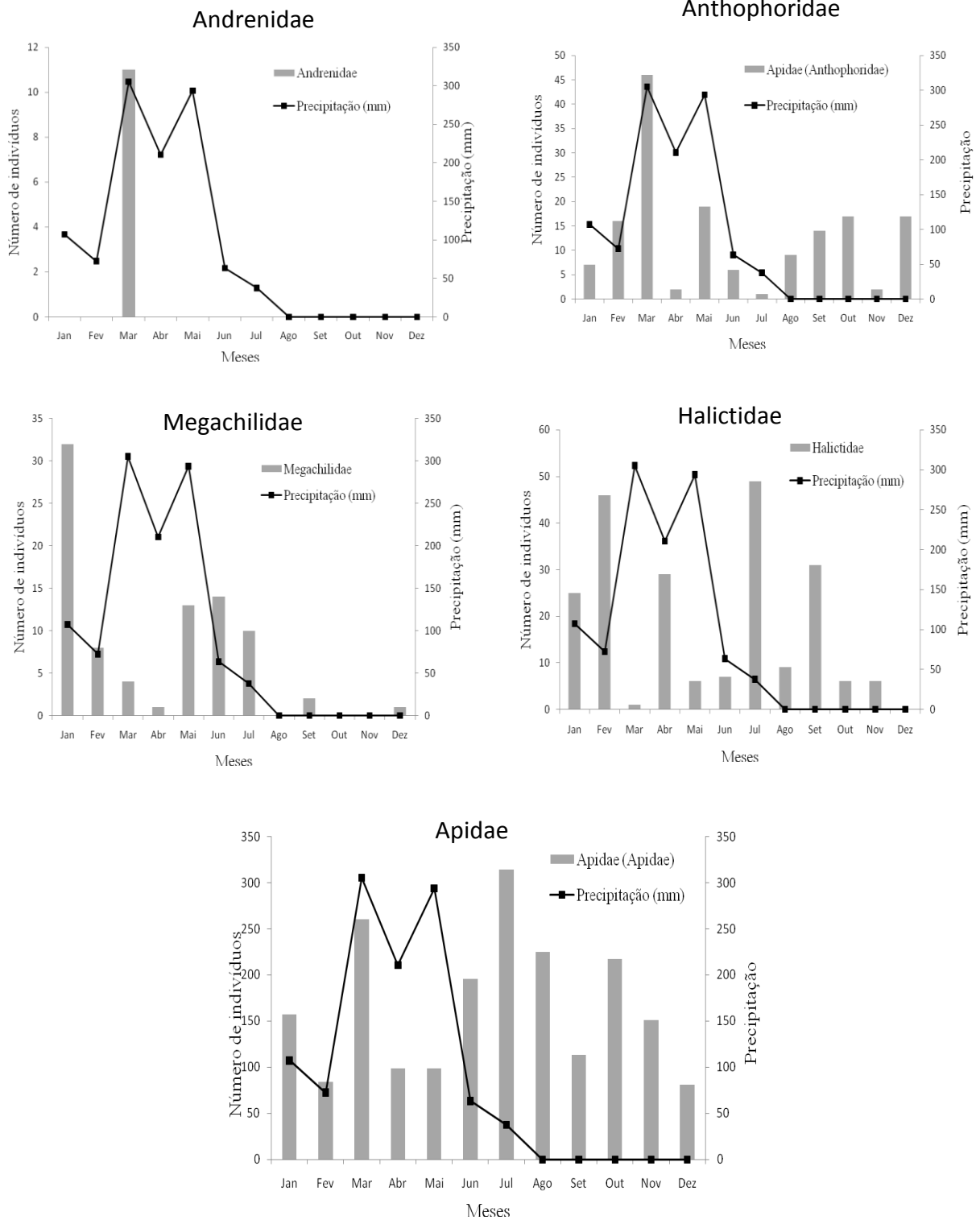


Figura 13 - Freqüência absoluta dos indivíduos das famílias Apoidea distribuídos nos meses de coleta entre janeiro/2009 e dezembro/2009 na área experimental no maciço de Baturité - CE.

## 4.1.2 Descrição da comunidade de plantas com flores visitadas pelas abelhas

Das 2463 abelhas, 1596 foram coletadas sobre as flores de 50 espécies de plantas pertencentes a 24 famílias (Tabela 5).

Tabela 5 - Plantas visitadas pelas abelhas na área observada.

Família	Espécie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acanthaceae	<i>Justicia strobilaceae</i> (Nees) Lindau					x		x		x	x		
	<i>Ruellia paniculata</i> L.									x	x	x	x
	<i>Ruellia cf. paniculata</i> L.							x					
	<i>Ruellia asperula</i> (Mart & Nees) Lindau											x	x
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze						x	x	x				
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla									x	x	x	x
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.										x	x	x
Asteraceae	<i>Bidens bipinnata</i> L.					x							
	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.						x	x					
	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.									x			
	<i>Vernonia remotiflora</i> Rich.									x			
	<i>Wedelia scaberrima</i> Benth.	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Boraginaceae	<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S. Mill.				x								
	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	x	x			x	x						
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.											x	x
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania cf. jacobinensis</i> (Müll. Arg.)			x									
	<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.				x								
	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	x		x									
	<i>Croton adenocalyx</i> Baill.				x								
Lamiaceae	<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.						x			x	x	x	x
Caesalpinioideae	<i>Senna spectabilis var. excelsa</i> (Schrad.) H. S. Irwin & Barneby		x	x									
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link					x							
	<i>Senna rizzini</i> H. S. Irwin & Barneby									x			
	<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul	x	x										
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.									x			
Faboideae	<i>Indigofera blanchetiana</i> Benth.					x							
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.									x			
Mimosideae	<i>Anadenanthera colubrina var. cebil</i> (Griseb.) Reis		x									x	x
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	x		x		x							
	<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.					x						x	x
	<i>Schranksia leptocarpa</i> DC.						x	x					
Malpighiaceae	<i>Mascagnia cf. sepium</i> (A. Juss.) Griseb.		x										
	<i>Banisteriopsis lutea</i> (Griseb.) Cuatrec.									x			
Malvaceae	<i>Sidastrum micranthum</i> (A. St. - Hil.) Fryxell		x			x	x						
	<i>Malachra cf. helodes</i> Mart.					x							



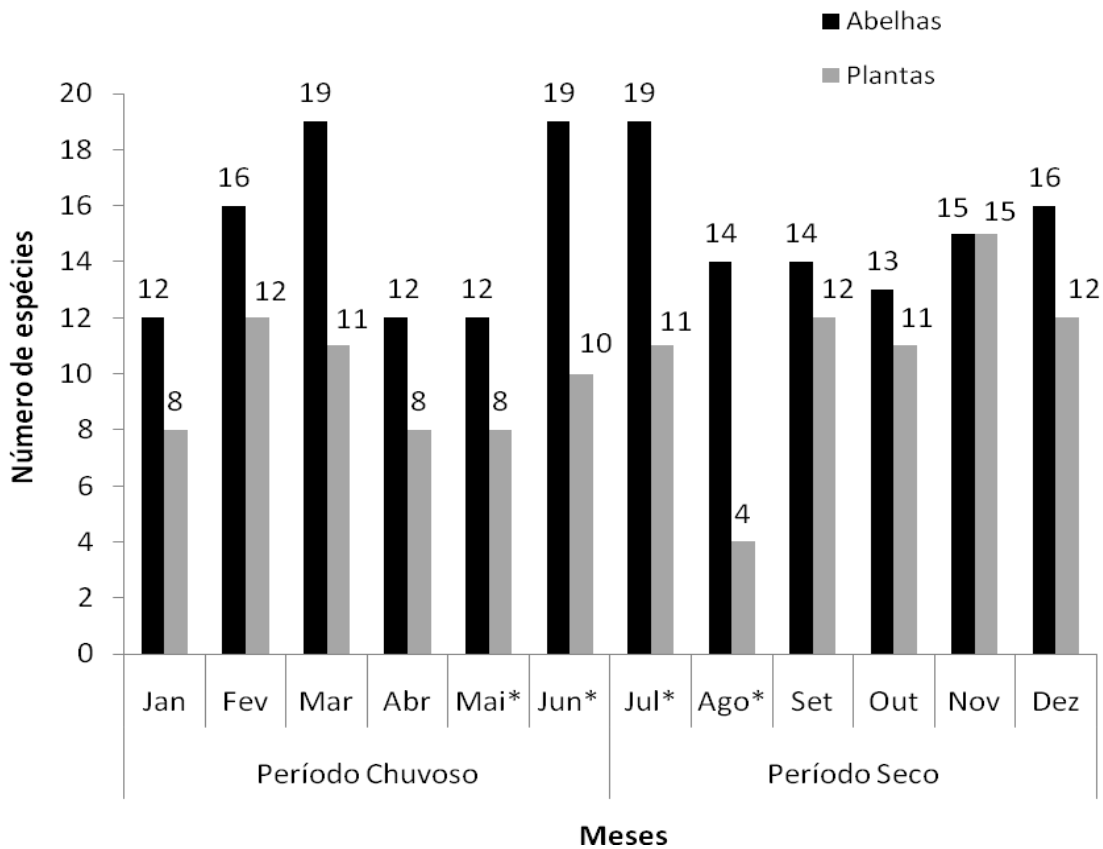


Figura 14 - Riqueza de abelhas e plantas coletadas ao longo do ano em área de caatinga no maciço de Baturité. Os meses em \* tiveram 12, 19, 19 e 14 espécies de abelhas registradas respectivamente, porém 7 espécimes foram coletados somente em voo.

Das famílias de plantas coletadas *Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Lamiaceae*, *Leguminosae Mimosideae* e *Scrophulariaceae* foram mais visitadas pelas abelhas.

A família *Asteraceae*, além da maior riqueza em espécies de vegetais, também foi a família que recebeu o maior número de visitantes florais, tendo sido coletadas 29 espécies de abelhas nas plantas deste grupo, o que representa mais da metade (59%) do total de 49 espécies coletadas durante o período amostral (lembrando que 7 espécies de abelhas foram coletadas em voo).

Em seguida vieram às famílias *Scrophulariaceae*, com 20 espécies de abelhas visitantes (41%), e *Acanthaceae* com 19 espécies (39%). As demais famílias de plantas obtiveram menor quantidade de espécies de abelhas (menos de 25% do total) (Tabela 6).



#### 4.2 Curvas de acumulação e estimativa de riqueza das espécies de abelhas

O número de espécies de abelhas por mês, ou riqueza mensal observada, variou entre 12 e 19 espécies de abelhas durante todo o ano na área em estudo (Figura 15).

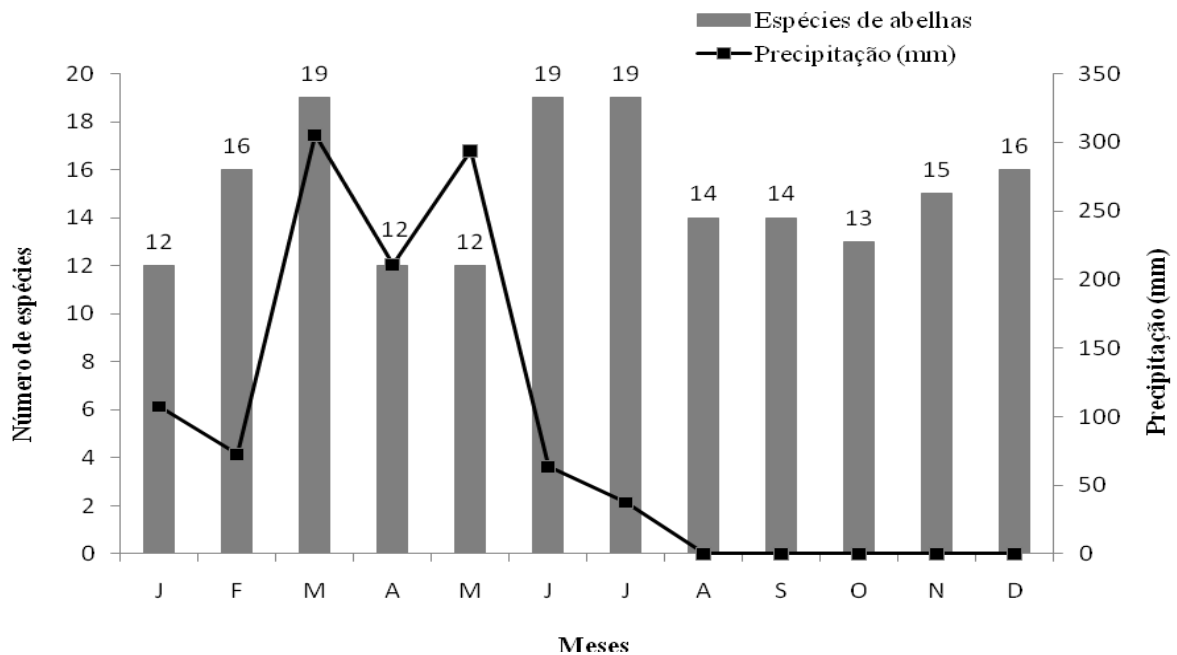


Figura 15 - Número de espécies de abelhas coletadas na área em estudo no período de janeiro a dezembro de 2009.

Durante o período chuvoso foram coletadas o maior número de espécies de abelhas. Nos meses de março e junho foi obtido 19 espécies, os quais apresentaram a maior e menor precipitação registrado. Por outro lado, no período seco o mês de julho correspondeu ao mês com maior número de espécies capturadas (19) e de maior pluviosidade para o período seco.

A análise das curvas do coletor (ou curva de acumulação observada), tanto para o período total quanto para os períodos chuvoso e seco, demonstraram que ocorreu uma acumulação progressiva de espécies até o último mês de coleta, indicando um aumento contínuo.

Entretanto, ao analisar as curvas de acumulação dos dois períodos (seco e chuvoso) e do período total com a utilização do estimador de riqueza de Michaelis-Menten, observou-se que foi obtida uma estabilização das curvas, demonstrando que foi atingida a suficiência amostral, nos períodos chuvoso (Figura 16), seco (Figura 17) e período total (Figura 18).



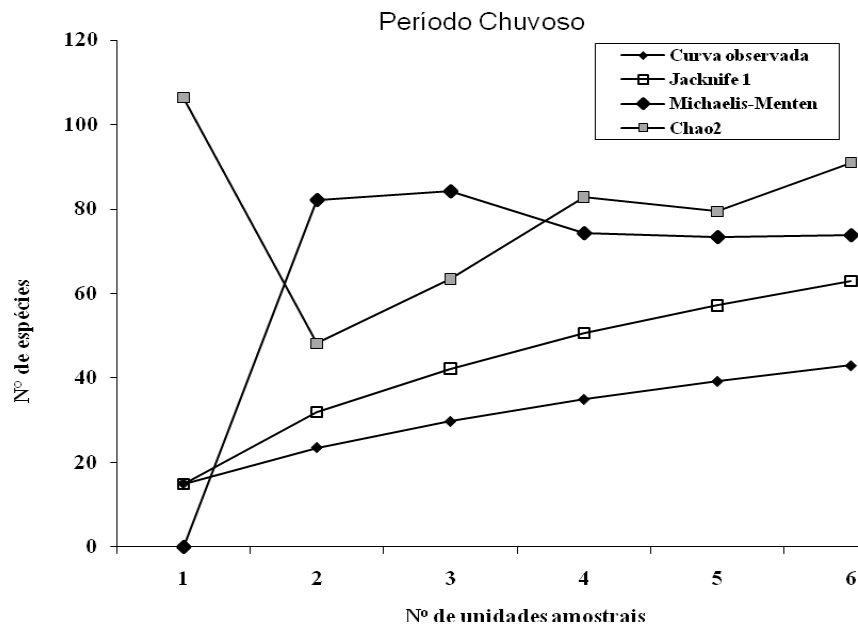


Figura 16 - Curvas de acumulação mensal observada e estimadores de riqueza (Jackknife de 1ª ordem, Michaelis-Menten, Chao 2) no período chuvoso, para as espécies de abelhas coletadas nos meses de janeiro a junho/2009.

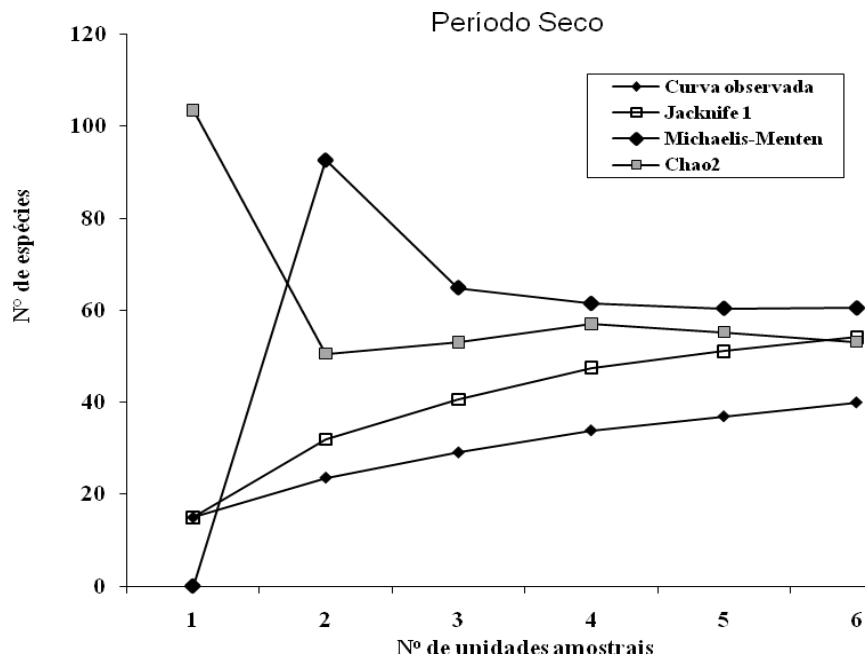


Figura 17. Curvas de acumulação mensal observada e estimadores de riqueza (Jackknife de 1ª ordem, Michaelis-Menten, Chao 2) no período seco, para as espécies de abelhas coletadas nos meses de julho a dezembro/2009.

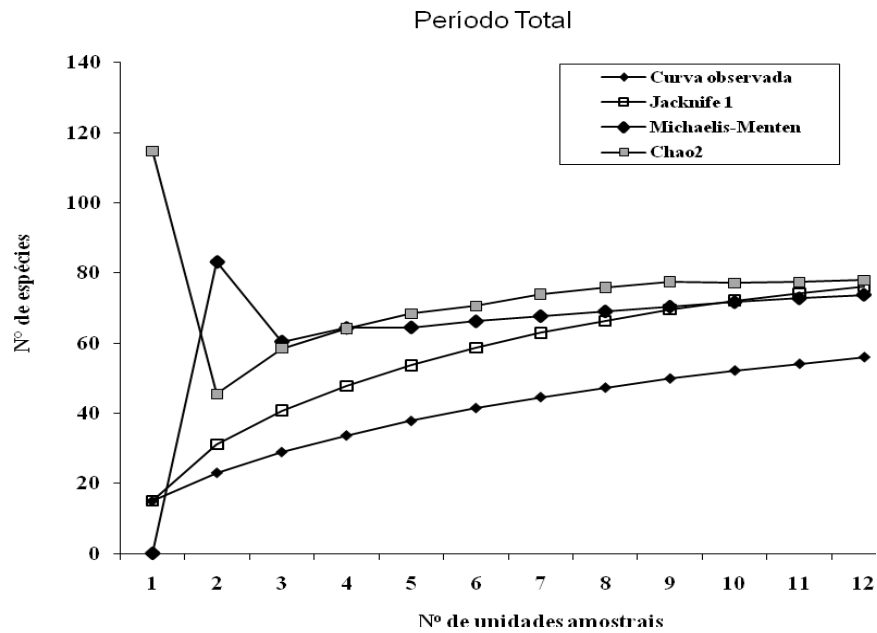


Figura 18. Curvas de acumulação e estimadores de riqueza (Jacknife de 1ª ordem, Chao 2, Michaelis-Menten) para o período total de coleta na área de caatinga do maciço de Baturité entre janeiro/2009 e dezembro/2009.

Analisando as curvas de acumulação através dos estimadores de riqueza (Michaelis-Menten, Jacknife-1, Chao2) para as coletas realizadas no período chuvoso percebe-se que de 68% a 47% das espécies de abelhas existentes na área experimental foram coletadas. Para o período seco, os estimadores indicam que de 74% a 75% da fauna de abelhas presentes na área em estudo foram coletadas. Para o período total de coleta, os estimadores indicam que 74% da fauna de abelhas presente na área de foram coletadas (Tabela 7).

Tabela 7. Evolução por períodos dos estimadores de riqueza. Sobs: Riqueza observada; Jack 1: estimador de riqueza de Jacknife de 1ª ordem; Chao2: estimador de riqueza Chao2; M-M: estimador de riqueza de Michaelis-Menten.

	Período Chuvoso	Período Seco	Período Total
S <sub>obs</sub>	43	41	56
Jack 1	63	54	74
Chao2	74	60	76
M-M	91	53	72
Precipitação (mm)	1053	38	1090

### 4.3 Abundância das espécies de abelhas

Para a distribuição da abundância das espécies foram designadas classes de frequência, constância e dominância (Tabela 8), utilizando o mesmo padrão observado em outros estudos (CARVALHO, 1999; SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004). Quanto à classificação das espécies referente à frequência, a maioria delas foi classificada como pouco freqüente (PF), representando 82%, 46 espécies das 56 coletadas.

Em seguida vieram às espécies denominadas frequentes (F) com 5%. A classe muito frequente (MF) constituída por 7 espécies, representou apenas 13% do total de espécies coletadas, sendo consideradas as mais abundantes e as que estiveram presentes em quase todos os transectos e meses (janeiro a dezembro/2009) (Figura19).

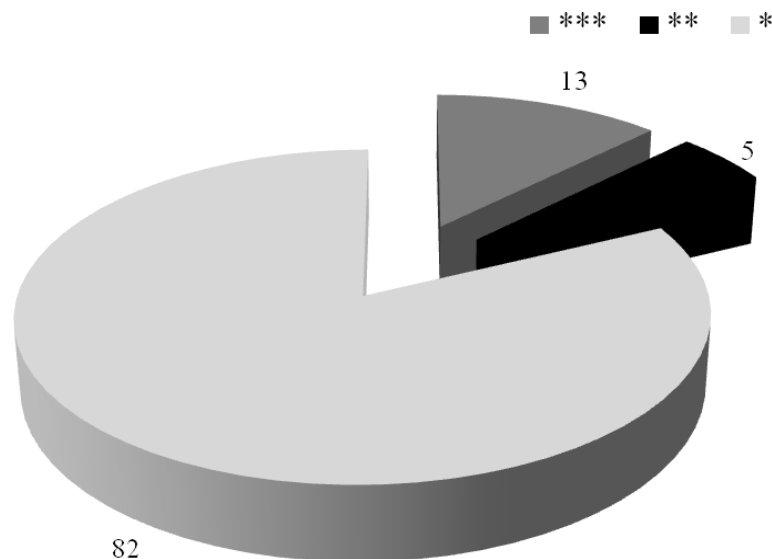


Figura 19. Distribuição das espécies de abelhas (Apoidea) (%) nas classes de frequência (PF\*: pouco frequente. F\*\*: Frequente e MF\*\*\*: muito frequente). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.

A constância das espécies nas amostras, 71% foram acidentais (Z), 11% acessórias (Y) e 18% constantes (W). As espécies constantes foram *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Plebéia sp.*, *Frieseomelitta varia*, *Trigonisca pediculana*, *Trigona fulviventris*, *Augochlora sp.1*, *Xylocopa frontalis*, *Trigona fuscipennis*, e *Michantidium sp.* (Figura 20).

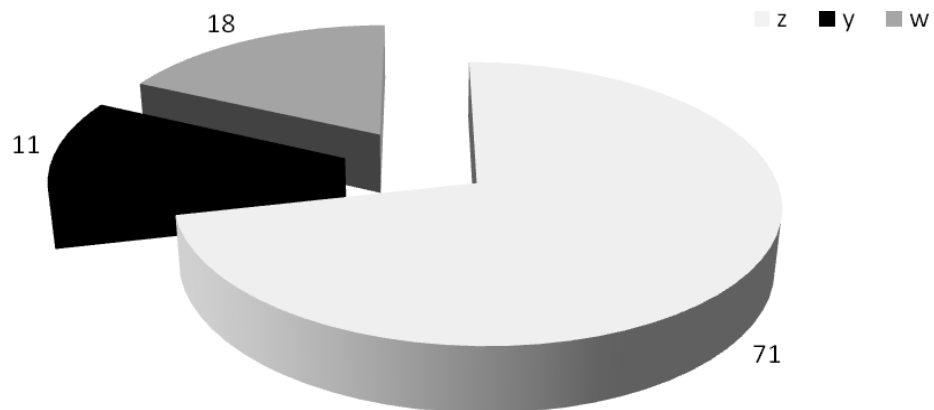


Figura 20. Distribuição das espécies de abelhas referente a constância (Z: acidentais, Y: acessórias e W: constantes). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.

A dominância foi observada que apenas 9% das espécies foram dominantes e 91% foram não dominantes segundo o método de Kato, Matsuda e Yamashita, (1952) com o limite da dominância baseado em Sakagami e Matsumura (1967). As espécies dominantes representaram 72 % dos indivíduos coletados, sendo todas pertencentes à família Apidae (Figura 21).

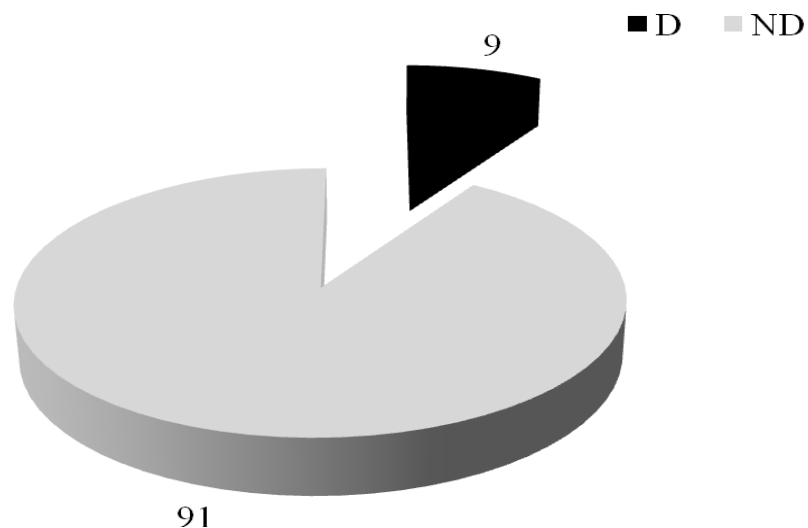


Figura 21. Distribuição das espécies de abelhas (Apoidea) (%) nas classes de dominância (D: dominantes e ND: não dominantes). Povoado da Pendanga, maciço de Baturité - CE: janeiro a dezembro de 2009.

Tabela 8 - Espécies de Abelhas por família, gênero e espécie coletadas na área de caatinga do maciço de Baturité – Ceará. Valores de indivíduos por espécies (n), frequência relativa (%) (MF \* \* \* = muito frequente; F \* \* = frequente; PF \* = pouco frequente), constância (W = espécies constantes: presente em mais de 50% das coletas; Y= espécies acessórias: presente entre 25 a 50% das coletas; Z = espécies acidentais: presente em menos de 25% das coletas) e dominância (D =dominante; ND = não dominante).

Família	Espécies	Nº de indivíduos	Frequência Relativa (%)	Constância nas coletas (%)	Dominância			
Andrenidae	<i>Protomeliturga turnerae</i>	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
	<i>Acamptopoeum</i> aff. <i>prinii</i>	9	0,37	*	8	z	0,16	ND
Anthophoridae	<i>Centris fuscata</i>	20	0,81	*	42	y	0,36	ND
	<i>Centris aenea</i>	9	0,37	*	17	z	0,16	ND
	<i>Centris</i> sp.	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
	<i>Centris tarsata</i>	4	0,16	*	25	z	0,07	ND
	<i>Centris analis</i>	5	0,20	*	17	z	0,09	ND
	<i>Centris hyptidis</i>	2	0,08	*	17	z	0,04	ND
	<i>Xylocopa frontalis</i>	13	0,53	*	50	w	0,23	ND
	<i>Xylocopa grisescens</i>	11	0,45	*	42	y	0,20	ND
	<i>Xylocopa</i> ( <i>Schonnherria</i> ) aff. <i>muscaria</i>	4	0,16	*	8	z	0,07	ND
	<i>Xylocopa</i> ( <i>Schonnherria</i> ) sp.	11	0,45	*	33	y	0,20	ND
	<i>Exomalopsis analis</i>	31	1,26	* *	42	y	0,55	ND
	<i>Tetrapedia</i> aff. <i>diversipes</i>	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
	<i>Melissoides</i> sp.	9	0,37	*	25	z	0,16	ND
	<i>Melissoides</i> sp. 1	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
	<i>Melissoides</i> sp. 2	7	0,28	*	8	z	0,12	ND
	<i>Melissoides</i> sp. 3	6	0,24	*	8	z	0,11	ND
	<i>Melitoma segmentaria</i>	7	0,28	*	17	z	0,12	ND
	<i>Florilegus</i> sp.	5	0,20	*	8	z	0,09	ND
	<i>Diadasina</i> sp.	4	0,16	*	8	z	0,07	ND
	<i>Leiopodus</i> sp.	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
Apidae	<i>Euglossa</i> aff. <i>carolina</i>	2	0,08	*	8	z	0,04	ND
	<i>Exaerete</i> sp.	15	0,61	*	8	z	0,27	ND
	<i>Eulaema bombiformis</i>	3	0,12	*	8	z	0,05	ND
	<i>Trigona fulviventris</i>	60	2,44	* * *	75	w	1,07	ND
	<i>Trigona fuscipennis</i>	88	3,57	* * *	50	w	1,57	ND
	<i>Trigona spinipes</i>	251	10,19	* * *	100	w	4,47	D
	<i>Frieseomelitta doederleini</i>	7	0,28	*	17	z	0,12	ND
	<i>Frieseomelitta varia</i>	101	4,10	* * *	83	w	1,80	D
	<i>Nannotrigona</i> sp.	16	0,65	*	25	z	0,28	ND
	<i>Plebeia</i> sp.	561	22,78	* * *	92	w	9,99	D

Continuação da Tabela 8 - Espécies de Abelhas por família, gênero e espécie coletada na área de caatinga do maciço de Baturité – Ceará. Valores de indivíduos por espécies (n), frequência relativa (%) (MF \* \* \* = muito frequente; F \* \* = frequente; PF \* = pouco frequente), constância (W = espécies constantes: presente em mais de 50% das coletas; Y = espécies acessórias: presente entre 25 a 50% das coletas; Z = espécies acidentais: presente em menos de 25% das coletas) e dominância (D = dominante; ND = não dominante).

Apidae	<i>Trigonisca pediculana</i>	149	6,05	* * *	75	w	2,65	D
	<i>Scaptotrigona sp. (sp. nov., Oliveira e Jesus no prelo)</i>	9	0,37	*	17	z	0,16	ND
	<i>Lestrimelitta aff. tropica</i>	6	0,24	*	8	z	0,11	ND
	<i>Bombus aff. brevivillus</i>	10	0,41	*	17	z	0,18	ND
	<i>Apis mellifera</i>	718	29,15	* * *	100	w	12,78	D
Halictidae	<i>Augochloropsis sp. 1</i>	42	1,71	*	42	y	0,75	ND
	<i>Augochloropsis sp. 2</i>	47	1,91	*	33	y	0,84	ND
	<i>Augochloropsis sp. 3</i>	20	0,81	*	25	z	0,36	ND
	<i>Augochloropsis sp. 4</i>	24	0,97	*	25	z	0,43	ND
	<i>Augochlora sp. 1</i>	32	1,30	* *	58	w	0,57	ND
	<i>Augochlora sp. 2</i>	14	0,57	*	17	z	0,25	ND
	<i>Augochlora sp. 3</i>	34	1,38	* *	25	z	0,61	ND
	<i>Augochlora sp. 4</i>	1	0,04	*	8	z	0,02	ND
	<i>Megalopta sp</i>	1	0,04	*	8	z	0,02	ND
	Megachilidae	<i>Michantidium sp.</i>	11	0,45	*	50	w	0,20
<i>Megachile sp. 1</i>		26	1,06	*	25	z	0,46	ND
<i>Megachile sp. 2</i>		2	0,08	*	8	z	0,04	ND
<i>Megachile sp. 3</i>		8	0,32	*	8	z	0,14	ND
<i>Megachile sp. 4</i>		1	0,04	*	8	z	0,02	ND
<i>Megachile sp. 5</i>		9	0,37	*	17	z	0,16	ND
<i>Megachile sp. 6</i>		13	0,53	*	17	z	0,23	ND
<i>Megachile sp. 7</i>		8	0,32	*	8	z	0,14	ND
<i>Megachile sp. 8</i>		3	0,12	*	17	z	0,05	ND
<i>Megachile sp. 9</i>		4	0,16	*	8	z	0,07	ND
<b>Nº total de indivíduos</b>		<b>2463</b>						

#### **4.4 Padrões de abundância das espécies**

As curvas de abundância utilizando os quatro modelos na análise (série geométrica, série logarítmica, log-normal e bastão quebrado) para o período chuvoso, o período seco e para o período total é apresentado nas figuras 22, 23 e 24 nas páginas 62, 63 e 64.

Entre os modelos propostos e testados para a estação chuvosa, seca, e período total de coleta, o que melhor se ajustou aos dados observados em campo foi o modelo “log-normal”.

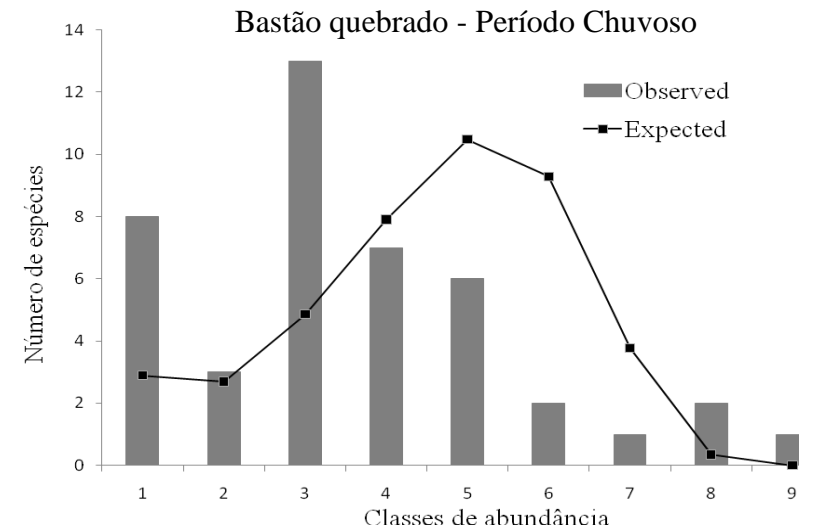
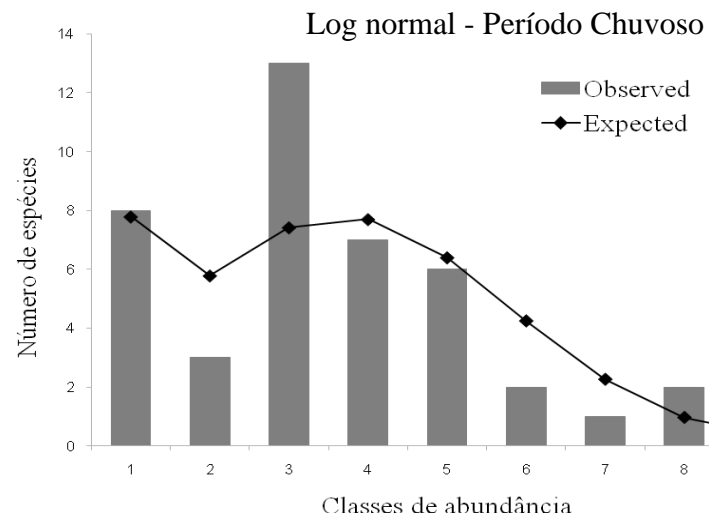
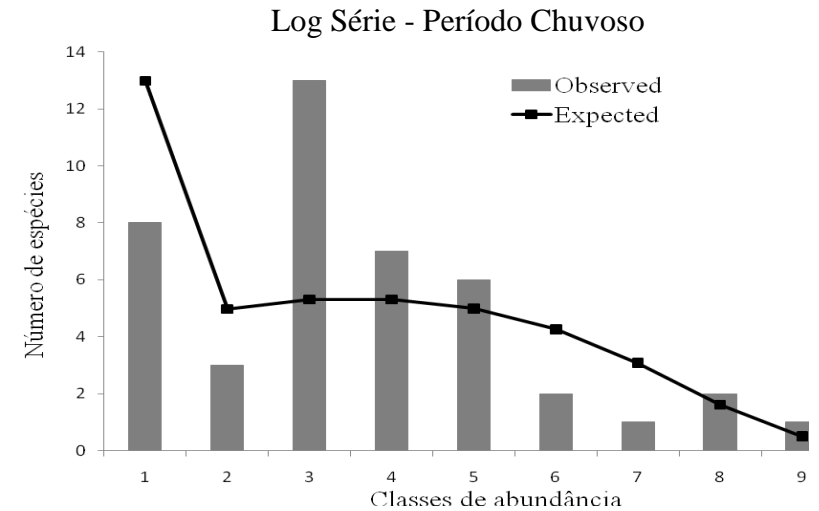
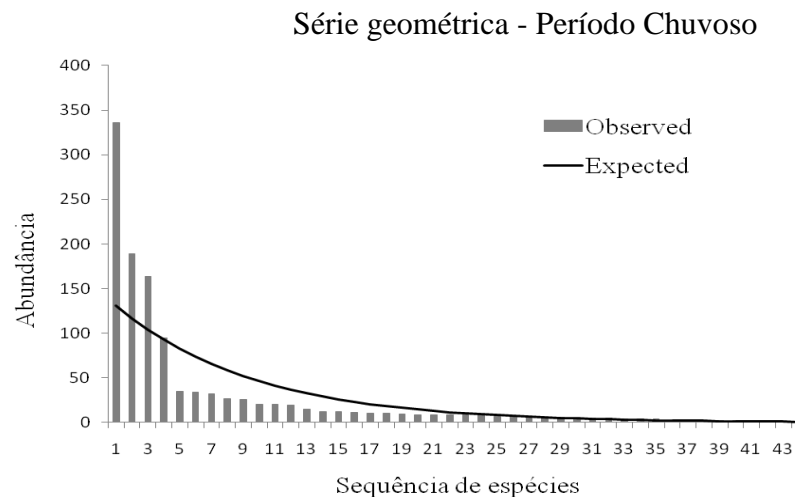


Figura 22 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para o período chuvoso – janeiro a junho/2009. P.C = Período Chuvoso.



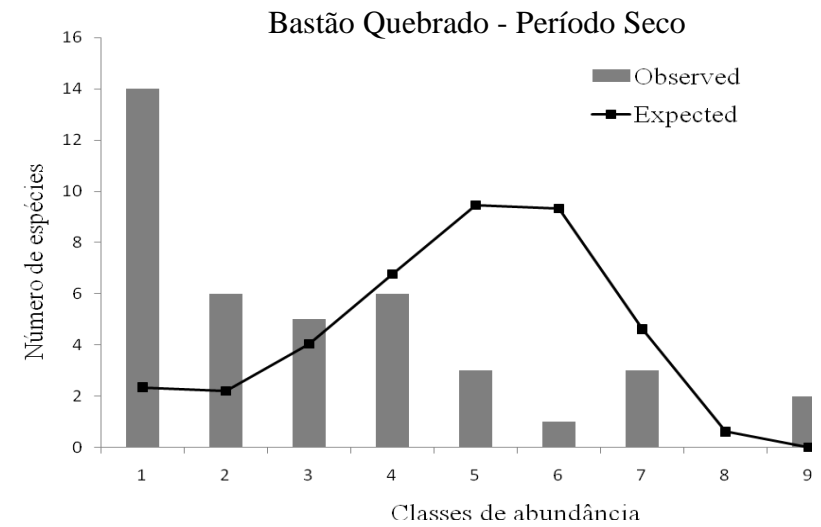
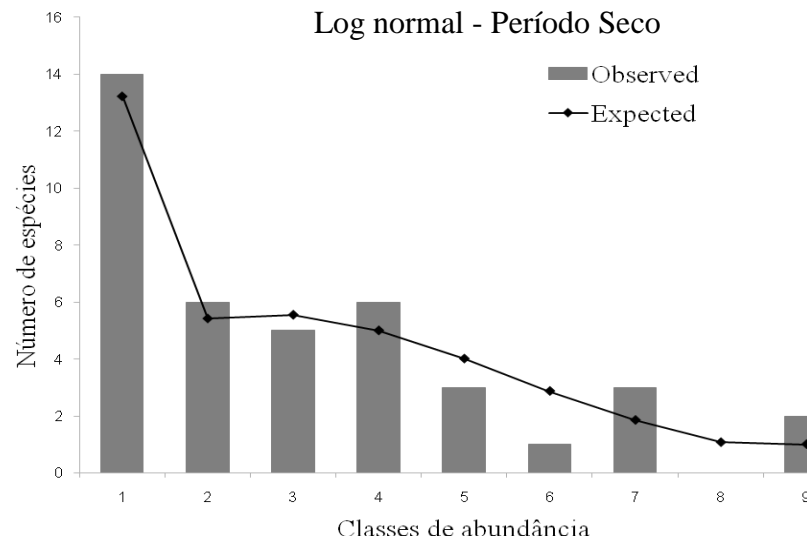
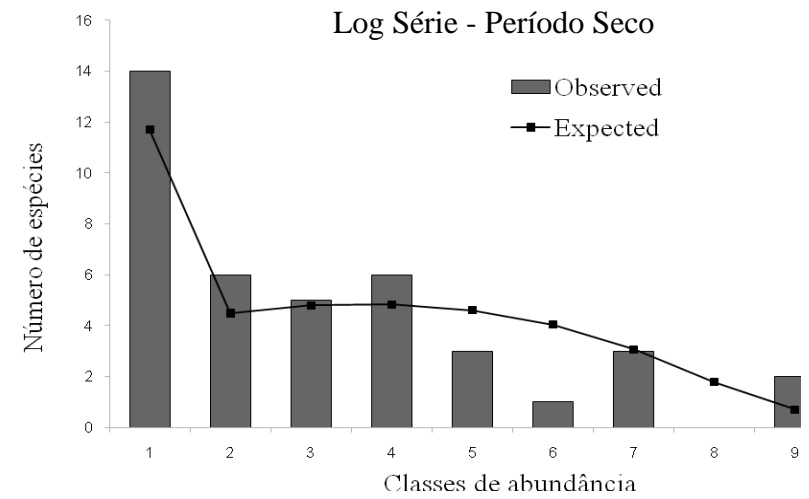
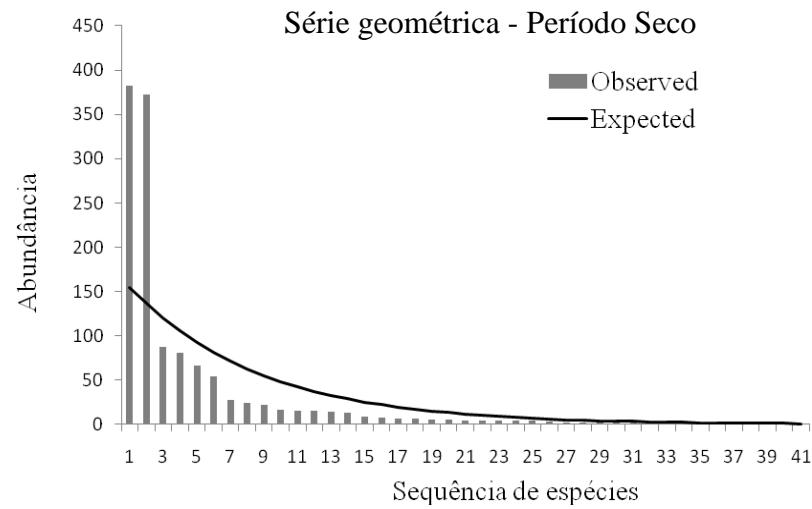


Figura 23 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para o período seco – Julho a dezembro/2009. P.S = Período Seco.

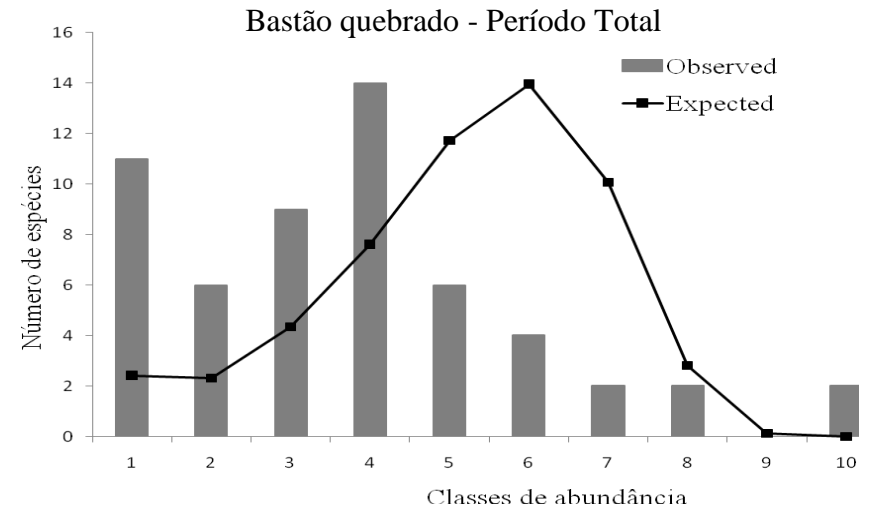
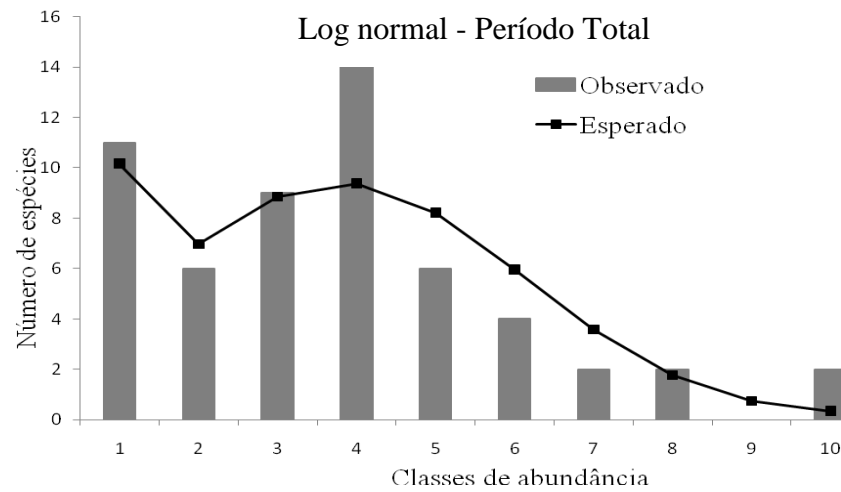
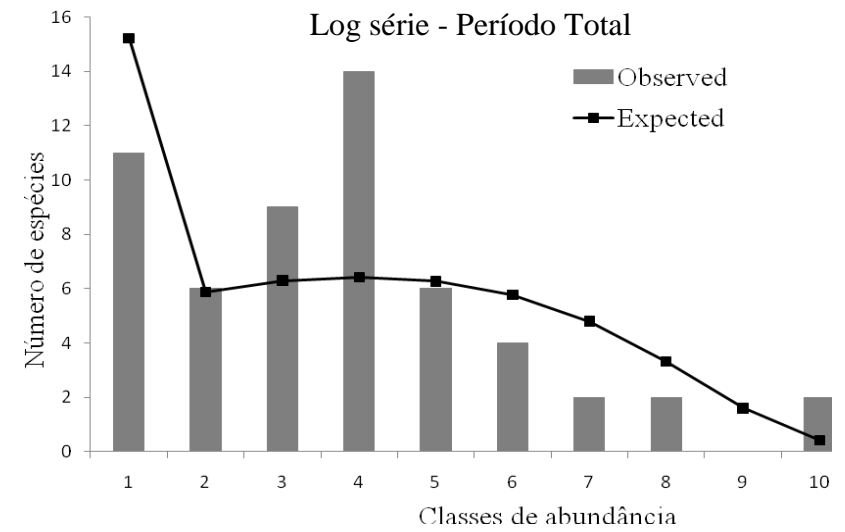
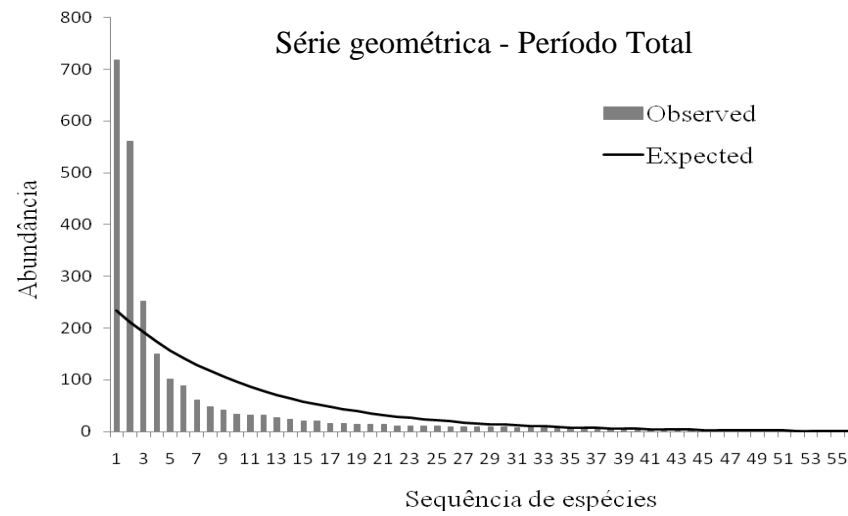


Figura 24 - Curvas de abundância observadas e esperadas das espécies de abelhas em uma área de caatinga para os 4 modelos de abundância propostos (série geométrica, log-série, log-normal, bastão quebrado), para todo o período de coleta. Janeiro a dezembro/2009. P. T = Período total.

#### 4.5 Índices de heterogeneidade (Índices de diversidade e de equabilidade)

Os valores mensais dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) variaram de 2,47 a 1,50, enquanto que o de Simpson (1-D) variou de 0,90 a 0,65, mostrando uma tendência de valores mais elevados nos meses de maior precipitação em relação aos meses de estiagem (Tabela 8).

Essa mesma tendência foi observada entre as estações climáticas, obtendo-se no período chuvoso valores de 2,62 e 0,86 para os índices de Shannon e Simpson, respectivamente, e de 2,23 e 0,81 para a estação seca. A diversidade para o período total foi 2,53 de para índice de Shannon e de 0,84 para o índice de Simpson.

A comparação entre os índices de Shannon obtidos para os períodos chuvoso e seco, realizada através do teste  $t$  de Hutcheson, demonstrou que os índices estacionais são significativamente diferentes. A variação entre os intervalos de confiança dos valores estacionais de Simpson, entretanto, não demonstrou diferenças significativas.

Realizando o teste ANOVA (análise de variância) entre os índices mensais de Simpson, verificou que também não houve diferença significativa, assim como para os de Shannon ( $p > 0,05$ ).

O teste de correlação de Pearson não demonstrou uma relação significativa dos índices de diversidade de Shannon e Simpson com a precipitação mensal (Figura 9).

Os índices de equabilidade de Pielou variaram de 0,89 a 0,55, seguindo a mesma tendência dos índices de Shannon e Simpson, com valores mais altos no período chuvoso do que no período seco (Figura 25). Entretanto, o teste da correlação de Pearson para a equabilidade e os valores de precipitação mensais, assim como a ANOVA para os valores desse índice entre os meses, também não foram estatisticamente significativos ( $p > 0,05$ ).

Tabela 9 – Índices de diversidade (de Shannon e de Simpson) e de equabilidade (de Pielou e de Simpson) para as coletas mensais realizadas no período janeiro a dezembro/2009, e para os dois períodos (chuvoso e seco). Período chuvoso: janeiro a junho/2009; Período seco: julho a dezembro/2009. H': índice de diversidade de Shannon; J: índice de equabilidade de Pielou.

Período	Mês	Simpson (1-D)	H'	J
Período Chuvoso	Jan	0,75	1,81	0,73
	Fev	0,9	2,47	0,89
	Mar	0,74	1,85	0,63
	Abr	0,81	1,94	0,78
	Mai	0,87	2,22	0,89
	Jun	0,81	2,04	0,69
Período Seco	Jul	0,7	1,61	0,55
	Ago	0,65	1,5	0,57
	Set	0,82	2,05	0,78
	Out	0,75	1,79	0,7
	Nov	0,86	2,21	0,81
	Dez	0,8	2,01	0,72
Período Chuvoso		0,86	2,62	0,7
Período Seco		0,81	2,23	0,61
Período Total		0,84	2,53	0,63

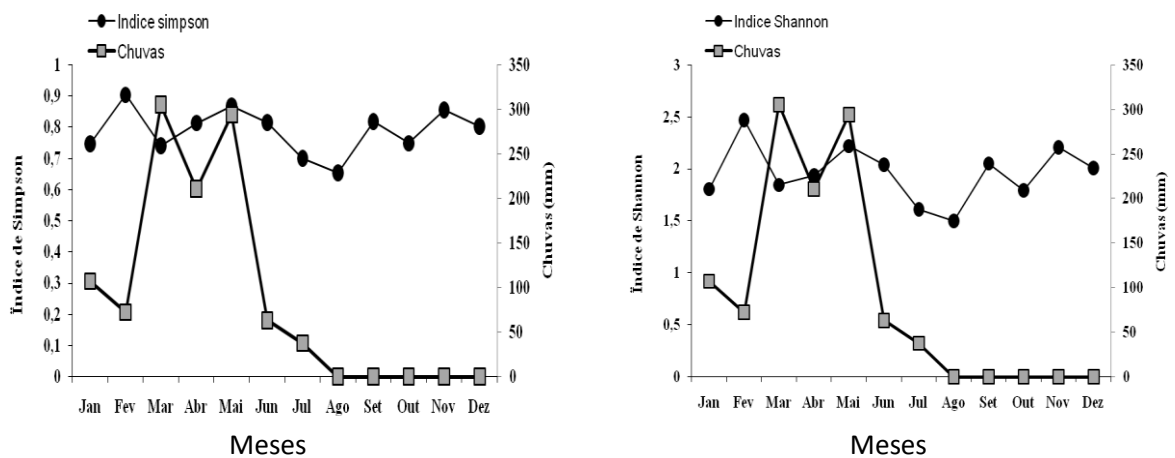


Figura 25 – Relação entre os índices de diversidade mensais de Simpson e de Shannon (H') e os índices pluviométricos.

#### 4.6 Coeficientes de similaridade e Análise de agrupamento

A análise de agrupamento das abelhas resultou na formação de dois grupos maiores compostos por meses variados pertencentes aos dois períodos, e um grupo somente composto pelo mês de Julho (Figura 26).

O primeiro grupo formado pela análise de similaridade de Jaccard contém os meses de fevereiro, março, maio, setembro e dezembro. O segundo grupo foi formado pelos meses de janeiro, abril, junho, agosto, outubro e novembro.

A partir da observação do dendrograma não foi possível realizar a identificação de dois grupos claramente definidos para os períodos seco e chuvoso ou até mesmo encontrar alguma relação com número de espécies e precipitação.

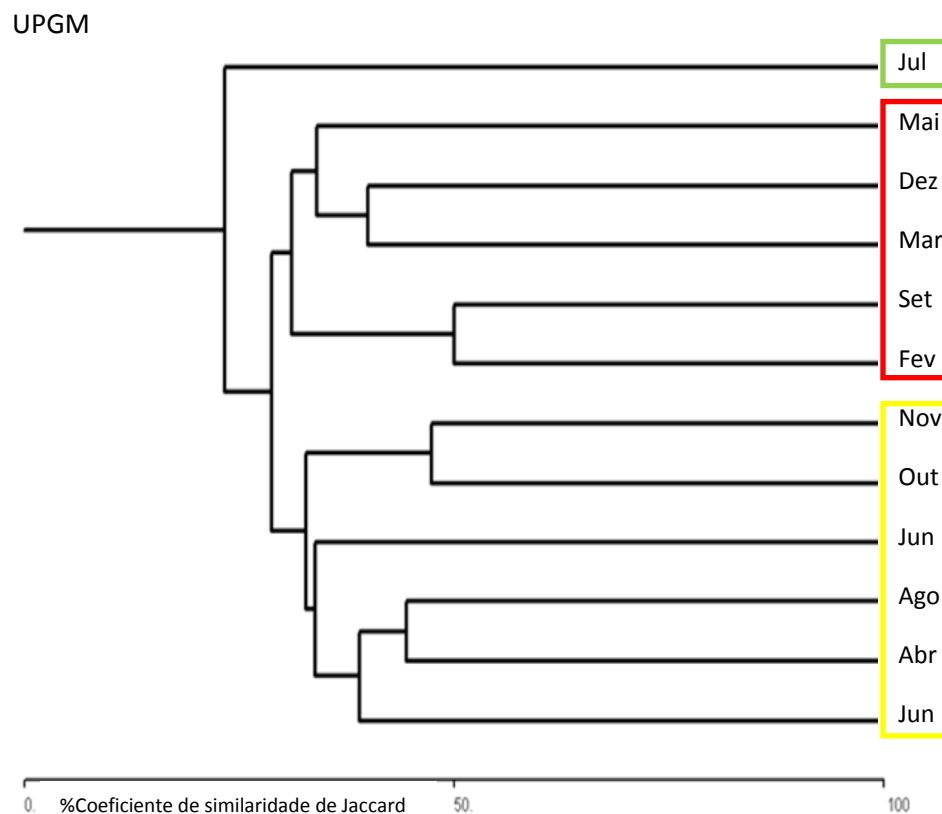


Figura 26 - Análise de agrupamento (UPGMA) realizada a partir da matriz de (%) coeficientes de similaridade de Jaccard obtidos na comparação mês a mês das coletas, para todo o período de coleta (1/2009 – 12/2009) na região de caatinga no maciço de Baturité.

#### 4.7 Rede de interações e conectância entre as abelhas e plantas por elas visitadas

A rede de interações estabelecidas na área de estudo para o período total de coleta foi composta por 49 espécies de abelhas (A) e 50 espécies de plantas (P) (Tabela 10), sendo,

teoricamente, possíveis 2.450 interações (I) entre as plantas com flores e seus visitantes. No entanto, dentre essas interações apenas 219 (I) foram observadas. Logo a conectância (C) do período total foi igual a 8,93%.

O grau das abelhas variou de 1 a 28 espécies de plantas, sendo o grau médio para a comunidade de abelhas igual a 4,47. O grau das plantas variou também de 1 a 28, sendo o grau médio para a comunidade vegetal de 4,38.

Os valores de conectância obtidos mês a mês estão demonstrados na tabela 10 e variaram entre 9,3 e 19,8. O período chuvoso apresentou rede de interações composta da seguinte forma: A = 44, P = 34, M = 1496 e I = 127, gerando um valor de conectância (C) igual 8,49%. O período seco, por sua vez, apresentou A = 41, P = 28, M = 1148, I = 113, resultando num valor de conectância igual a 9,84%.

O teste de correlação de Pearson demonstrou relação significativa e negativa para os componentes C com M (p valor = 0,0490;  $r = -0,4999$ ), e significativa e positiva para os componentes I com M (p valor = 0,0045;  $r = 0,7147$ ). As correlações entre os fatores C, A+P e I com a precipitação não foram significativas ( $P > 0,05$ ). Da mesma forma, a diferença entre a conectância para os períodos chuvosos e secos não foi significativa.

Tabela 10 – Valores mensais da conectância (C) para cada mês de coleta, assim como do número de abelhas (A), plantas (P), componentes da rede de interações (A+P), número máximo de interações (M) e número de interações observadas (I).

	MESES	A	P	A+P	M	I	C
Período Chuvoso	JAN	12	8	20	96	19	19,8
	FEV	16	12	28	192	33	17,2
	MAR	19	11	30	209	29	13,9
	ABR	12	8	20	96	14	14,6
	MAI	11	8	19	88	16	18,2
	JUN	17	10	27	170	33	19,4
Período Seco	JUL	16	11	27	176	35	19,9
	AGO	13	4	17	52	9	17,3
	SET	14	12	26	168	24	14,3
	OUT	13	11	24	143	22	15,4
	NOV	15	15	30	225	21	9,3
	DEZ	16	12	28	192	20	10,4

## 5 DISCUSSÃO

A fauna de abelhas da área de caatinga do povoado da Pendanga, localizado no maciço de Baturité-CE, demonstrou acompanhar o padrão observado também em outras áreas de caatinga em relação ao número de espécies e de indivíduos da comunidade de abelhas (Tabela 11). O número de espécies coletadas neste trabalho ficou abaixo do encontrado por Carvalho (1999), Martins (1990), Zanella (2003) e pouco abaixo do encontrado por Aguiar e Zanella (2005), todos em área de Caatinga. Mostrou-se superior ao de Martins (1994), Aguiar & Martins (1997) e Viana (1999), esse último amostrou 31 espécies nas dunas interiores do rio São Francisco. É interessante notar também um valor relativamente alto para o índice de Shannon na área, ficando abaixo apenas do encontrado por Zanella (2003) na caatinga de Serra Negra – RN.

Tabela 11- Número de espécies, indivíduos e índice de diversidade (Shannon-Wiener ( $H'$ )) analisados na área de caatinga do maciço de Baturité no período de janeiro a dezembro de 2009, comparada com alguns estudos desenvolvidos em região de caatinga.

Local	Vegetação	Indivíduos	Espécies	$H'$	Fonte
Área de caatinga do maciço de Baturité - CE	Caatinga Arbórea Aberta	2463	56	2,53	Este trabalho
Castro Alves-BA	Caatinga	3416	80	-	Carvalho (1999)
Casa Nova-BA	Caatinga Arbórea Aberta	1249	42	2,25	Martins (1994)
Casa Nova e Lençóis-BA	Caatinga	3010	189	-	Martins (1990)
Serra Negra do Norte-RN	Caatinga Arbórea Aberta	3164	100	3,79	Zanella (2003)
São João do Cariri-PB	Caatinga Arbustiva Aberta	950	45	1,93	Aguiar & Martins (1997)
Dunas interiores do médio São Francisco - BA	Caatinga	931	31	-	Viana (1999)
Itatim -BA	Caatinga	1189	60	-	Aguiar & Zanella (2005)

Do total de 2463 abelhas coletadas, 35% (867) não foram capturados em flores, sendo coletados em outros tipos de atividade ou substratos (vôo, poças de água ou ninho situados em troncos secos). O número de abelhas pegue em vôo (668) demonstrou-se bastante expressivo (cerca de 27 % do número total de indivíduos coletados).

Essas abelhas capturadas em vôo mostram-se importantes para a descrição da comunidade, uma vez que sete espécies das 56 capturadas foram coletadas exclusivamente em vôo. Dentre estas, quatro foram capturadas no período chuvoso (*Melissoides sp. 1*, *Exaerete sp.*, *Augochlora sp. 4*, *Megachile sp. 3*), enquanto que três foram pegues no período seco (*Leiopodus sp.*, *Euglossa aff. carolina* e *Megalopta sp.*). Podemos inferir que esses indivíduos, assim como os demais coletados em vôo, estavam utilizando a região como sítio de acasalamento uma vez que a área em estudo encontra-se relativamente preservada. Morato e Martins (2006) sugerem que quando se trata de uma área não perturbada e circundada por outros fragmentos de mata preservados, esta pode atuar como habitat para abelhas, por geralmente ser encontrado um número considerável de árvores mortas onde constroem seus ninhos.

Os dados demonstraram que dentre as cinco famílias de abelhas coletadas a que apresentou o maior número de espécies, em ambos os períodos (chuvoso e seco), foi a Anthophoridae com 20 espécies (36%) pertencentes a 9 gêneros. Em seguida temos a família Apidae com 27% das espécies coletadas (corresponde a 15 sp.) distribuídas em 12 gêneros. Essa aparente ausência de padrão sazonal na abundância mostrada pelos Apidae tem sido freqüentemente explicada por alguns pesquisadores como um efeito da característica eussocial destas famílias, com construção de ninhos perenes que abrigam muitos indivíduos (SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967; SAKAGAMI; LAROCA, 1971; HEITHAUS, 1979).

Após os dois grupos Apidae, as famílias que demonstraram o maior número de espécies foram Megachilidae (18%), Halictidae (16%) e Andrenidae (4%). Na área em estudo não foram registrados representantes da família Colletidae, o que pode ser justificado pelo fato dela ser muito rara em regiões de caatinga.

O padrão de distribuição das famílias de abelhas corroborou os dados descritos por Zanella (2000b), com as famílias Apidae e Anthophoridae sendo a mais diversificada. O mesmo autor afirma também que as famílias Andrenidae e Colletidae são geralmente representadas por poucas espécies na caatinga.

A distribuição da família Megachilidae ao longo do ano demonstrou que a maior concentração de suas espécies foi visualizada no período chuvoso (principalmente no mês de janeiro). Na Halictidae foi observada uma distribuição ao longo do ano, sendo observado um maior número nos meses de fevereiro e julho. A família da Andrenidae foi amostrada em um único mês (março) e por apenas dois representantes (*Protomeliturga turnerae* (Ducke, 1907)



com 2 indivíduos e a *Acamptopoeum aff. prinii* (Holmberg, 1884) com 9 indivíduos), fazendo com que essas espécies sejam consideradas acidentais na área.

Com relação ao número de indivíduos coletados por família observou-se que a Apidae (Apidae) foi a mais abundante, representando 81%. Essa abundância deve-se às espécies sociais, especialmente *Apis mellifera*, *Plebeia sp.*, *Trigona spinipes*, *Trigonisca pediculana*, *Frieseomelitta varia*, *Trigona fuscipennis* e a *Trigona fulviventris*. É um grupo diversificado com ampla distribuição em todos os continentes.

A família Halictidae também foi a mais abundante, com 9% dos indivíduos coletados. Apresenta todo o tipo de organização social e possui alguns gêneros exclusivos da região Neotropical (MICHENER, 1979). Em um trabalho recente sobre a estrutura da comunidade de abelhas de uma área de caatinga em Itatim-Ba foram encontradas nove espécies desta família, as quais representaram entre 4% e 16% das espécies da área estudada (AGUIAR; ZANELLA, 2005)

A família Anthophoridae apresentou 6%, do total de indivíduos coletados ao longo do ano. O grupo Megachilidae teve apenas 3% (10 espécies) de seus representantes coletados na área, os quais se encontram distribuídos em 2 gêneros. Essa família ocorre em todo o mundo, e tem como característica principal as fêmeas, carregarem o pólen em uma escopa ventral no abdome (MICHENER, 1974; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Segundo Zanella (2000b), a família Megachilidae varia bastante entre as áreas de Caatinga, sendo uma família com mais representantes nesse bioma.

A Andrenidae, por sua vez, apresentou também a menor abundância representando 0,45% do total de indivíduos. Esses dados estão de acordo com a maioria dos levantamentos realizados no Brasil em áreas de caatinga, nos quais a família Andrenidae é um grupo que aparece em baixas quantidades (MARTINS, 1994; AGUIAR; MARTINS, 1997; VIANA, 1999; CASTRO, 2001; ZANELLA, 2000b, 2003).

As análises das curvas de acumulação de espécie através dos estimadores de riqueza demonstraram que a suficiência amostral para as observações foram atingidas, de forma que o número de indivíduos coletados representou eficientemente a composição da comunidade de abelhas nos dois períodos (seco e chuvoso) e no período total. A curva do coletor observada para o período total (Figura 18) demonstra que apesar do número de espécies não ter estabilizado até o último mês, a riqueza não variaria significativamente com a continuação das coletas nos meses seguintes, não justificando, portanto, o esforço e o custo necessário para essas novas amostragens.

Os meses em que foram registrados os maiores números de espécies de abelhas em atividade foram março, junho e julho, com 19 espécies respectivamente. A alta precipitação registrada em março pode ter provocado o processo de deslocamento de alguns desses polinizadores nos meses seguintes para áreas mais secas e quentes. Com a diminuição da precipitação observada no mês de junho verificou-se o aumento novamente da riqueza de espécies.

Algumas espécies de abelhas foram amostradas somente em uma das estações climáticas estudadas: 15 espécies coletadas exclusivamente no período chuvoso, 12 espécies no período seco, sendo 29 espécies comuns aos dois períodos. Isso poderia demonstrar a existência de três grupos funcionais: o primeiro caracterizado por possuir atividade ou disponibilidade de recursos somente no período chuvoso; o segundo com as mesmas características no período seco; e um terceiro que possui atividade ou consegue utilizar recursos florais da área durante todo o ano. Entretanto, essa organização teorizada não foi comprovada pela análise do dendrograma gerado pelo índice de similaridade de Jaccard (Figura 26), no qual não foi possível estabelecer grupos associados estritamente ao período chuvoso ou seco.

Segundo o trabalho de Zanella (2008) o registro de muitas espécies em um só período do ano, especialmente no período chuvoso e em uma determinada região de estudo, nos permite deduzir que durante os meses mais menos propícios como nos épocas de estiagem elas tenham se locomovido para áreas mais que possuía maior possibilidade de sobrevivência, principalmente para o processo de diapausa. Porém mais estudos ainda se fazem necessário, tanto para as espécies encontradas em um só período como para determinarmos quais os fatores que determinam o início e o término de seu ciclo de vida.

A distribuição da frequência de captura das abelhas demonstrou que na área a maioria das espécies coletadas foi considerada pouco freqüente (82%), enquanto apenas 13% foram consideradas muito frequentes (7 espécies). Esse resultado condiz com o padrão encontrado para a maioria das comunidades de insetos em climas tropicais (PIANKA, 1966; MAGURRAN, 2004). Os resultados obtidos para a constância e dominância reforçam ainda mais essa afirmação. Do total de abelhas coletadas 71% foram consideradas raras e apenas 18% constantes. A dominância, por sua vez, foi também muito baixa, com apenas 9% dos indivíduos coletados sendo considerados dominantes e pertencentes a apenas 5 das espécies capturadas (pertencentes a família Apidae).

Mediante a análise dos quatro modelos teóricos testados (série geométrica, série logarítmica, log-normal e bastão quebrado) para a curva de abundância encontrada foi

observado que o modelo “log-normal” foi o que melhor se ajustou aos dados, tanto para o período total como para o período chuvoso e seco. Esse modelo nos permite inferir que o levantamento realizado obteve uma alta diversidade de espécies e alta estabilidade (MAGURRAN, 1988; 2004).

A análise dos valores dos índices de diversidade (Shannon e Simpson) e de equabilidade (Pielou) entre os meses e estações (chuvosa e seca) demonstrou uma pequena variação entre estes, na qual o período chuvoso apresentou valores superiores ao período seco.

Os testes estatísticos de comparação para os índices de Simpson demonstraram que a diferença entre os períodos não foi verificada, sendo, portanto, não significativa. Entretanto, na comparação entre os índices de Shannon evidenciou-se que os índices estacionais são significativamente diferentes.

Como o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) atribui peso maior para as espécies raras, podemos atribuir essa diferença com Simpson as muitas espécies raras e pouco frequentes evidenciadas durante o estudo. Como estas podem ser consideradas raras ou visitantes, não representam a real diversidade da área.

Da mesma forma os testes de correlação dos índices de diversidade e equabilidade mensais e estacionais com os valores de precipitação não demonstram nenhuma relação significativa entre os valores. Infere-se, assim que a variação na diversidade de espécies entre a estação chuvosa e seca não foi significativa, uma vez que dentre os vários testes aplicados, somente um apresentou significância.

Conclui-se assim que a resposta a primeira hipótese deste estudo, na qual a diversidade e a composição da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) variam entre o período chuvoso e seco em uma área de caatinga do maciço de Baturité, Ceará, Brasil foi falsa ou não observada, uma vez que tanto a riqueza em espécies, a composição da comunidade de abelhas e os indicadores de diversidade não variaram significativamente entre os períodos, mediante os dados estatísticos utilizados.

Segundo Wolda (1980;1988) a variação ou não da frequência dos insetos em áreas e épocas desfavoráveis (como em áreas de caatinga) pode ter como explicação as diferenças no ciclo de vida e idade das espécies, o que pode ter ocorrido com muitas das espécies de abelhas encontradas nos dois períodos.

Quanto à composição da flora visitada por abelhas (50 espécies), observou-se um número relativamente pequeno de espécies em comparação a outras regiões do país como Paraná e Rio Grande do Sul (GONÇALVES; MELO, 2005). Entretanto esse número foi

condizente para outros registros de estudos realizados em área de caatinga (RODARTE; SILVA; VIANA, 2008).

A família Asteraceae foi o grupo mais visitado pelas abelhas, tanto em número de espécies de abelhas (29) como de indivíduos. A alta taxa de visitação da família Asteraceae (33,4%) é explicada por alguns autores pela sua maior acessibilidade de coletas de seus recursos florais, quanto pela sua alta abundância e riqueza de espécies em regiões tropicais (JOLY, 2002; FARIA-MUCCI; MELO; CAMPOS, 2003).

Do total de (219) interações observadas, 103 (47%) se concentraram em apenas seis espécies de abelhas, que por sua vez representam apenas 12% das Apoidea coletadas. *Trigona spinipes* foi a espécie que visitou o maior número de espécies vegetais com flores (28 espécies, que representaram 13% do total). A *Apis mellifera* (22: 10%), *Plebeia sp* (18: 8%), *Trigonisca pediculana*, (13: 6%) e as espécies *Trigona fulviventris* e *Trigona fuscipennis*, em ambas realizaram 11 interações, o que representa 5% do total de interações observadas.

Isso demonstra que a rede de interações entre plantas e abelhas descrita para a área é diversificada e apresenta um padrão generalista, com poucas espécies de abelhas estabelecendo relações com um grande número de espécies vegetais. Comportamento semelhante foi encontrado por Pigozzo e Viana (2010) ao analisar uma área de caatinga em Canudos, Bahia, onde 44% das interações observadas também se concentraram em apenas seis espécies de abelhas.

Em relação à comunidade vegetal, 80 interações (37%) foram concentradas em 5 espécies vegetais, as quais representam apenas 10% do total de espécies coletadas. A espécie mais visitada foi a *Wedelia scaberrima*, com 28 abelhas visitantes representando 13% do total de relações observadas. A *Alternanthera brasiliiana* (19 : 9%), *Hyptis pectinata* (12 : 5%), *Angelonia biflora* (11 : 5%) e *Scoparia dulcis* (10 : 5%). Essa distribuição demonstra um padrão generalista como nas abelhas, com poucas espécies de plantas estabelecendo interações com um grande número de visitantes. Esse fato também foi observado na caatinga de Itatim – BA por Aguiar (2003) ao observar que 79% das visitas realizadas pelas abelhas da região ficaram concentradas em apenas 13 espécies vegetais, de um total de 50.

A conectância para o período total (9%) foi relativamente baixa em relação à quantidade de interações possíveis na rede. O valor obtido, entretanto, está próximo com o encontrado em outras áreas de caatinga (11% em PIGOZZO e VIANA, 2010; 14% em RODARTE, SILVA; VIANA, 2008).

Os valores de conectância obtidos mensalmente, entretanto, mostraram-se bem superiores aos obtidos no período total, podendo chegar a quase 20% em alguns meses. Esse

aumento na conectância acontece devido à diminuição do número de espécies de abelhas e plantas com flores em relação ao período total, o que condiz com os dados apresentados por Olesen e Jordano (2002), que demonstraram uma relação altamente significativa e negativa entre os valores de conectância e o número de componentes da rede (abelhas mais plantas), assim como para o número máximo possível de relações entre eles (M).

Os testes de correlação de Pearson entre meses também corroboraram os resultados de Olesen e Jordano (2002), demonstrando relação significativa e negativa entre a conectância e o tamanho máximo da matriz (M), e uma relação significativa e positiva para o número de interações observadas e o número máximo possível.

As variações sazonais, em ambos os períodos as relações demonstraram distribuição heterogênea do número de interações por espécie, e padrões generalistas. Segundo Lewinsohn *et al.*, (2006), a generalização está diretamente relacionada com a abundância das espécies, onde as mais abundantes seriam mais generalistas. Assim, teríamos espécies de abelhas mais abundantes visitando grande parte da comunidade vegetal, e as plantas com maior quantidade de flores, atraindo maior parte da assembléia de visitantes.

Para o período chuvoso e seco os valores de conectância foram, respectivamente, de 8,49% e 9,84%, demonstrando-se semelhantes ao resultado obtido para o período total e não sendo estatisticamente diferentes entre si ( $p > 0,05$ ). Isso comprova que apesar da diversificação apresentada para as espécies de abelhas e plantas entre os dois períodos, a estatística utilizada para rede de interações e conectância demonstrou que esses valores não variaram significativamente entre as duas estações.

Dessa forma, em relação à segunda hipótese que fundamentou o trabalho, de que a variação entre o período chuvoso e seco ocasiona variações na estrutura das interações de plantas com flores e abelhas visitantes florais em uma área de caatinga do maciço de Baturité, Ceará, Brasil, a resposta estatística foi igual a da primeira hipótese, uma vez que os valores de conectância não foram significativamente diferentes entre os períodos. Como os estudos de avaliação de redes de interações e conectância ainda são escassos, fazem-se necessários estudos mais detalhados para que se confirme a falta de variação de espécies entre períodos, principalmente em regiões de sazonalidade bem definida como acontece na região semi árida.

Complementarmente, foi realizada uma análise comparativa da composição de espécies da comunidade de abelhas do maciço de Baturité descritas neste trabalho com as identificadas por Ducke (1900, 1907, 1908, 1911 *apud* WESTERKAMP *et al.*, 2007) e atualizadas por Westerkamp e colaboradores (2007). Essa análise revelou que entre as 86 espécies descritas por Ducke e as 56 espécies capturadas neste trabalho, apenas 15 espécies

foram comuns: *Protomeliturga turnerae*, *Acamptopoeum* aff. *prinii*, *Centris fuscata*, *Centris aenea*, *Centris analis*, *Centris hyptidis*, *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa* (*Schonnherria*) aff. *muscaria*, *Eulaema bombiformis*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Frieseomelitta doederleini*, *Frieseomelitta varia* e *Bombus* aff. *brevivillus*.

Algumas espécies descritas por Ducke não foram identificadas até o nível de espécie, de forma que podem constar dentre as espécies identificadas neste trabalho. A relação das espécies não identificadas por Ducke e das possíveis espécies correspondentes neste trabalho (apresentadas entre parênteses) seriam: três espécies distintas denominadas *Exomalopsis* sp. (*Exomalopsis analis*), *Scaptotrigona* sp. (*Scaptotrigona* sp.), *Trigonisca* sp. (*Trigonisca pediculana*) e *Plebeia* sp. (*Plebeia* sp.).

Da mesma forma, algumas espécies deste experimento não foram possíveis de identificação até o nível de espécies, mas podem estar relacionados a alguns dos indivíduos descritos por Ducke (apresentadas entre parênteses). Seriam elas: *Diadasina* sp. (*Diadasina riparia*), *Florilegus* sp. (que pode ser *Florilegus* (*Floriraptor*) *melectoides* ou *Florilegus* (*Euflorelegus*) *festivus*), *Melissodes* sp. (*Melissoides* (*Eclectica*) *nigroaenea*), *Centris* sp. (que pode ser *Centris* (*Ptilotopus*) *sponsa*, *Centris* (*Melacentris*) *obsoleta*, *Centris* (*Hemisiella*) *lanipes* ou *Centris* sp.) e a *Nannotrigona* sp. (*Nannotrigona* sp.).

Em relação às espécies de plantas visitadas por abelhas e descritas por Ducke no maciço de Baturité, somente três espécies foram comuns as espécies vegetais observadas neste trabalho: *Ruellia asperula*, *Caesalpinia bracteosa* e *Spermacoce* cf. *verticillata*.

A divergência encontrada entre o número de espécies de abelhas e plantas de Ducke em relação a este trabalho pode estar relacionada à metodologia de coleta utilizada por ele (não padronizada) e ao tempo amostral disponibilizado (realizado em três viagens em anos distintos ao local).

Outra diferença importante entre os trabalhos está no fato de suas coletas terem sido realizadas em cotas altimétricas entre 600 a 900m. Nessas altitudes, apesar de estarem na mesma região pertencente ao maciço de Baturité, as características físicas (temperatura, umidade, etc.) e biológicas (vegetação de floresta ombrófila) são distintas da área de caatinga onde foi realizado o experimento. Dados atualizados referente às abelhas e plantas por elas visitadas em altitudes acima de 600m foram realizados por Lima-Verde (dados não publicados).

Por fim, o estado de conservação da área de estudo de aproximadamente de 25 anos não refuta a possibilidade que o local tenha sofrido alterações nos 80 anos anteriores.

Apesar dessa diferença observada, este trabalho é fundamental para a atualização e ampliação tanto das espécies descritas por Ducke para o maciço de Baturité, quanto para expandir o conhecimento da fauna de abelhas existente em regiões de caatinga do Ceará.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram as seguintes conclusões:

1. A estrutura de comunidades de abelhas descrita para a área de estudo está de acordo com o padrão encontrado em outras regiões de caatinga no Brasil, com a predominância das famílias Apidae (Apidae) e Apidae (Anthophoridae) com a maior riqueza e abundância de indivíduos.
2. A análise da diversidade da fauna de abelhas demonstrou que a maioria das espécies de abelhas descritas são acidentais (raras), pouco frequentes e não dominantes, caracterizando uma comunidade bastante heterogênea, que utiliza a área como sítios de nidificação ou refúgio, uma vez que esta é circundada por fragmentos em diferentes estados de conservação.
3. A diversidade e a composição da comunidade de abelhas descrita na área em estudo não variaram significativamente entre o período chuvoso e seco.
4. A configuração da rede de interações entre abelhas e plantas com flor mostrou-se heterogênea e generalista, com poucas espécies de abelhas realizando grande parte das interações.
5. Os valores de conectância entre abelhas e plantas obtido para a área foi relativamente baixo, mas condizente com os valores encontrados em outras áreas de caatinga.
6. A estrutura das interações da rede de abelhas e plantas com flores por elas visitadas também não variaram estatisticamente entre o período chuvoso e seco.
7. O quadro chuvoso atípico do ano de 2009, com precipitações intensas e mais prolongadas ocasionaram uma maior disponibilidade de recursos florais e fontes de alimentos durante todo o ano, inclusive no período seco.
8. Conclui-se que a precipitação pluviométrica não foi um fator limitante na organização da comunidade de abelhas da região de caatinga em estudo entre as estações seca e chuvosa, assim como da rede de interações planta-abelha.



## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 83:151-163. 1997.
- AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 457-467. 2003.
- AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apisformis) de uma área na margem do domínio da caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, V. 34, n. 1, p. 15-24, 2005.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 191-223. 1999.
- ASHMAN, T. L., KNIGHT, T. M., STEETS, J. A., AMARASEKARE, P., BURD, M., CAMPBELL, D. R., DUDASH, M. R., JONHSTON, M. O., MAZER, S. J., MITCHELL, R. J. , MORGAN, M. T., WILSON, W. G. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. **Ecology**, v.85, n. 1, 2408- 2421, 2004.
- BARBOSA, H.A.; HUETE, A.R.; BAETHGEN, W.E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, p. 288–307, 2006.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, vol.38, p.567-593. 2007.
- BAWA, K.S. Patterns of flowering in tropical plants Pp. 394-410. In: C.E. Jones & R.K. Little (eds.). **Handbook of Experimental Pollination Ecology**. New York, Von Nostrand Reinhold. 1983.
- BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422. 1990.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S. H.; PERRY, P. D.; COVILLE, R. E.; GRAYUM, M. H. Reproductive biology of tropical rain forest trees - II Pollination systems. **American Journal of Botany**, v.72, p.346-356. 1985.
- BEMBÉ B. Functional morphology in euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Apidologie**, v.35, p.283-291. 2004.

- BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J.; CASTRO, M. S.; VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Connectance of Brazilian social bee – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica.**, v.5, n.1. 2005.
- BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie.**, v. 37, p. 240–258. 2006.
- BUCHMANN, S.L. Buzz pollination in angiosperms Pp. 73-113. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York, Scientific and Academic Editions. 1983.
- BUCHMANN, S.L.; NABHAN, G.P. **The forgotten pollinators**. Washington D.C., Island Press. 1996.
- CAMARGO, J. M. F. **Manual de Agricultura**. Editora Agronômica Ceres: São Paulo, 272 p. 1972.
- CARVALHO, C.A.L. de. **Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) no município de Castro Alves-BA**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 104 p. 1999.
- CARVALHO, C. A. L.; SANTOS, F. M. dos; SILVA, R. F.; SOUZA, B. A. Phenology of Bees (Hymenoptera: Apoidea) in a Transition Area Between the Cerrado and the Amazon Region in Brazil. **Sociobiology**, 50 (3) 1177 – 1190 p. 2007.
- CASTRO, M. S. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de caatinga arbórea entre os inselbergs de Milagres, Bahia. São Paulo-SP. 191p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2001.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions Royal Society of London. B.**, 345: 101-118 p. 1994.
- COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0 **User's Guide and application** Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates>. 2006.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D.W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; VENTURIERI, G.C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global Meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie.**, v. 37, p. 275-292. 2006.
- COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. Apicultura: manejo e produtos. 2 ed. **Jaboticabal: FUNEP**, 191 p. 2002.
- CURE, J.R.; BASTOS FILHO, G.S.; OLIVEIRA, M. J. F.; SILVEIRA, F.A. Levantamento de abelhas silvestres na Zona da Mata de Minas Gerais, I – Pastagem na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Rev. Ceres.**, 40: 131-161. 1993.

- DANFORTH, B. N.; SIPES, S.; FANG, J.; BRADY, S. G. The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **103** (41): 15118–15123. 2006.
- DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.; NASCIMENTO, C.E.S. Inventário e Sociabilidade de Espécies Arbóreas e Arbustivas da Caatinga na Região de Petrolina, PE. **Revista Brasil Florestal.**, n.74, p.37-43. 2002.
- DUCKE, A. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérogique du Nord-Est du Brésil. **Revue d'Entomologie**, v. 26, p. 73-96. 1907.
- DUCKE, A. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérogique du Nord Est du Brésil-II. Hyménoptères récoltés dans l'État de Ceara em 1908. **Revue d'Entomologie**, v.27, p. 57-87. 1908.
- DUCKE, A. Explorações botânicas e entomológicas do Estado do Ceará. **Revista Trimensal do Instituto do Ceará**, v. 24, p. 3-61. 1910.
- DUCKE, A. Contribution a la connaissance de la Faune Hyménoptérogique du Nord-Est du Brésil - II. Hyménoptères Récoltés dans l'Etat de Ceara em 1909 et suppléments aux deux listes antérieures. **Revue d'Entomologie**, v. 28, p. 78-122. 1911.
- DUPONT, Y. L., HANSEN, D. M.; OLESEN, J. M. Structure of a plant–flowervisitor network in the high-altitude sub-alpine desert of Tenerife, Canary Islands. – *Ecography* **26**: 301–310. 2003.
- EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: EPU. 1981. 1p.
- EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Review**: 1-26. 2005.
- FARIA, G. M.; CAMARGO, J. M. F. A flora melitófila e a fauna de Apoidea de um ecossistema de campos rupestres, Serra do Cipó – MG – Brasil. **Anais do Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto, São Paulo, v.2, p. 217-228. 1996.
- FARIA-MUCCI, G. M.; Melo, M. A.; Campos, L. A. O. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil, p. 241–256. *In*: G. Melo, A. R.; Alves-dos-Santos, I. (eds.). **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, Editora UNESC, 320 p.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Instituto de Botânica (série documentos), São Paulo. 1989.
- FIGUEIREDO, M. A.; BARBOZA, M. A. **A vegetação e a flor na serra de Baturité-CE**. Coleção Mossoroense, série B, nº 747. 1990.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops** . London: Academic Press, 1993. 684p.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. . In: Encontro sobre abelhas, 3., Ribeirão Preto, 1998. **Anais**. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, p.10-20. 1998.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary bees**: Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: UFC, 2004. 285p.

FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Chuvas diárias – Municípios**. Disponível em [www.funceme.br](http://www.funceme.br). Acesso em 22/03/2010.

GAGLIANONE, M.C. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luís Antonio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae, In: **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure.**, Criciúma: UNESC. p.279-284. 320pp. 2003.

GENTRY, A. H. Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, v. 6, n. 1, p. 64-68. 1974.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. **Influência de Eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil**. Disponível em: [http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/22\\_702bab1b72218e177bbfe1ab21827a5e.doc](http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/22_702bab1b72218e177bbfe1ab21827a5e.doc). Acesso em 15/12/2009.

GOMES, M. A. F. O Maciço de Baturité - uma abordagem ecológica. In: **Anais do III Encontro Nacional de Geógrafos**, Fortaleza, Brasil. p. 39-59. 1978.

GONÇALVES, R. B.; G. MELO, A. R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia** 49(4): 557-571 p. 2005.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, p. 379-391, 2001.

GRISWOLD, T.; PARKER, F.D.; HANSON, P.E. The bees (Apidae). In.: HANSON, P.E.; GAULD, I.D.(Ed.) **The hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 93, p. 650-691. 1995.

HAMMER; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analyses**. Paleontologia eletrônica 4, 2001.

HEITHAUS, E. R. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. **Ecology**, v. 60, n. 1, p. 190-202. 1979.

HERRERA, C.M. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: A devil's advocate approach. In: Lloyd, D.G. & Barrett, S.C.H. (eds) **Floral Biology: Studies on floral evolution**. Chapman & Hall. p.65-87. 1996.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Anuário Estatístico do Ceará. Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/116.htm>. Acesso em 14/03/2010.

JACÓBSEN, L.O. **Efeitos associados a El niño e La niña na vegetação do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado, Sensoriamento remoto). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 100 p.il. 2002.

JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in central America. **Evolution** **21**: 620-537. 1967.

JOLY, A.B. **Botânica : Introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Nacional, 2002.

JOHNSON, S.D.; STEINER, K.E. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Ecology and Evolution* 15:140-143.2000.

JORDANO, P. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **American Naturalist.**, v. 129, p. 657-677. 1987.

KATO, M.; MATSUDA, T.; YAMASHITA, Z.. Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planting forms. **Sci. Rep. Tohoku Univ.** 19: 291-301. 1952.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered Mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83-112. 1998.

KEVAN, P.G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Ann. Rev. Ent.**, 28: 407-53. 1983.

LARSEN, T. H.; WILLIAMS, M. N.; KREMEN, C. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters** **8**: 538-547. 2005.

LEWINSOHN, T.W.; PRADO, P.I.; JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J.M. Structure in plant-animal interaction assemblages. **Oikos**, 113: 174-184. 2006.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2<sup>a</sup> ed. Elsevier Science B.V. Amsterdam, 853 p. 1998.

LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. Polinização. In: **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 44-46.

LOYOLA, R.D.; MARTINS, R. P. Habitat structure components are effective predictors of trap-nesting Hymenoptera diversity. **Basic and Applied Ecology.**, v. 9, p. 735-742. 2008.

LONGINO, J.T., What to do with the data. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T.R. (eds.), **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Inst. Press, cap. 13, p. 186-203. 2000.

MACHADO, I.C.S.; LOPES, A.V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany** **94**: 365-376. 2004.

MAGURRAN, A. **Ecological Diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press. 179 p. 1988.

MAGURRAN, A. **Measuring Biological Diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 256 p. 2004.

MARTINS, C.F. **Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apidae) na caatinga (Casa nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 159p. 1990.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordestina de Biologia**. **9**(2),225-257. 1994.

MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Holos**. – Edição especial. v. 1, p. 236-267. 1999.

MARTINS, R. P.; BARBEITOS, M. S. Adaptações de insetos e mudanças no ambiente: ecologia e evolução da diapausa. In: Martins, R. P.; LEWINSOHN, T. M.; BARBEITOS, M. S. (Eds). **Ecologia e comportamento de Insetos**. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VIII. PPGE- UFRJ. Rio Janeiro, Brasil. pp. 149-192. 2000.

MAY, R.M. Patterns of species abundance and diversity. In: CODY, M.L. & DIAMOND, J.M. (ed.) **Ecology and evolution of communities**. Cambridge: Belknap Press of the Harvard University Press. p. 81-120. 1975.

MCALLEECE, N. **BioDiversity Professional versão 2.0**. The Natural History Museum and The Scottish Association For Marine Science. Disponível em: <http://www.sams.ac.uk/research/software/research/software/bdpro.zip>. 1997.

MICHENER, C.D. **The Social Behavior of the Bees – A Comparative Study**. Cambridge, Belknap, 404p. 1974.

MICHENER, C. D. Biogeography of the bees. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p. 277-347. 1979.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore, Maryland: Ed. Johns Hopkins University, 913p. 2000.

MORATO, E. F.; MARTINS, R. P. An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in preexisting cavities in wood. **Neotropical Entomology** **35**: 285-298. 2006.

MOURA, M.S.B.; GALVÍNCIO, J.D.; BRITO, L.T.L.; SOUZA, L.S.B.; SÁ, I.I.S.; SILVA, T.G.F. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L.T.L.; MOURA, M.S.B.; GAMA, G.F.B. (Org.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. v. 1, p. 37-59, 2007.

- MUTKE, J.; BARTHLOTT, W. Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. **Biologiske Skrifter**, v. 55, p. 521-531. 2005.
- NEFF, J.L.; SIMPSON, B. Bees, pollination systems and plant diversity, p. 143-167. In: **J. Lasalle & J. D. Gauld (ed.)**, Hymenoptera and biodiversity, Cab International (The Natural History Museum), 348p. 1993.
- OLESEN, J.M.; JORDANO, P. Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. **The American Naturalist**, vol. 159 (6): p.2416-2424. 2002.
- PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P.; RATTER, J.A. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P.; RATTER, J.A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests. plant diversity, biogeography, and conservation**. CRC Press. cap. 1, p. 1-30. 2006.
- PEDRO, S. R.; CAMARGO, J. M. F. Interactions on floral resources between the africanized honey bee *melífera* and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural “cerrado” ecosystem in southeast Brazil. **Apidologie.**, v.22, p. 397-415. 1991.
- PIANKA, E. Latitudinal Gradients in species diversity: A review of concepts. **American naturalist**, v. 100, p. 33-49, 1966.
- PIGOZZO, C.M.; VIANA, B.F. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. **Oecologia Australis.**, vol. 14(1), p.100-114. 2010.
- PRADO, D.E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. 1ª Ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 804 p.
- PRESTON, F.W. The commonness, and rarity, of species. **Ecology.**, v.126, p. 342-354. 1948.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers. 479p. 1996.
- QUEIROZ, L.P. The Brazilian Caatinga: Phytogeographical Patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, P.G.; RATTER, J.A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests. plant diversity, biogeography, and conservation**. Lincoln: CRC Press.,. cap. 6, p. 121-158. 2006.
- RENNER, S.S. Rewardless flowers in the angiosperms and the role of insect cognition in their evolution. In N Waser & J Ollerton Plant polinator interactions. From Specialization to Generalization. The university of Chicago Press. Chicago and London. p123-144. 2006.
- REZENDE, E. L.; LAVABRE, J. E.; GUIMARÃES JR, P. R.; JORDANO, P.; BASCOMPTE, J. Non-random coextinctions in phylogenetically structured mutualistic networks. **Nature**, v. 448 (23), p. 925-929. 2007.

- RIBEIRO, E. K. M. D.; REGO, M. M. C.; MACHADO, I. C. S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Bot. Bras.*[online]. 2008, vol.22, n.1, pp. 165-171. 2008
- RICKLEFS, R.E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science*, v. 235, p. 167-171, 1987.
- RICKETTS, T. H. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology* **18** (5): 1262-1271. 2004.
- ROMESBURG, H.C. **Cluster analysis for researchers**. North Carolina: Malabar Publishing, 334 p. 1984.
- RODARTE, A.T.A.; SILVA, F.O. ; VIANA, B.F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 22(2): 301-312. 2008.
- ROUBIK, D.W. Africanized honey bees, stingless bees and structure of tropical plant-pollinator communities. **Proceedings of the ivth international symposium on pollination.**, Maryland, p. 403-417. 1979.
- ROUBIK, D. W. Foraging behaviour of competing Africanized honeybees and stingless bees. *Ecology*, New York, v. 61, p. 836-845. 1980.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, Cambridge University Press, 514p. 1989.
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PP), south Brazil. Preliminary report. *Journal Faculty Hokkaido University.*, ser. 6, v.19, p. 190-250. 1967.
- SAKAGAMI, S.F.; MATSUMURA, T. Relative abundance, phenology and flower PREFERENCE OF ANDRENID BEES IN Sapporo, north Japan (Hym., Apoidea) *Japanese Journal of Ecology*, v.17, n.6, p.237-250, 1967.
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S. Relative abundance, phenology and flower visits of Apid bees in Eastern Paraná, South Brazil (Hym., Apoidea). *Kontyü*, v.39, n.3, p.213-230, 1971.
- SAMEJIMA, H., MARZUKI, M., NAGAMITSU, T., NAKASIZUKA, T. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation*, v. 120, n. 4, p. 577-587, 2004.
- SANTOS, F. M. dos; CARVALHO, C. A. L. de; SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado – Amazônia. *Acta Amazônica*. 34 (2): 319 – 328 p. 2004.
- SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (orgs.) **Métodos de estudos em Biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. 2 Ed. Curitiba: Editora da UFPR, 651 p. 2006.



- SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha: Um estudo de adaptação na vida social**. Tradução de Carlos A. Osowski. Porto Alegre: Paixão, 256p. 2006.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. Abelhas brasileiras – sistemática e identificação. Belo Horizonte, **Fundação Araucária**, 253p. 2002.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ceres, 419 p. 1976.
- SOUTHWOOD, R; HENDERSON, P.A. **Ecological methods**. 3 ed. Blackwell Science Inc, Oxford. 592p. 2000.
- SOUZA, M. J. N; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Estado do Ceará. **Ciência Agrônômica**, v.9, p. 77-86. 1979
- SOUZA, M. J. N. Contribuição ao instituto das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, v.1, p. 73-91. 1988.
- SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza, Ed. IPLANCE. p. 18 19. 1997.
- TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A.; MASAKI, S. **Seasonal adaptations of insects**. New York: Oxford University Press, 426 p. 1986.
- THOMAS, G. **Bio-Dap - Ecological Diversity and its measurement**. Statistics from the text of the same name. Parks Canada & Fundy National Park. New Brunswick - Canadá, Disponível em: <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/populations.html>. 2000.
- VALENTIN, J.L. **Ecologia Numérica** – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: **Interciência**, 117 p. 2000.
- VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE: Rio de Janeiro, 1991.
- VIANA, B. F. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 28, p. 635-645. 1999.
- VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, A.M.P. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica** **29**: 13-25. 2006.
- VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P. Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. **Revista de Entomologia**, 50(1): 53-63. 2006.
- WASER, N.M.; CHITTKA, L.; PRICE, M.V.; WILLIAMS, N.M. & OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecological Society of America**, 77: 1043-1060. 1996.
- WESTERKAMP, C. **Das Pollensammeln der sozialen Bienen in Bezug auf die Anpassungen der Blüten**.- Doktor-Dissertation, Univ. Mainz. 1987.

WESTERKAMP, C. Pollen in bee-flower relations: some considerations on melittophily. **Botanical Acta** **109**: 325-332. 1996.

WESTERKAMP, C. **Plantas-com-flores: forma e função**. Crato: LATEX. Ed. Casa. 85 p. 2007.

WESTERKAMP, C.; RIBEIRO, M. F.; LIMA-VERDE, L. W.; DELPRETE, P. G.; ZANELLA, F.; FREITAS, B. M. Adolpho Ducke e as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) da serra de Baturité, Ceará. In: **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: Edições UFC; COELCE, cap. 09, p. 274-292. 2007.

WOLDA, H. Seasonality of tropical insects. I leafhoppers (Homoptera) in las Cumbres - Panama. *J. Anim. Ecol.* **49**: 277 - 290. 1980

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Annual Review Ecology System**, v. 19, p. 1–18, 1988.

ZANELLA, F. C. V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, v. 31, p. 579-592. 2000a.

ZANELLA, F.C.V. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na caatinga (NE do Brasil), p. 197-203. In: **Anais. IV Encontro Abelhas**, Ribeirão Preto, USP. 2000b.

ZANELLA, F.C.V. Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga. In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. (Eds), **Apoidea Neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, p. 231-240. 2003.

ZANELLA, F.C.V.; C.F. MARTINS. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, ecologia e conservação, p. 75-134. In: **I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva** (eds.), *Ecologia e conservação da caatinga*. Edit. Universitária, UFPE, Recife, xvi+804p. 2003.

ZANELLA, F.C.V. Dinâmica Temporal e Espacial de Abelhas Solitárias no Semi-Árido do Nordeste do Brasil. In: *Anais do VIII Encontro sobre abelhas*, Ribeirão Preto, Brasil. pg 284-291. 2008.