



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

JAILSON GONÇALVES DE ALMEIDA JÚNIOR

**FAUNA DE INSETOS EUSOCIAIS EM CACAUAIS (SISTEMA “DERRUBA
TOTAL”) NO SUL DA BAHIA**

ILHÉUS – BA

2014

JAILSON GONÇALVES DE ALMEIDA JÚNIOR

**FAUNA DE INSETOS EUSOCIAIS EM CACAUAIS (SISTEMA “DERRUBA
TOTAL”) NO SUL DA BAHIA**

Documento apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz para defesa de exame geral de qualificação, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Zoologia.

Área de concentração: Zoologia Aplicada

Orientador: Dra. Cléa dos Santos Ferreira Mariano

Co-orientador: Dr. Jacques Hubert Charles Delabie

ILHÉUS – BA

2014

JAILSON GONÇALVES DE ALMEIDA JÚNIOR

Fauna de insetos eusociais em cacauais (sistema “derruba total”) no Sul da Bahia

Ilhéus, 11/06/2013.

Prof.^a Dra. Cléa dos Santos Ferreira Mariano
(Orientadora)
UESC/DCB

Prof.^a Dra. Raquel Pérez-Maluf
UESB/DCN

Prof.^a Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses
Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM

Prof. Dr. Rodolfo Mariano Lopes da Silva
UESC/DCB

Dedico este trabalho a minha família, que mesmo com pouco ou em alguns momentos nenhum recurso, sempre esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me apoiando e incentivando mesmo à distância durante esses pouco mais de dois anos.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, por seu cuidado constante, pelas oportunidades e pelas pessoas que Ele tem colocado ao meu redor e por sua misericórdia em minha vida;

Agradeço a minha família, pelo incentivo, apoio e por acreditarem em mim, principalmente minha mãe, que me incentivou a não desistir e continuar de pé;

Agradeço aos amigos e colegas, inclusive aos da turma de Zoologia de 2012 e aos do Laboratório de Mirmecologia pelas alegrias, discussões, resenhas e conversas tão construtivas;

À namorada, pelo seu carinho, compreensão, apoio em cada momento e por sua ajuda;

Aos professores orientadores Jacques e Cléa, pela orientação e cuidado, essenciais para a realização deste trabalho;

À CAPES, pela concessão da bolsa;

Ao Programa de Pós Graduação em Zoologia da UESC pela oportunidade de capacitação acadêmica;

Aos funcionários do CEPEC/CEPLAC, pelo auxílio em campo;

A todos os professores que me auxiliaram e colaboraram com a identificação do material coletado (Favízia Freitas de Oliveira - UFBA, Sérgio Ricardo Andena - UEFS, André Márcio Araújo Amorim - UESC, Jacques Hubert Charles Delabie - UESC/CEPLAC e Yana Teixeira dos Reis - UFS);

À Professora, mentora e amiga, Raquel Pérez-Maluf pelo incentivo, pela atenção, pela inspiração em não desistir e pela ajuda recorrente desde a graduação até o fim deste processo;

À Professora Gabriela Castaño (Gabi) pela ajuda que não se resumiu apenas à parte estatística deste trabalho e pela amizade.

Aos colegas e suas famílias que me abrigaram em diversos momentos: Thalles Lavinsky, Aline de Souza e Aluane Ferreira.

FAUNA DE INSETOS EUSOCIAIS EM CACAUAIS (SISTEMA “DERRUBA TOTAL”) NO SUL DA BAHIA

RESUMO

Os insetos eusociais (algumas espécies de abelhas e de vespas, todas as formigas e cupins) se caracterizam pela vida em grupo, em que ocorre a cooperação de indivíduos adultos no cuidado dos juvenis; divisão reprodutiva do trabalho, com a presença de uma casta estéril de operários e uma casta reprodutiva e sobreposição de gerações. Podem formar colônias populosas, com todos os indivíduos trabalhando pelo sucesso destas, agindo como um superorganismo, enquanto são capazes de promover grandes alterações no ambiente. São elementos conspícuos nas matas úmidas nos trópicos, a exemplo da Mata Atlântica, bioma ameaçado pela exploração ao longo de décadas. A cacauicultura foi implantada e se expandiu neste bioma principalmente no sul e sudeste da Bahia e norte do Espírito Santo, declinando com o surgimento da doença “vassoura-de-bruxa”. Mesmo após anos de implantação na Mata Atlântica, estudar o efeito da cacauicultura comercial sobre a comunidade de insetos eusociais pode gerar informações visando beneficiar o cultivo permitindo ações de conservação benéficas a este bioma. No presente estudo, os insetos eusociais foram coletados em três áreas de cacau de derruba total usando diversos métodos (Malaise e busca ativa com rede – puçá, para abelhas e vespas, busca ativa quantitativa para cupins e Winkler e Pitfall, para formigas). Os objetivos foram avaliar a eficácia desses diferentes métodos para avaliação da diversidade de insetos eusociais; conhecer as espécies de insetos eusociais que ocorrem nos cacauais no sul da Bahia (sistema “derruba total”), relacioná-las ao esforço amostral utilizado e estimar sua diversidade por local e por tipo de armadilha. Ao fim do estudo foram coletadas 21 espécies de vespas sociais, 14 de abelhas eusociais, sete de cupins e 112 de formigas. As comparações entre métodos utilizados mostraram que existem diferenças na eficiência para cada uma delas, por isso recomenda-se o uso de métodos combinados para coletas destes grupos, uma vez que a composição da comunidade de insetos eusociais apresenta peculiaridades em cada área que podem ser utilizadas para se fazer inferências sobre a conservação da área de coleta ou de seu entorno.

Palavras-chave: comunidade de insetos, eusocialidade, indicador biológico, *Theobroma cacao*

ABSTRACT - FAUNA OF EUSOCIAL INSECTS IN COCOA (SYSTEM "DERRUBA TOTAL") IN SOUTHERN BAHIA, BRAZIL.

The eusocial insects (some species of bees and wasps, and all the ants and termites) are characterized by their life in group, where they show cooperation between adults taking care to juveniles; reproductive division of work, with the occurrence of a sterile caste of workers and a reproductive caste, and the overlap of generations. They can form populous colonies, with all individuals working aiming to their success, acting as a single superorganism, while they are able to make important changes in their environment. They are conspicuous elements of the humid tropical forests, such as the Atlantic Forest, biome threatened by human exploitation for decades. The cacao was inserted and expanded in this biome mainly in Southern and Southeastern of the state of Bahia and northern of that of Espírito Santo, declining with the emergence of the "broom-witches" disease. Even after years of its development in the Atlantic Forest, it is expected that the study of the commercial cacao production impact on the community of eusocial insects generate information aiming to benefit this agriculture allowing conservation actions beneficial to this biome. In the present study, eusocial insects were collected in three cocoa plantations known as "derruba total" with different methodologies (Malaise and active search with entomological net aiming to collect bees and wasps, quantitative active search for termites and pitfall and Winkler traps, for ants). The objectives were to evaluate the effectiveness of different sampling methods for assessing the diversity of eusocial insects; to know the eusocial insects species that occur in cocoa plantations in southern Bahia ("derruba total" system), linking them to the sampling effort used and estimate its diversity per location and per trap type. Finally 21 social wasp, 14 eusocial bee, seven termite and 112 ant species were collected. Comparisons between the used methods showed differences in efficiency for each of them, for that reason, it should be recommended the use of combined collection methods for these groups since the composition of eusocial insect community presents peculiarities in each area which can be used to infer on the conservation in the collection area or its surroundings.

Keywords: insect community, eusociality, biological indicators, *Theobroma cacao*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas do estudo e suas respectivas coordenadas: Área 01 (quadra IL) - 14°45'34" S e 039°13'45" O; Área 02 (quadra D) - 14°46'25" S e 039°13'35" O e Área 03 (quadra I) - 14°45'31" S e 039°13'57" O.....	27
Figura 2 - Desenho esquemático de um pitfall (armadilha de queda) que consiste em um copo descartável com água e um pouco de detergente enterrado com a abertura deixada ao nível do solo.	29
Figura 3 – Esquema de um extrator de Winkler mostrando o concentrador ou peneirador em A e o extrator com o frasco coletor em B.	29
Figura 4 – Desenho esquemático de um puçá.....	31
Figura 5 – Fotografia de Armadilha do tipo Malaise em campo durante o estudo.	32
Figura 6 - Curvas de acumulação de espécies de formigas coletadas por Winkler utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).....	40
Figura 7 - Curvas de acumulação de espécies de formigas coletadas por Pitfall utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).	41
Figura 8 - Análise fatorial mostrando a formação de um grupo com gêneros que possuem espécies numerosas (A) e um grupo de gêneros com menos espécies mantendo uma proporção constante em sua distribuição na comunidade (B).	44
Figura 9 - Curvas de acumulação de espécies de vespas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).....	47
Figura 10 - Curvas de acumulação de espécies de vespas eusociais coletadas por Malaise utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para duas das três Áreas de estudo (A - Área 01, B - Área 02).	47
Figura 11 - <i>Angiopolybia pallens</i> pousada em serrapilheira (A) e <i>Polybia rejecta</i> pousada em planta no meio do cacaual (B) e raspa sua folha com as mandíbulas na Área 03.....	48
Figura 12 - Folha de planta não identificada encontrada normalmente em meio ao cacaual que teve sua superfície raspada por vespas. Um indivíduo de <i>Polybia rejecta</i> foi coletado raspando sua face adaxial. A – face adaxial e B – face abaxial.....	49
Figura 13 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).	52

Figura 14 - Curva de acumulação de espécies de abelhas eusociais coletadas por Malaise utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para a Área 01. .	52
Figura 15 - Plantas em que foram coletadas abelhas forrageando. A - <i>Sonchus oleraceus</i> ; B - Amaranthaceae/Asteraceae? indefinida; C – <i>Sonchus</i> sp.; D – <i>Commelina</i> sp.; E – <i>Cuphaea racemosa</i> ; F – <i>Melothrya pendula</i> ; G – <i>Urera caracassana</i> ; H – <i>Momordica charantia</i> .	54
Figura 16 - Dois indivíduos de <i>Trigona hyalinata</i> coletando barro na Área 03.	55
Figura 17 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas e vespas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) – A e Malaise – B, utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança.	56
Figura 18 - Curva de acumulação de espécies de insetos eusociais coletadas utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança e Jackknife 1 nas três Áreas.	57
Figura 19 – Dendograma da Análise de cluster para todas as metodologias utilizadas durante as coletas. V - busca ativa por vespas e abelhas (varredura com puçá); M - Malaise; Q - busca ativa por cupins; W - Winkler e P - Pitfall. Os números ao lado da cada sigla correspondem a cada uma das três Áreas de estudo.	58
Figura 20 – Dendograma da análise de Cluster da composição de insetos eusociais em áreas de cacau com derruba total. Apenas algumas das principais espécies aparecem no gráfico.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de registros de espécies de cupins coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total pelo protocolo de busca ativa.....	34
Tabela 2 - Número de registros de espécies de formicídeos coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Winkler (W) e Pitfall (P).....	36
Tabela 3 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para a metodologia de Winkler (W) nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste <i>t</i> modificado.	41
Tabela 4 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para a metodologia de pitfall (P) nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste <i>t</i> modificado.	42
Tabela 5 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para as duas metodologias (Winkler - W e pitfall - P) entre si e nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste <i>t</i> modificado.	43
Tabela 6 - Número de registros de espécies de vespas sociais coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Malaise (M) e busca ativa com rede - Puçá (R).	45
Tabela 7 - Número de registros de espécies de abelhas sociais coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Malaise (M) e busca ativa com rede - Puçá (R).	50
Tabela 8 - Espécies de plantas utilizadas pelas espécies de abelhas eusociais coletadas nas Áreas de estudo.....	53
Tabela 9 - Índices de todas as espécies coletadas durante o estudo utilizando - se todas as metodologias (V - varredura com puçá, M - Malaise, Q - busca ativa por cupins, W - Winkler e P - pitfall) nas três Áreas amostradas (indicadas pelos números 1, 2 e 3).	56

ÍNDICE

1. 1 - Insetos eusociais	12
1. 2 - Principais características e importância dos insetos eusociais	13
1. 2. 1 - A sociedade dos cupins	13
1. 2. 2 - Formigas	16
1. 2. 3 - As vespas sociais	18
1. 2. 4 - As abelhas eusociais	20
1. 3 - O ecossistema do cacau na Mata Atlântica do Sul da Bahia	23
1. 4 - Objetivos	25
1. 4. 1 - Geral	25
1. 4. 2 - Específicos	25
2 - MATERIAL E MÉTODOS	26
2. 1 - Caracterização das áreas	26
2. 2 - Coletas	27
2. 2. 1 – Cupins	28
2. 2. 2 - Formigas	28
2. 2. 4 - Vespas e abelhas	30
2. 2. 5 - Análises	32
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3. 1 - Cupins	33
3. 2 - Formigas	35
3. 3 – Vespas e abelhas	44
3. 4 - Comunidade de insetos eusociais	56
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	62

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Insetos eusociais

O comportamento social teria evoluído a partir do momento em que animais solitários apresentando algum cuidado parental passaram a compartilhar um mesmo local para nidificação, dando início às primeiras formas de sociedades comunais (ALCOCK, 2005).

Este comportamento, além da pressão por predação e competição por aumento da aquisição de alimento e outros aspectos nutricionais poderia ter favorecido o aparecimento de formas de organização ainda mais elaboradas, culminando na vida em colônias e à organização em sociedades (ABE, 1987; KORB & HEINZE, 2004; ALCOCK, 2005; NOWAK *et al.*, 2010), que se deu de maneira gradual, partindo de níveis mais basais até o surgimento de níveis mais complexos, levando ao comportamento eusocial (WILSON, 1971; WILSON & HOLLDÖBLER, 2005; NOWAK *et al.*, 2010). De um modo geral, a evolução da eusocialidade requer a pré-adaptação de uma colônia construída e protegida (NOWAK *et al.*, 2010). Este comportamento é caracterizado pela cooperação de indivíduos adultos no cuidado com os indivíduos jovens; divisão reprodutiva do trabalho, com a presença de uma casta estéril de operários e uma casta reprodutiva e sobreposição de gerações, com indivíduos de pelo menos duas gerações em diferentes estágios de vida capazes de contribuir no trabalho da colônia, ou seja, os filhos em algum momento ajudam os pais (WILSON, 1971).

A teoria de Hamilton (1964a, 1964b), para explicar a evolução do comportamento social nos Hymenoptera (todas as formigas e algumas espécies de vespas e de abelhas), propôs a hipótese da Seleção Parental, sugerindo que a origem do comportamento eusocial evoluiu a partir da vantagem genética do cuidado parental entre irmãos em detrimento da própria reprodução.

Este postulado se aplica aos Hymenoptera, que possuem determinação sexual por haplodiploidia, em que indivíduos do sexo masculino são produzidos por ovos não fecundados e possuem apenas um conjunto de cromossomos (herdados de uma fêmea reprodutora), enquanto as fêmeas são produzidas por ovos fecundados e apresentam dois conjuntos cromossômicos (um herdado de uma fêmea reprodutora e o outro herdado de um macho reprodutivo), o que teria favorecido a evolução da

eussocialidade por promover o relacionamento genético entre as filhas (KREBS & DAVIES, 1993; MICHENER, 2007; NOWAK *et al.*, 2010). Porém, em cupins, que são diplo-diploides (macho e fêmea são produzidos a partir de ovos fecundados, possuindo assim, herança materna e paterna) também ocorre uma complexa organização em sociedade (NOWAK *et al.*, 2010).

As colônias destes insetos por vezes são numerosas (algumas dezenas a milhões de indivíduos) e podem ser consideradas como um superorganismo, porque apresentam tantos fenômenos sociais que são análogos a propriedades fisiológicas de órgãos e tecidos (WILSON, 1971). Porém, existem algumas exceções, a exemplo de formigas do gênero *Thaumatomyrmex*, que constituem as menores sociedades conhecidas, com colônias que variam de três a cinco indivíduos apenas (JAHYNY *et al.*, 2009).

Além disso, os insetos eusociais apresentam uma dominância ecológica no planeta, sendo mais proeminentes nos trópicos (WILSON, 1971), a exemplo da Mata Atlântica, que apresenta grande riqueza de espécies vegetais, que se supõe dar suporte à grande diversidade de invertebrados bem como aos insetos sociais.

Os insetos eusociais considerados neste estudo foram os grupos mais conhecidos e que possuem vários estudos clássicos (cupins, vespas, formigas e abelhas). Evolutivamente, seria recomendado iniciar o estudo destes por cupins, seguido de vespas, formigas e abelhas. Porém, a sequência adotada (cupins, formigas, vespas e abelhas) se deve ao fato de ter sido utilizado um mesmo protocolo para coletar vespas e abelhas e esta sequência facilita a apresentação e compreensão dos dados.

1. 2 - Principais características e importância dos insetos eusociais

1. 2. 1 - A sociedade dos cupins

Os cupins ou térmitas são insetos pertencentes à sub ordem Isoptera, incluídos dentro da ordem Blattaria. Compartilham relações filogenéticas com baratas do gênero *Cryptocercus* (ENGEL *et al.*, 2009; BIGNELL *et al.*, 2011), do qual é considerado por Inward *et al.*, (2007) como grupo irmão, constituindo assim, uma família desta ordem. De um modo geral, as famílias basais são mais próximas às baratas, enquanto as apicais são mais especializadas, além de ambos estabelecerem

relação com protozoários endossimbiontes que também pertencem a um mesmo grupo (INWARD *et al.*, 2007; BIGNELL *et al.*, 2011). O fator que afeta de forma mais significativa a história de vida e a evolução social dos Isoptera é a biologia alimentar (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Sua ecologia nutricional e fatores a ela associados, tais como o tamanho da colônia, a história de vida, o desenvolvimento de castas e os aspectos de nidificação estão associados à disponibilidade de recursos alimentares e necessidade de explorá-los e defendê-los de maneira eficiente (ABE, 1987; BIGNELL *et al.*, 2011). Estes recursos são essenciais para o princípio de sua socialidade, influenciando em vários aspectos desde o início da diversificação deste grupo (ABE, 1987; BIGNELL *et al.*, 2011).

Estima-se que existam cerca de 2.600 espécies descritas de cupins e a classificação mais recente (ENGEL *et al.*, 2009) as divide em nove famílias e propõe mais duas fósseis, com uma "família" de status incerto. Dentre estas, no Brasil ocorrem cerca de 300 espécies representantes das famílias Kalotermitidae, Serritermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 1999; 2007).

Assim como as formigas, em Hymenoptera, todas as espécies de cupins conhecidas são eussociais. Vivem em colônias com divisão de trabalho reprodutivo, diferenciação morfológica de castas e sobreposição de gerações. As colônias constituem grandes unidades familiares com um casal reprodutor que permanece simultaneamente no ninho (rei e rainha) e um grande número de indivíduos estéreis ápteros (operários e soldados) gerados por este casal (KRISHNA, 1969; CONSTANTINO & ACIOLI, 2008; BIGNELL *et al.*, 2011).

A casta dos soldados está ausente em todas as espécies da subfamília Apicotermitinae que ocorrem nas Américas. Nas espécies sem soldados a defesa é também efetuada pelos operários (CONSTANTINO & ACIOLI, 2008).

Existem algumas particularidades no que diz respeito à sociedade dos cupins. Por exemplo, a determinação de castas nos térmitas basais (inferiores), que é baseada primariamente em feromônios e que em alguns dos térmitas superiores envolve o sexo. Ao contrário dos himenópteros eusociais, os cupins são diplo-diploides e as castas de operários são constituídas tanto de fêmeas quanto de machos; ninfas e juvenis contribuem para o trabalho na colônia, pelo menos em estágios posteriores; além disso, o macho reprodutivo primário permanece com a rainha após o vôo nupcial, a ajuda a construir a primeira câmara do ninho e a fertiliza

intermitentemente enquanto a colônia desenvolve, ou seja, a fertilização não ocorre durante o vôo nupcial (WILSON, 1971; BIGNELL *et al.*, 2011).

A nidificação varia de galerias no interior da madeira ou do solo até ninhos grandes e complexos subterrâneos, epígeos ou arborícolas. Esses cupinzeiros e seus túneis são construídos com solo ou com suas próprias fezes misturadas com saliva ou uma combinação dos dois (CONSTANTINO & ACIOLI, 2008).

Os cupins são dominantes em ambientes terrestres tropicais distribuindo-se amplamente desde as florestas úmidas até as savanas e podem ser encontrados até mesmo em regiões áridas (EGGLETON *et al.*, 1996; BIGNELL *et al.*, 2011). Uma possível explicação para essa abundante e diversificada distribuição se deve não apenas à sua organização social bastante desenvolvida, mas também à existência da simbiose com microorganismos (protozoários flagelados) (COSTA-LEONARDO 2002). Isto lhes daria a capacidade de digerir a celulose, garantindo algumas vantagens, como baixa competição interespecífica, já que são poucos os organismos que conseguem digerir a celulose ou ainda uma baixa competição intra-específica, devido à abundância da celulose na natureza (COSTA-LEONARDO 2002; ARAÚJO *et al.*, 2008).

Talvez por essa capacidade seja comum pensar que todos os cupins são consumidores de madeira (xilófagos) e são mais conhecidos pelo seu potencial como praga, apesar de apenas cerca de 10% das espécies fazer parte deste grupo (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Porém, uma grande diversidade de material orgânico, em vários estágios de decomposição pode servir de alimento para esses insetos, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo material orgânico presente no solo (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007; CONSTANTINO & ACIOLI, 2008).

Por essa diversidade alimentar, o papel ecológico desses insetos no ambiente é notável, uma vez que ocupam a posição de consumidores primários ou decompositores (herbívoros e detritívoros) nos ecossistemas naturais, atuando na reciclagem de nutrientes por meio da trituração, decomposição de matéria orgânica e da serrapilheira, humificação e mineralização de vários recursos originados da celulose (COSTA-LEONARDO 2002; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Desse modo, são capazes de afetar a disponibilidade de recursos para outras espécies

através de alterações físicas do hábitat (EGGLETON, 1996; COSTA-LEONARDO 2002; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007).

O estudo desses animais como indicadores biológicos é importante, uma vez que alterações no hábitat podem influenciar a estrutura da assembleia de térmitas construtores de ninhos conspícuos por corte seletivo de árvores (VASCONCELLOS *et al.*, 2008). Além disso, a composição faunística pode ser vulnerável a modificações por alterações microclimáticas, pois certas espécies de cupins não suportam dessecação e grandes flutuações de temperatura (REIS & CANCELO, 2007).

1. 2. 2 - Formigas

As formigas são himenópteros que fazem parte da família Formicidae (Vespoidea) e devido ao fato de ser um grupo tão amplamente distribuído e por ser numericamente mais abundantes, são consideradas os principais insetos eusociais (WILSON, 1971; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; FERNANDÉZ, 2003).

Diferentemente das abelhas e vespas, que possuem apenas algumas espécies com comportamento eusocial ou com algum grau de socialidade, todas as formigas são eusociais (WILSON 1971; MICHENER 2007; CARPENTER & MARQUES, 2001). Os dados atuais indicam a ocorrência de 12796 espécies de formigas (AGOSTI, & JOHNSON, 2005) agrupadas em 16 subfamílias (BOLTON, 2014), sendo que este número ainda é crescente. Esses insetos constituem um grupo monofilético (FERNÁNDEZ & PALACIO, 2003), que teria surgido no período Cretáceo (BRADY *et al.*, 2006) e que são mais aparentados com as abelhas do que com as vespas (SHARKEY *et al.*, 2011).

São capazes de nidificar no solo, entre rochas, nos galhos ou raízes de árvores vivas ou em madeira morta, folhas e em ambientes urbanos (DIEHL-FLEIG, 1995) e seus ninhos podem ser elaborados, como no caso das formigas do gênero *Atta*, com numerosas galerias ou simples, como os de formigas do gênero *Pseudomyrmex*, que ocupam o espaço interno de algumas espécies de plantas (WILSON, 1971; FERNÁNDEZ, 2003; MELO *et al.*, 2012).

A diversidade de suas adaptações ecológicas e sociais chama a atenção, pois a maioria dos grupos de formigas predadoras exhibe um grau altamente variável no número de presas, outras são coletoras e subsistem de sementes, outras têm como fonte alimentar mais importante o “honeydew” secretado por insetos homópteros

criados nos ninhos ou em relação mutualística especial com fungos cultivados em restos de insetos ou vegetação (WAY, 1963; WEBER, 1966; WILSON, 1971).

Várias espécies participam de simbioses com plantas, com outros artrópodes e também fungos e outros microrganismos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; MUELLER *et al.*, 2005; BRADY *et al.*, 2006). Algumas linhagens de formigas desenvolveram a capacidade de cultivar fungos, parasitar outras formigas e também escravizá-las (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; RABELING & BACCI, 2010). Estes dois últimos casos, assim com o inquilinismo, caracterizam-se pela perda secundária da condição eusocial em que muitas espécies têm uma redução drástica da casta operária ou sua completa eliminação (BUSCHINGER, 1986; RABELING & BACCI, 2010).

As formigas são abundantes no solo de diferentes biomas e florestas, a exemplo na Amazônia, nas savanas africanas e Mata Atlântica e estão entre os principais predadores de outros insetos e pequenos vertebrados do ambiente terrestre (WILSON, 1971).

No meio ambiente, podem atuar na dispersão de sementes, no controle de populações de outros pequenos invertebrados, promovem ainda o controle de algumas espécies vegetais, além de algumas espécies estabelecerem relações mutualísticas com espécies vegetais, onde ao nidificar nestas, as protegem contra herbivoria e chegam a eliminar plantas próximas de sua hospedeira que poderiam competir com esta por recursos como luz e nutrientes do solo (SCHOONHOVEN, *et al.*, 2005).

Devido ao transporte de plantas e restos de animais nas câmaras de seus ninhos misturando estes materiais com terra escavada, a área do ninho é carregada com altos níveis de carbono, nitrogênio e fósforo, quebrando conseqüentemente a superfície do solo em mosaicos de concentrações de nutrientes (WILSON, 1971; HOLLDOBLER & WILSON, 1990). Como representam uma grande biomassa, a escala desses eventos é elevada e atuam como engenheiras de ecossistemas, modificando a estrutura do hábitat, podendo afetar também a densidade de decompositores, motivo pelo qual são de grande importância (FOLGARAIT, 1998).

Além disso, várias associações entre plantas e formigas são conhecidas, e algumas delas são prejudiciais à agricultura, como o caso das formigas cortadeiras (principalmente dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, nas Américas Central e do Sul), mas algumas destas fornecem vantagens às plantas, tais como proteção contra herbivoria

e contra insetos fitófagos, em que formigas toleram certa quantidade de insetos fitófagos que não ameaçam a planta hospedeira. Ao fim, esta relação tem um balanço positivo para a planta (JOLIVET, 1996) e tais relações são importantes no que diz respeito ao controle biológico de insetos – praga (DELABIE *et al.*, 2007).

Por outra parte, para a fauna de formigas de serrapilheira foram desenvolvidos protocolos quantitativos de amostragens para avaliação em estudos de biodiversidade ou para seu uso como bioindicadores de algum aspecto do habitat (AGOSTI *et al.*, 2000; AGOSTI & ALONSO, 2001).

1. 2. 3 - As vespas sociais

As vespas sociais pertencem à família Vespidae e, juntamente com as formigas e abelhas, fazem parte do grupo Aculeata, que são himenópteros que possuem o ferrão como sinapomorfia (FERNÁNDEZ C., 2000; SHARKEY *et al.*, 2011; MELO, *et al.*, 2012).

A classificação mais utilizada para Vespidae considera seis subfamílias viventes monofiléticas: Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae (CARPENTER, 1982; CARPENTER & MARQUES, 2001).

O comportamento social está presente nas subfamílias Stenogastrinae (présociais, com todas as 50 espécies descritas endêmicas dos Trópicos Orientais), Vespinae (que se distribui por toda a Região Holártica e Trópicos Orientais) e Polistinae (cosmopolita, embora concentrada primariamente nos trópicos, especialmente no Novo Mundo) sendo apenas a última de interesse deste estudo, pois as outras duas não ocorrem no Brasil (CARPENTER, 1991; CARPENTER & MARQUES, 2001).

As espécies desta subfamília pertencem a três tribos: Mischocyttarini (*Mischocyttarus*), Polistini (*Polistes*) e Epiponini (*Apoica*, *Agelaia*, *Angiopolybia*, *Pseudopolybia*, *Parachartergus*, *Leipomeles*, *Marimbonda*, *Chartergellus*, *Nectarinella*, *Protopolybia*, *Polybia*, *Protonectarina*, *Charterginus*, *Chartergus*, *Brachigastra*, *Synoecoides*, *Epipona*, *Synoeca*, *Asteloeca*, *Metapolybia*, *Clipearia* e *Occipitalia*) (CARPENTER, 1993; CARPENTER & MARQUES, 2001).

As espécies atuais de vespas têm sido utilizadas para estudos de modelos evolutivos por apresentarem em detalhe os passos que levam da vida solitária para

estados eusociais, o que se justifica pela ampla diversidade de níveis de socialidade dentro do grupo (WILSON, 1971; WEST-EBERHARD, 1978, 1996).

Os vespídeos constituem elementos conspícuos da fauna, principalmente pela diversidade e abundância das formas sociais (MELO *et al.*, 2012) e formam uma parte comum e distinta da fauna do Brasil, presentes em quase todos os biomas, da Floresta Amazônica até o Pantanal e a Mata Atlântica (ZUCCHI *et al.*, 1995; CARPENTER & MARQUES, 2001).

A maioria dos vespídeos sociais (Polistinae) constrói ninhos que pendem livres no substrato (ninhos com um pedúnculo ou pecíolo) e a diversidade de formas dos ninhos varia desde um único favo descoberto e poucas dezenas de células, até ninhos com mais de 50 cm de comprimento, que podem permanecer ativos por muitos anos, com vários favos sobrepostos abrigando milhões de células envoltos por um invólucro (CARPENTER & MARQUES, 2001).

A arquitetura dos ninhos varia de colônias incrustadas ao substrato ou com pedicelo, com favos cobertos por um envelope de material celulósico ou não ou ainda podem utilizar cavidades preexistentes. Esta arquitetura teria sido grandemente influenciada por pressão seletiva por predação de formigas e pássaros, podendo ainda responder a agentes daninhos diversos (JEANNE, 1975; MARQUES & CARVALHO, 1993; SANTOS & GOBBI, 1998). As defesas contra agentes patógenos também influenciaram na arquitetura dos ninhos das vespas, já que os que possuem invólucro e são distantes do solo podem representar uma resposta ampla e eficiente, apesar de não ser específica a vários agentes patogênicos (HOGGARD *et al.*; 2011). Os ninhos podem ser constituídos por diversos tipos de materiais, sendo mais frequentemente utilizadas fibras vegetais maceradas e a depender da espécie, vários materiais podem ser misturados e combinados para a construção, como tricomas de plantas, pequenas folhas, secreção glandular e barro (WENZEL, 1991).

Os adultos presentes no ninho exibem cuidados cooperativos com a cria até a oclusão do adulto, e existe divisão reprodutiva do trabalho (rainhas férteis e operárias estéreis), aprovisionamento progressivo simultâneo com presas trituradas, como por exemplo, larvas de lepidópteros (CARPENTER & MARQUES, 2001).

A formação de novas colônias ocorre, em geral, por enxameamento (Epiponini) ou fundação independente (Mischocyttarini e Polistini). No primeiro processo, a fundação das novas colônias se dá por meio de um enxame, semelhante ao comportamento apresentado por abelhas sociais. Nesse momento, uma ou várias

rainhas seguidas de um grupo de operárias iniciam uma colônia (JEANNE, 1975; CARPENTER & MARQUES, 2001). As vespas sociais geralmente constroem ninhos grandes e populosos que podem apresentar atividade por vários anos. A dispersão ocorre pela divisão da população do ninho, resultando na liberação de enxames periódicos (JEANNE, 1975; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO & CLEMENTE, 2010). Por sua vez, na fundação independente, o ninho é iniciado por uma rainha inseminada, podendo uma ou mais fêmeas inseminadas unirem-se à fundadora (JEANNE, 1975; CARPENTER & MARQUES, 2001).

As vespas sociais podem atuar na polinização, pois há espécies que visitam plantas com flores para coletar o néctar (MALASPINA *et al.*, 1991). Além disso, graças ao comportamento predatório sobre outros insetos, contribuem para o controle biológico de diversas espécies consideradas pragas tanto em ambiente natural quanto em agroecossistemas, constituindo assim, um grupo de insetos de importância para a agricultura, merecendo ser estudados em seus mais diversos aspectos (RABB & LAWSON, 1957; CARPENTER & MARQUES, 2001). Como exemplo disto, pode ser citado o estudo de Elisei *et al.* (2010), que em uma área de plantio de eucalipto constatou que as operárias de *Polistes versicolor* predaram lagartas de lepidópteros, constituindo assim, uma espécie com potencial como agente controlador biológico de herbívoros desfolhadores de eucalipto.

1. 2. 4 - As abelhas eusociais

A nomenclatura Apidae é adotada neste trabalho em seu sentido amplo, englobando todas as famílias de abelhas da classificação tradicional (como MICHENER, 2007), que são tratadas como subfamílias (MELO & GONÇALVES, 2005), pois esse sistema de classificação permite a adoção de um único nome formal, dentro da hierarquia lineana, aplicável às abelhas como um todo. Esta família contém mais de 16 mil espécies descritas em todo o mundo (MICHENER, 2007) e divide-se em sete subfamílias, cinco das quais ocorrem na fauna brasileira.

As abelhas guardam estreita relação com um grande conjunto de vespas tradicionalmente chamadas de vespas apoideas da superfamília parafilética 'Sphecoidea' (BROTHERS, 1975; SILVEIRA *et al.*, 2002). Estes grupos estão reunidos em Apoidea (BROTHERS, 1975; BROTHERS & CARPENTER, 1993; SILVEIRA *et al.*, 2002), que é constituída por diversas famílias e dentre estas, aquela

que tem hábitos sociais mais avançados é a família Apidae (NOGUEIRA-NETO, 1997; MELO *et al.*, 2012).

De maneira semelhante às vespas apoideas, a maioria das abelhas tem vida solitária e escava ninhos no solo, onde cada fêmea constrói células de cria que são estocadas com pólen e néctar ao invés de artrópodes paralisados (BROTHERS & CARPENTER, 1993; SILVEIRA *et al.*, 2002; MELO *et al.*, 2012).

As fêmeas possuem estruturas especializadas para transporte de pólen, que podem ser formadas por uma densa escova de cerdas, denominada escopa, localizada em geral nas pernas posteriores ou, mais raramente, nos esternos metassomais, ou ainda por uma depressão glabra na tíbia posterior margeada por cerdas longas, denominada de corbícula (MICHENER, 1999, 2007; SILVEIRA *et al.*, 2002; NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas que possuem esta estrutura pertencem à subfamília Apinae e estão divididas em quatro tribos: a solitária ou comunal Euglossini, a primitivamente social Bombini e as abelhas eussociais Meliponini e Apini, formando o grupo de abelhas corbiculadas (MICHENER, 2007; NOGUEIRA-NETO, 1997). O relacionamento filogenético entre essas quatro tribos é muito discutido, visto que cinco hipóteses filogenéticas já foram propostas. Todas elas aceitam a monofilia de Apinae, sendo a principal controvérsia a respeito da origem única da eusocialidade, já que apenas Meliponini e Apini são eusociais (CAVENAZZI, 2012).

Além do comportamento social, são várias as espécies cleptoparasitas obrigatórias, em que as fêmeas não constroem seus próprios ninhos e invadem aqueles construídos por espécies solitárias para fazer postura nas células de cria (ROZEN, 2003). São conhecidos também parasitas sociais obrigatórios e cleptobióticos sociais, a exemplo das abelhas do gênero *Lestrimelitta*. Em todas essas, não ocorre a presença de corbículas (NOGUEIRA-NETO, 1977; MELO *et al.*, 2012).

A eusocialidade teria surgido pelo menos oito vezes dentro de Apidae, tanto por rotas parassociais quanto subsociais. A pré socialidade de quase todos os graus concebíveis teria surgido em um número incontável de outras ocasiões (WILSON, 1971). Um panorama da complexidade da evolução da eusocialidade das abelhas pode ser visto em estudos de abelhas não corbiculadas do gênero *Lasioglossum* (Halictinae), que apresentam todos os níveis sociais, além de espécies solitárias e parasitas sociais (DANFORTH *et al.*, 2003; ALCOCK, 2005). As espécies mais basais são solitárias, e as espécies eusociais surgem a partir de uma de suas linhagens. A

presença de espécies solitárias mais derivadas se deve ao fato de ter ocorrido perda da condição eusocial nestas espécies, o que seria uma condição mais comum do que a manutenção da condição social (DANFORTH *et al.*, 2003).

De um modo geral, as abelhas eusociais (Apinae das tribos Bombini, e principalmente Meliponini e Apini) vivem em colônias perenes, cada uma das quais consiste de uma rainha e suas muitas filhas operárias e estocam seu alimento (néctar e pólen) em células de armazenamento (ROUBIK, 2006; MICHENER, 2007). Rainhas e operárias nestes casos são morfologicamente diferentes, e a rainha é incapaz viver sozinha (por exemplo, ela nunca forrageia) assim como as operárias sozinhas não formam colônias viáveis (elas não podem acasalar e, portanto, não podem produzir descendentes do sexo feminino). Nestas abelhas novas colônias são estabelecidas socialmente, por grupos ou enxames (WILSON, 1971; NOGUEIRA-NETO 1997; MICHENER, 2007).

Com relação à construção do ninho, este pode ser escavado no solo e neste ambiente possui células de provisionamento ou de cria feitas com a cera (secretada por glândulas específicas das abelhas) e o cerume (mistura de cera e própolis); podem ainda construir seus ninhos em cavidades em árvores ou, em áreas urbanas, aproveitando-se de cavidades em construções civis, e no caso de espécies com ninhos expostos, estas freqüentemente coletam barro e excrementos de vertebrados para constituir a camada externa de seus ninhos (NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 2006).

As abelhas, principalmente as operárias das abelhas eusociais, coletam o pólen como a principal fonte de proteína em sua própria alimentação e especialmente para alimentar suas larvas e jovens, além do néctar, que é uma fonte alimentar açucarada (NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007). Por este motivo, são vistas com grande importância ambiental, pois, juntamente com o vento, são os agentes polinizadores mais importantes do mundo, sendo benéficas ou essenciais para a polinização e, portanto, para a reprodução sexuada de grande parte da vegetação natural do mundo, bem como para muitas culturas agrícolas (NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER, 2007). O pólen que pode fertilizar os óvulos é aquele que as abelhas perdem inadvertidamente em estigmas florais durante a coleta de néctar, pólen, ou outro material (NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007).

Além da polinização natural, existe a apicultura migratória, com *Apis mellifera*, que é realizada desde longa data em muitos países e visa tirar o melhor proveito possível de plantas que florescem em épocas diferentes, em regiões também diferentes (NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007). Porém, esta é prejudicial para as Meliponinas, pois quando os apicultores chegam, com os seus caminhões lotados de colmeias, saturam uma área com *Apis mellifera* aumentando a concorrência com as abelhas nativas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Ainda hoje, a criação de abelhas eusociais (*Apis mellifera*, não apenas no Brasil – apicultura; e abelhas indígenas sem ferrão no Brasil e América do Sul – meliponicultura) para a produção de mel é uma prática comum e que promove benefícios econômicos ao homem e ecológicos ao meio (NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007; SILVA & PAZ, 2013) e espécies mais sensíveis, como o caso das abelhas nativas sem ferrão, podem ser utilizadas como bioindicadores em áreas perturbadas (ROUBIK, 2006; MELO, *et al.*, 2012).

1.3 - O ecossistema do cacau na Mata Atlântica do Sul da Bahia

As florestas tropicais constituem a mais rica reserva de diversidade biológica de todo o globo terrestre, porém, a existência desta expressiva riqueza não tem sido suficiente para evitar a destruição insensata que afeta gravemente estes ambientes (ARAÚJO *et al.*, 1998).

A Mata Atlântica é um bioma que no ano de 1500 englobava a área hoje ocupada por 17 estados brasileiros, estendendo-se continuamente por mais de 1.300.000 km, cerca de 15% do território nacional, sendo que, no sul da Bahia e em São Paulo, ocorrem os maiores fragmentos, fortemente ameaçados. Estima-se que atualmente existam menos de 4% da área original de florestas primárias, e outros 4% em florestas secundárias, abrigando significativa diversidade da fauna e da flora, sendo reconhecida pela UNESCO como um dos hotspots brasileiros (BIODIVERSITAS, [200-]).

A região sul da Bahia, mais especificamente a faixa compreendida entre o Rio Jequitinhonha e o Rio de Contas, conserva a parcela mais significativa deste bioma no Nordeste do Brasil, apresentando uma grande riqueza de espécies da fauna e flora, sendo considerada como um dos principais centros de endemismo vegetal e animal da Mata Atlântica (MORI *et al.*, 1983; OLIVEIRA, 1996; ARAÚJO *et al.*, 1998).

Após introdução por volta do século XIX e expansão do cultivo do cacau em matas úmidas e florestas ombrófilas, houve redução das áreas de Mata Atlântica remanescentes (ARAÚJO *et al.*, 2007). Na região Sul da Bahia, os cacauais são de grande importância e a região cacauera compreende 89 municípios, englobando cerca de 90.000 km² e 2 milhões de habitantes. Esta é responsável por cerca de 90% da produção brasileira e tem como centro as cidades de Ilhéus e Itabuna. O restante da produção brasileira sai do Espírito Santo, da Amazônia e de São Paulo (BRASIL, 2006).

O sucesso deste cultivo nesta região e em outros países tropicais se deve principalmente ao fato de permitir o desenvolvimento de uma atividade agrícola relativamente estável (cultivo perene) em terras pouco ou não mecanizáveis e explorada por mão de obra de baixo custo (DELABIE *et al.*, 2011).

O cacau precisa de arborização para proteção contra raios solares. No plantio comercial em áreas sem mata, a planta jovem, que requer mais sombra, recebe o sombreamento provisório, utilizando-se bananeiras e o sombreamento permanente, com árvores altas de até 30m de altura (BRASIL, [19--]). Com base nisso, o estabelecimento do cacau nas diversas regiões produtoras do mundo é realizado basicamente de duas maneiras, após a eliminação parcial da vegetação original ou seguida ao desmatamento completo da área. O primeiro método é conhecido no Brasil, como cabruca e o segundo como derruba total (SILVA NETO *et al.*, 2001).

Para o plantio do cacau, a derruba total consiste em eliminar a vegetação primária ou secundária para posterior formação dos sombreamentos provisório e definitivo. Este sistema consiste nas seguintes fases: broca, derruba, queima, balizamento e plantio dos sombreamentos (SILVA NETO *et al.*, 2001).

Por sua vez, o sistema cabruca é semi-intensivo, com manejo do cacau, onde a floresta é raleada (apenas o sub bosque é retirado, mantendo-se as árvores mais altas) e o cacau é plantado sob a sombra de árvores nativas, mantendo resquícios do ecossistema natural, servindo de ambientes florestais para muitas espécies (LOBÃO e VALERI, 2009). Porém, mesmo plantações formadas após derruba total podem contribuir para a conservação de uma quantidade grande de epífitas como bromélias, orquídeas, e outras, além da fauna dependente destas ou associada aos solos suspensos, polinizadores (moscas e formigas) e fauna edáfica (DELABIE, 2007; DELABIE *et al.*, 2011).

O sistema cabruca se destacou na região Sudeste da Bahia e antes da década de 1970 as melhores áreas para o cultivo de cacau já estavam ocupadas. Desse modo, a adoção de insumos atrelados ao sistema derruba total foi responsável pelo avanço do cultivo de cacau em áreas marginais ocupadas por florestas, que possuíam solos pouco férteis e menores níveis de precipitação (NIESTEN *et al.*, 2004).

Entretanto, após a crise ocasionada pela vassoura de bruxa, que gerou declínio na produção e perda de lavouras, os produtores afetados foram forçados a vender a madeira das árvores de sombra das cabucas a fim de sobreviver, acentuando a pressão sobre a vegetação nativa (ALGER & CALDAS, 1994; ARAÚJO *et al.*, 2007).

Recentemente, após programas de recuperação (PROCACAU) e orientações de técnicos da CEPLAC e pelas observações dos cacauicultores, o sistema tradicional cabruca mantém-se firme na região Sul da Bahia, mas estima-se que mais da metade (60%) dos 250 mil novos hectares de plantios de cacau tenham sido implementados no método derruba total (NIESTEN *et al.*, 2004; PIASENTIN, 2011).

Em ambos os sistemas adotados, a cultura do cacau constitui um agrossistema conservacionista do solo, tanto pelo recobrimento total do terreno como pela formação de densa camada de serapilheira. Esta camada contribui para o aumento e manutenção da fertilidade do solo, após os processos de mineralização e humificação (MOÇO, 2006). Assim, estudos sobre a influência de agrossistemas ou lavouras como o cacau derruba total sobre diferentes grupos biológicos (a exemplo dos insetos eusociais) torna-se importante para o desenvolvimento de ações de conservação e de sustentabilidade econômica nas regiões produtoras de cacau do sul da Bahia e do Brasil (DELABIE *et al.*, 2011).

1. 4 - Objetivos

1. 4. 1 - Geral

- Caracterizar a comunidade de insetos eusociais em cacaual derruba total em relação a sua composição, riqueza e diversidade.

1. 4. 2 - Específicos

- Conhecer e identificar as espécies de insetos eusociais que ocorrem nos cacauais no sul da Bahia (sistema “derruba total”), disponibilizando parte do material

coletado às coleções da CEPLAC/CEPEC e UESC, contribuindo ao conhecimento faunístico dos insetos eusocias;

- Avaliar se há espécies novas em relação àquelas que já foram encontradas nos cacauais até o momento com base na literatura disponível;

- Relacionar as espécies coletadas ao esforço amostral utilizado durante as coletas por meio de análises estatísticas;

- Estimar a diversidade de espécies de insetos eusociais coletados por local e por tipo de armadilha utilizada;

- Verificar a eficácia de cada método de amostragem.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Caracterização das áreas

Nos campos experimentais da CEPLAC, localizada no Km 22 da rodovia BR-415, trecho Ilhéus – Itabuna, foram escolhidas três áreas amostrais de cacauais (“derruba total”), com área de 1ha cada. Cada uma destas áreas foi subdividida em 50 parcelas medindo 10m x 20m.

As áreas e suas respectivas coordenadas foram as seguintes: Área 01 (quadra IL) - 14°45'34" S e 039°13'45" O; Área 02 (quadra D) - 14°46'25" S e 039°13'35" O e Área 03 (quadra I) - 14°45'31" S e 039°13'57" O, conforme observa-se na figura 1.

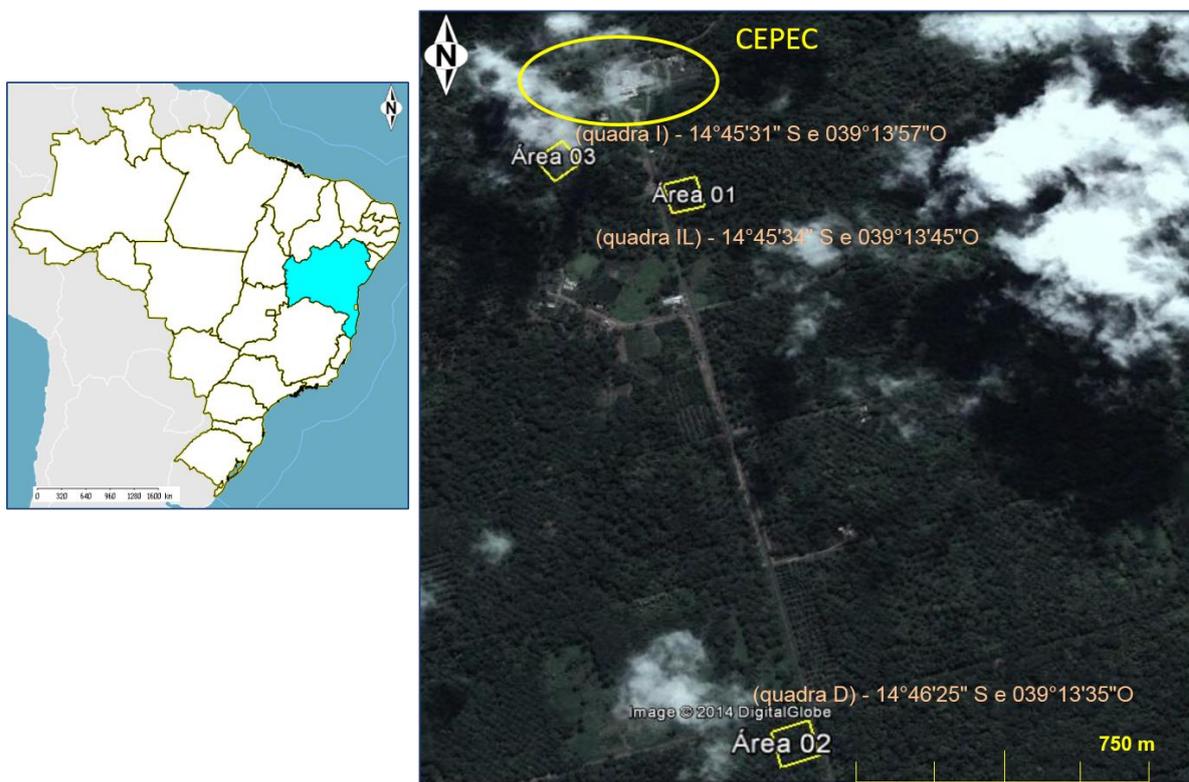


Figura 1 - Áreas do estudo e suas respectivas coordenadas: Área 01(quadra IL) - 14°45'34" S e 039°13'45" O; Área 02 (quadra D) - 14°46'25" S e 039°13'35" O e Área 03 (quadra I) - 14°45'31" S e 039°13'57" O.

Todas as áreas são sombreadas por eritrinas (*Erythrina fusca* Lour.), mas também havia a presença de outras árvores, como por exemplo, a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), na Área 01; o jenipapeiro (*Genipa americana* L.) e limoeiros (*Citrus* sp.) na Área 02; claraíba (*Cordia* sp.) na Área 02 e na Área 03, além de bananeiras, pimenteiras (piperáceas) e outras espécies herbáceas e arbóreas de porte médio que crescem em meio ao cacau eventualmente.

As áreas de cacau experimental são periodicamente roçadas na porção mais próxima à “borda” (limites entre a plantação de cacau e a estrada de acesso) e é feita a aplicação de herbicidas em seu interior para o controle de ervas daninhas e para facilitar o manejo do cacau. Além disso, o cacau também passa por podas, quando são retirados os galhos velhos ou doentes.

Durante todo o período de coleta as atividades de manejo nos cacauais seguiram inalteradas.

2. 2 - Coletas

2. 2. 1 – Cupins

As coletas dos cupins foram realizadas no mês de novembro de 2013 na Área 01 e na Área 02 e entre o fim de novembro e início de dezembro na Área 03.

Para as coletas, 30 parcelas foram definidas no interior de cada uma das três áreas a ser amostrada. As parcelas consistiram em um retângulo medindo 5m x 2m espaçados a 10m entre si formando três transectos.

Em cada parcela foi realizada a busca ativa por cupins por dois coletores pelo tempo de 30 minutos, totalizando 1h de busca.

Com base no estudo realizado por Reis & Canello (2007), os cupins foram procurados no solo, no folhiço, sob ou dentro de troncos caídos, em troncos mortos, sob a casca das árvores até a altura de 1,5m (quando presentes na parcela), sob pedras, em galerias, no solo através de buracos de 15cm, em raízes de gramíneas ou de arbustos, ou seja, em todos os micro-habitat onde esperam-se que sejam encontrados.

Estes foram mortos diretamente em frascos contendo álcool 70%, onde também foram conservados até ser identificados.

Os cupins foram morfotipados e identificados com a ajuda da especialista Yana Teixeira dos Reis da Universidade Federal de Sergipe - UFS.

2. 2. 2 - Formigas

As coletas das formigas foram realizadas nos meses de novembro de 2012 e janeiro de 2013 na área 01, no mês de junho de 2013 na área 02 e no mês de setembro de 2013 na área 03.

Para as coletas, foram utilizados dois métodos: armadilhas de queda do tipo Pitfall e o extrator de Winkler, dispostas num transecto de 100m.

Cinquenta armadilhas do tipo pitfall (armadilha de queda deixada no campo) foram instaladas em cada área: foram utilizados 50 copos descartáveis de 200ml contendo água com um pouco de detergente (Figura 2), colocados na altura do solo a uma distância de 10m entre si em cada transecto e cerca de 20m entre os transectos.

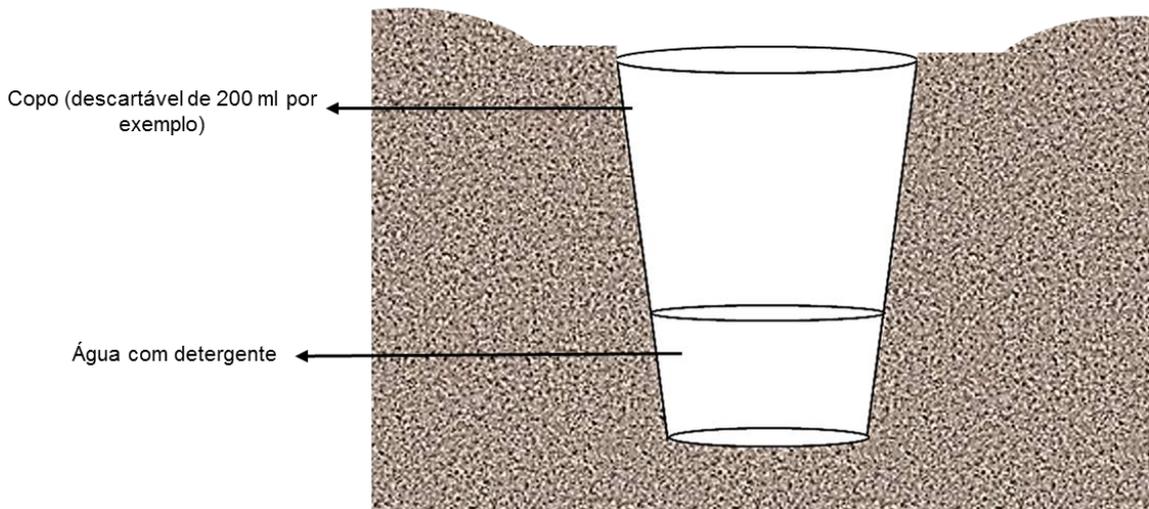


Figura 2 - Desenho esquemático de um pitfall (armadilha de queda) que consiste em um copo descartável com água e um pouco de detergente enterrado com a abertura deixada ao nível do solo.

Também foi utilizado extrator de Winkler (BESTELMEYER *et al.*, 2000) em cada um dos 50 pontos de cada área. As amostras de 1m² de serapilheira foram peneiradas em campo (Figura 3 A) e seguiram para o extrator (Figura 3 B), no qual permaneceram por 72 horas e foram conservadas em álcool 70% até serem triadas em laboratório com a ajuda de lupa.

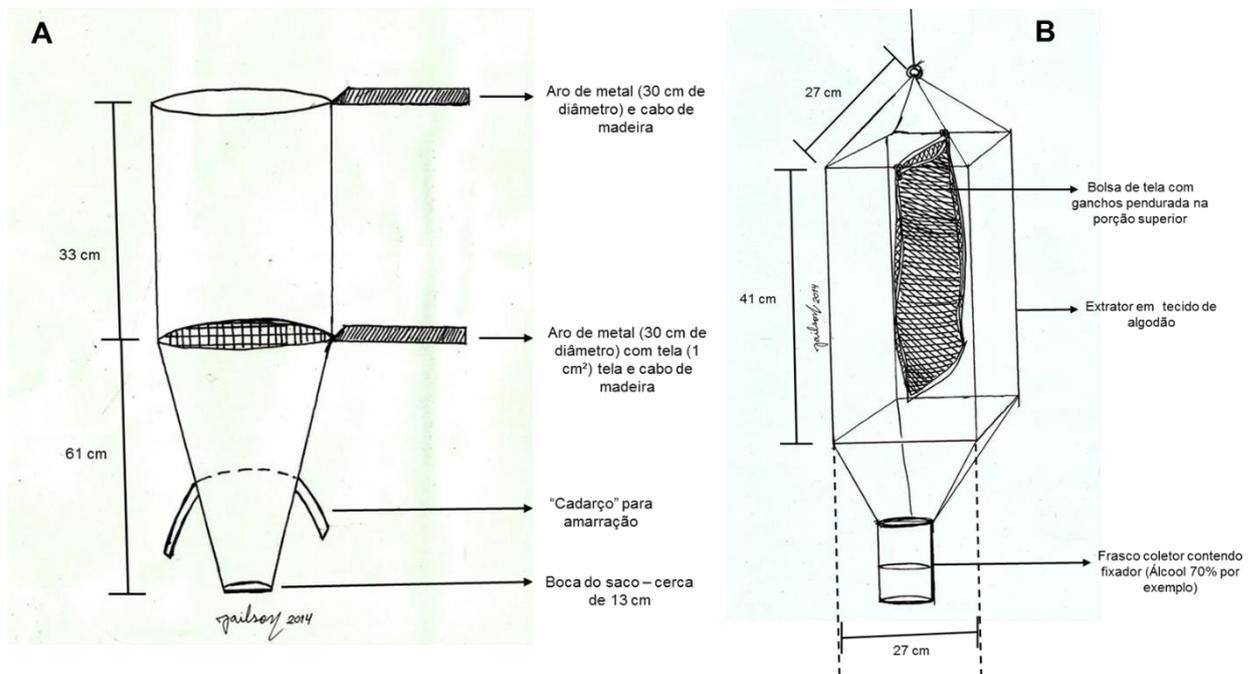


Figura 3 – Esquema de um extrator de Winkler mostrando o concentrador ou peneirador em A e o extrator com o frasco coletor em B.

A identificação dos formicídeos se deu com a ajuda do especialista Jacques Hubert Charles Delabie (CEPLAC/CEPEC – UESC) e uso de chaves taxonômicas específicas.

2. 2. 4 - Vespas e abelhas

As vespas e abelhas foram coletadas de novembro de 2012 a março de 2013 na área 01, durante o mês de agosto de 2013 na área 02 e entre outubro e dezembro de 2013 na área 03.

Com base nos resultados de um breve estudo piloto realizado próximo às Áreas amostradas e nos estudos de Gonçalves & Brandão (2008), Gruchowski - W *et al.* (2010), e Krug & Alves - dos - Santos (2008), um único protocolo para coletar abelhas e vespas nas áreas escolhidas foi adotado com algumas adaptações:

Nas mesmas áreas em que foram amostradas as formigas e que já haviam sido divididas em 50 parcelas de 10m x 20m, foi realizada uma busca ativa de duração média de 30 minutos por parcela, em que arbustos em meio ao cacau eram vistoriados com maior atenção (permanência de 5 a 10 minutos em arbustos com flores expostas e em antese total).

No caso de não haverem outras plantas com flores na parcela vistoriada, foi dada atenção especial às folhas caídas no meio do cacau, pois as vespas sociais coletam diversos tipos de materiais para construção e reparo dos ninhos, incluindo-se folhas e estruturas foliares (WENZEL, 1991; PREZOTO & CLEMENTE, 2010).

Também foi feita uma varredura próxima à vegetação em meio ao cacau com o puçá, inclusive próxima aos cacauais a fim de capturar alguma vespa ou abelha que ali pousasse. Abelhas presentes no suor do coletor também foram capturadas.

Durante a busca ativa, as vespas e abelhas foram capturadas com a ajuda de um puçá (Figura 4) e mortas em frasco contendo clorofórmio ou acetato de etila. Em alguns casos, foram mortas diretamente em álcool 70%. Posteriormente, foram acondicionados em sacos de papel e transportados ao laboratório onde foram depositadas em álcool 70% até serem montadas em alfinete entomológico.

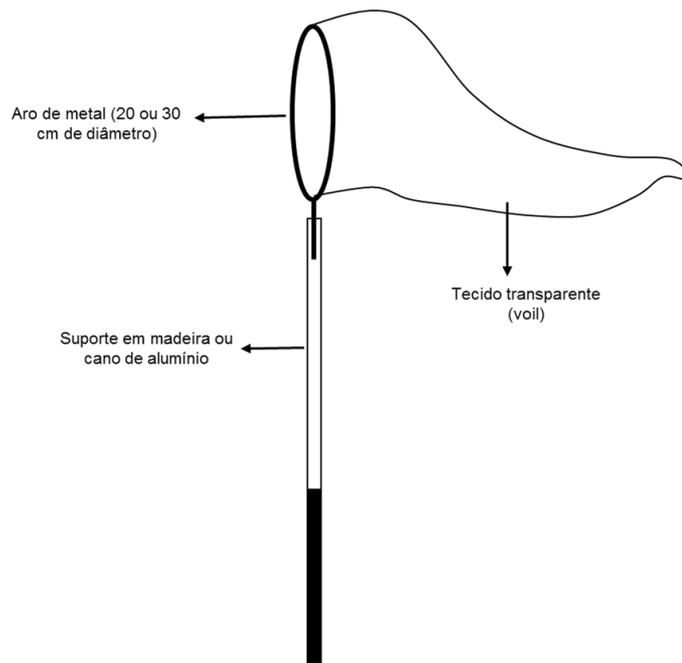


Figura 4 – Desenho esquemático de um puçá.

Além da busca ativa, também foram colocadas quatro armadilhas do tipo Malaise em cada área contendo apenas álcool 96% em seus frascos coletores, permanecendo por 10 dias em campo e sendo vistoriadas a cada dois ou, no máximo, três dias e renovando o álcool dos frascos para evitar deterioração levando à perda do material.

A armadilha de Malaise é constituída de uma estrutura semelhante a uma tenda (Figura 5). Confeccionada em nylon ou tecido parecido, suspensa por estacas de madeira, com uma barreira central do mesmo material, sendo o maior eixo orientado paralelamente ao sentido norte-sul e perpendicular ao caminho existente na mata, ou no sistema em estudo com o frasco coletor voltado para o norte, contendo solução de Dietrich (substituída por Álcool 96% neste estudo) para conservação dos exemplares. Nesse tipo de armadilha a captura dos insetos é realizada por interceptação do vôo (LEWIS *et al.*, 1999).



Figura 5 – Fotografia de Armadilha do tipo Malaise em campo durante o estudo.

Após montagem, as vespas foram enviadas ao especialista em vespas sociais Sérgio Ricardo Andena da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), e alguns exemplares foram depositados na coleção zoológica desta instituição.

As abelhas coletadas foram morfotipadas e identificadas até gênero, em sua maioria. Posteriormente, foram enviadas à especialista em abelhas Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia (UFBA) para ser identificadas. As plantas nas quais foram avistadas abelhas forrageando também foram coletadas e identificadas com a ajuda do especialista em taxonomia vegetal André Márcio Araújo Amorim da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Posteriormente, estas foram depositadas no herbário na CEPLAC.

2. 2. 5 - Análises

A eficácia da amostragem foi avaliada com curvas de acumulação de espécies. Os dados de todas as amostras foram ajustados ao modelo Clench, que tem sido

demonstrado como a equação que mais se ajusta a diversas situações reais na maioria dos táxons (SOBERON & LLORENTE, 1993; JIMÉNEZ- VALVERDE & LOBO, 2004). Para estimar a riqueza de espécies para cada grupo de insetos eusociais por cada método de coleta utilizado em cada área amostrada foi utilizado o estimador não paramétrico Chao 1 (COLWELL & CODDINGTON, 1994) e se comparou com sobreposição de intervalos de confiança 95% (COLWELL, 2009). Se utilizou o estimador Jackknife 1 para ver o número máximo de espécies esperado para os três sítios utilizando-se todos os métodos de amostra.

A riqueza de espécies, assim como os índices de diversidade de Shannon e dominância de Simpson foram calculados para cada grupo com cada um dos métodos de coleta, bem como para o total por área amostrada e métodos de coleta.

Os índices de diversidade de Shannon (apenas das formigas) foram comparados de forma pareada mediante um teste *t* modificado com correção de Bonferroni (MAGURRAN, 1988). Todos os cálculos foram realizados com o programa PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

Para avaliar a similaridade na composição das comunidades em cada área amostrada e método de coleta, se fez uma análise de cluster (conglomerados) utilizando o coeficiente de correlação de Pearson como distância e como método de amalgamação as médias aritméticas não pareadas (UPGMA), que tem sido recomendado quando se tem dados de presença e ausência, que são mais representativas no caso de insetos sociais (SOKAL & MICHENER, 1958; PEARSON, 1977; LOMBARTE *et al.*, 1989). A análise foi realizada com o programa Statistica ver. 6,0 (STATSOFT, 1999).

Por fim, foi feita uma análise fatorial para observar a relação da ocorrência de espécies de formigas dentro de cada gênero nas três áreas com Winkler. Como método de rotação utilizou-se de Varimax (máxima variância) e como método de extração componentes principais utilizando-se o programa Statistica ver. 6,0 (STATSOFT, 1999).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Cupins

No total, foram coletadas sete morfoespécies de cupins da família Termitidae pertencentes a três subfamílias (Termitinae, Apicotermitinae, Nasutitermitinae), conforme visto na Tabela 1.

Nasutitermitinae destacou-se por apresentar três gêneros e cinco morfoespécies. *Nasutitermes* apresentou três morfoespécies e se mostra como o gênero mais diversificado, indicando uma aparente dominância na região, conforme apontado por Constantino & Acioli, (2008) para o bioma Mata Atlântica, repetindo-se a mesma dominância no cacau derruba total na região.

Não houve curvas de acumulação de espécies devido ao número baixo de espécies coletadas nas três áreas.

A baixa diversidade encontrada foi parecida com a encontrada por Oliveira (2011) e Bezerra *et al* (2009) em usinas de cana de açúcar próximas a fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. Apesar de se tratar de um cultivo diferente e terem utilizado protocolos diferentes, algumas das condições que os autores supõem ter limitado a presença de espécies de térmitas também ocorreram no cacau, tais como aplicação de herbicidas (no mínimo, a cada seis meses no cacau) e chuvas intercaladas ao período de coleta, alterando o hábitat e podendo gerar condições pouco viáveis aos cupins.

A quantidade total de espécies considerando as três áreas (sete) foi menor do que a que Reis e Canello, (2007) encontraram em Mata primária e secundária em Ilhéus (37) utilizando a metodologia de busca ativa (amostragem quantitativa, também utilizada no presente trabalho), registrando 25 espécies, além de amostragem seletiva (qualitativa), que registrou 41 espécies. Dentre os gêneros registrados naquela ocasião, *Velocitermes* e *Diversitermes* não haviam sido coletados por busca ativa, mas apenas por amostragem seletiva, sendo agora registrados neste trabalho por esta metodologia. Isto pode sugerir que estes dois gêneros de cupins podem estar associados ao cacau.

Além disso, Reis & Canello (2007) chamam a atenção para os horários das coletas por cupins, pois em levantamento de termitofauna em fragmento de Mata Atlântica constatou-se a ausência de registro de espécies ceifadoras, que forrageiam ao anoitecer e à noite.

Tabela 1 - Número de registros de espécies de cupins coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total pelo protocolo de busca ativa.

Espécies	Área 01	Área 02	Área 03
Termitidae			
- Termitinae			
<i>Amitermes</i> sp. 1	2	0	0
- Apicotermitinae			
<i>Anoplotermes</i> sp. 1	1	6	7
- Nasutitermitinae			
<i>Diversitermes</i> sp. 1	2	0	2
<i>Nasutitermes</i> sp. 1	0	5	7
<i>Nasutitermes</i> sp. 2	2	5	4
<i>Nasutitermes</i> sp. 3	0	1	0
<i>Velocitermes</i> sp. 1	4	5	1
TOTAL DE ESPÉCIES	5	5	5

3. 2 - Formigas

Foram coletadas 112 espécies de 43 gêneros de formigas pertencentes a oito subfamílias, sendo que Myrmicinae, a mais diversificada subfamília de formigas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), contribuiu com a maior parte das espécies (69) e gêneros (24) de formigas coletados, seguida por Formicinae (quatro gêneros e 13 espécies), concordando com vários estudos, que demonstram que a subfamília Myrmicinae é caracteristicamente mais numerosa em serrapilheira do que Formicinae e Dolichoderinae (SILVA & SILVESTRE, 2000, 2004), como mostram os dados apresentados na Tabela 2.

Os gêneros mais ricos em espécie foram *Pheidole* (17), *Strumigenys* (10) e *Nylanderia* (oito).

No caso de *Pheidole*, este costuma ser um dos gêneros mais frequentes nos registros de ocorrência, pois é um dos 10 gêneros mais ricos em número de espécies (BOLTON, 1995), sendo encontrada em todos os microhabitats, do solo à serrapilheira. Essa dominância se deve à grande eficiência no recrutamento e pelo seu comportamento agressivo em relação a seus competidores (WILSON, 2003).

Houve um total de 26 registros únicos de espécies de formigas amostradas na Área 01, 14 na Área 02 e 19 na Área 03, utilizando-se as duas metodologias (Winkler e Pitfall) e estas constituem espécies raras (SILVA & SILVESTRE, 2000), cuja alta incidência em inventário de fauna de solo em regiões neotropicais é comum nas

comunidades locais de formigas (OLSON, 1991). A ocorrência dessas espécies raras além da presença de espécies típicas de ambientes de floresta (a exemplo de *Hylomyrma sagax* presente nas Áreas 01 e 03) confirmam a relação das Áreas amostradas com as áreas em recuperação de Mata Atlântica do entorno do CEPEC (DELABIE *et al.*, 2007). A frequência relativamente grande de *Wasmannia auropunctata* mostra, no entanto que o impacto do cultivo e desse tipo de perturbação natural sobre a fauna nativa é relativamente maior nas Áreas 01 e 02 do que na Área 03 (que é uma área de cacau mais antiga), uma vez que frequências elevadas deste táxon demonstram normalmente perturbação antrópica do habitat (DELABIE, 1990).

Tabela 2 - Número de registros de espécies de formicídeos coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Winkler (W) e Pitfall (P).

Espécies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	W	P	W	P	W	P	W	P
Dolichoderinae								
<i>Azteca chartifex</i> Forel, 1896	2	4	2	2	0	0	0	2
<i>Azteca instabilis</i> (Fr. Smith, 1862)	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius, 1775)	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Olivier, 1792)	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i> (Fr. Smith, 1858)	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	1	12	1	11	0	0	0	1
<i>Linepithema</i> sp. 1	1	0	0	1	0	0	0	0
Dorylinae								
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	0	1	0	1	0	0	0	0
Ectatomminae								
<i>Gnamptogenys acuminata</i> Emery, 1896	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel, 1912)	7	5	5	1	0	0	2	4
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1883	1	0	0	0	0	0	1	0
Formicinae								
<i>Acropyga fuhrmanni</i> (Forel, 1914)	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	5	3	3	2	1	0	1	0
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868	4	2	2	2	2	0	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i> Mayr, 1862	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	20	11	10	2	0	0	10	9
<i>Nylanderia</i> sp. 1	5	2	3	2	2	0	0	0

Especies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	W	P	W	P	W	P	W	P
Formicinae								
<i>Nylanderia</i> sp. 2	55	15	47	8	7	5	1	2
<i>Nylanderia</i> sp. 3	1	2	1	2	0	0	0	0
<i>Nylanderia</i> sp. 4	37	0	0	0	30	0	7	0
<i>Nylanderia</i> sp. 5	6	1	0	1	5	0	1	0
<i>Nylanderia</i> sp. 6	5	7	3	0	0	0	2	7
<i>Nylanderia</i> sp. 7	0	1	0	1	0	0	0	0
Myrmicinae								
<i>Acanthognathus rudis</i> Brown & Kempf, 1969	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Apterostigma</i> sp. 1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Apterostigma</i> sp. 2	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	0	3	0	3	0	0	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i> (Forel, 1899)	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Carebara</i> sp. 1	6	1	6	0	0	0	0	1
<i>Carebarella bicolor</i> Emery, 1905	0	3	0	3	0	0	0	0
<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius, 1804)	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	2	1	0	0	0	0	2	1
<i>Crematogaster erecta</i> Mayr, 1866	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Crematogaster limata</i> Fr. Smith, 1858	3	1	3	1	0	0	0	0
<i>Crematogaster tenuicula</i> Forel, 1904	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cyphomyrmex peltatus</i> Kempf, 1968	3	1	3	1	0	0	0	0
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)	2	2	2	0	0	2	0	0
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	15	2	8	1	4	0	3	1
<i>Eurhopalothrix</i> sp.	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery, 1894)	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Hylomyrma sagax</i> Kempf, 1973	4	1	1	0	0	0	3	1
<i>Megalomyrmex</i> sp.	6	0	1	0	5	0	0	0
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1852)	4	3	0	2	2	1	2	0
<i>Mycocepurus smithii</i> Forel, 1893	33	22	11	2	12	5	10	15
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Octostruma balzani</i> (Emery, 1894)	14	0	4	0	7	0	3	0
<i>Octostruma iheringi</i> (Emery, 1888)	7	0	4	0	3	0	0	0
<i>Octostruma rugifera</i> (Mayr, 1887)	5	0	0	0	2	0	3	0
<i>Octostruma stenognatha</i> Brown & Kempf, 1960	29	0	24	0	1	0	4	0
<i>Pheidole</i> Complejo <i>Flavens</i> sp. 4	32	14	9	9	19	4	4	1
<i>Pheidole</i> Complejo <i>Flavens</i> sp. 5	3	1	3	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> Complejo <i>Flavens</i> sp. 7	10	5	5	4	5	1	0	0
<i>Pheidole fimbriata</i> Roger, 1863	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> grupo <i>Diligens</i> sp. 1	1	30	1	20	0	7	0	3

Espécies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	W	P	W	P	W	P	W	P
Myrmicinae								
<i>Pheidole</i> grupo <i>Diligens</i> sp. 10	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> grupo <i>Diligens</i> sp. 11	1	2	1	2	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> grupo <i>Diligens</i> sp. 8	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> grupo <i>Fallax</i> sp. 2	0	13	0	9	0	1	0	3
<i>Pheidole</i> grupo <i>Fallax</i> sp. 3	7	23	2	6	1	0	4	17
<i>Pheidole</i> grupo <i>Fallax</i> sp. 9	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> grupo <i>Tristis</i> sp. 12	7	5	2	0	2	2	3	3
<i>Pheidole</i> grupo <i>Tristis</i> sp. 13	0	10	0	0	0	10	0	0
<i>Pheidole</i> grupo <i>Tristis</i> sp. 6	0	2	0	0	0	1	0	1
<i>Pheidole midas</i> Wilson & Brown, sd	28	7	13	6	11	1	4	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	12	21	7	13	4	1	1	7
<i>Pheidole transversostriata</i> Mayr, 1887	15	0	10	0	5	0	0	0
<i>Rogeria ciliosa</i> Kugler, 1994	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Rogeria foreli</i> Emery, 1894	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Rogeria germaini</i> Emery, 1894	10	0	0	0	10	0	0	0
<i>Rogeria subarmata</i> (Kempf, 1961)	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sericomyrmex</i> sp. 1	7	14	5	10	0	2	2	2
<i>Sericomyrmex</i> sp. 2	6	4	6	4	0	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	9	18	2	6	7	12	0	0
<i>Solenopsis</i> sp. 1	88	38	38	9	38	7	12	22
<i>Solenopsis</i> sp. 2	56	11	21	6	24	4	11	1
<i>Solenopsis</i> sp. 3	15	0	5	0	8	0	2	0
<i>Solenopsis</i> sp. 4	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Stegomyrmex olindae</i> Feitosa, Brandão & Diniz, 2008	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Strumigenys appretiata</i> (Borgmeier, 1954)	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Strumigenys borgmeieri</i> Brown, 1954	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887	70	7	41	7	20	0	9	0
<i>Strumigenys diabola</i> Bolton, 2000	4	1	0	1	4	0	0	0
<i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863	12	0	2	0	8	0	2	0
<i>Strumigenys quadrua</i> Bolton, 2000	2	0	1	0	0	0	1	0
<i>Strumigenys rugithorax</i> (Kempf, 1959)	3	0	3	0	0	0	0	0
<i>Strumigenys saliens</i> Mayr, 1887	11	0	0	0	11	0	0	0
<i>Strumigenys</i> sp. 1	3	0	1	0	2	0	0	0
<i>Strumigenys subdentata</i> Mayr, 1887	30	0	19	0	11	0	0	0
<i>Trachymyrmex relictus</i> Borgmeier, 1934	4	0	4	0	0	0	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	0	1	0	0	0	1	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	66	28	34	19	28	8	4	1
<i>Wasmannia rochai</i> Forel, 1912	2	0	2	0	0	0	0	0

Espécies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	W	P	W	P	W	P	W	P
Ponerinae								
<i>Anochetus simoni</i> Emery, 1890	2	0	1	0	0	0	1	0
<i>Hypoponera</i> sp. 1	30	4	1	1	26	0	3	3
<i>Hypoponera</i> sp. 2	2	1	0	0	2	1	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 3	15	1	9	0	4	1	2	0
<i>Hypoponera</i> sp. 4	5	0	1	0	2	0	2	0
<i>Thaumatomyrmex mutilatus</i> Mayr, 1887	7	0	4	0	0	0	3	0
<i>Thaumatomyrmex</i> sp. 1	5	0	4	0	1	0	0	0
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	21	26	6	11	12	7	3	8
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	28	19	13	5	7	0	8	14
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	0	4	0	1	0	1	0	2
<i>Neoponera bucki</i> (Borgmeier, 1927)	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Neoponera concava</i> (F. Smith, 1858)	4	4	4	4	0	0	0	0
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1883)	1	5	1	4	0	0	0	1
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	0	12	0	5	0	0	0	7
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	6	11	2	1	5	1	2	1
<i>Neoponera villosa</i> (Fabricius, 1804)	0	1	0	0	0	1	0	0
Proceratiinae								
<i>Discothyrea sexarticulata</i> Borgmeier, 1954	1	0	0	0	1	0	0	0
Pseudomyrmecinae								
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	2	0	2	0	0	0	0	0
TOTAL DE ESPÉCIES	91	70	68	52	49	26	42	35

Para as formigas, segundo cada metodologia, em cada área coletada, de acordo com as curvas de acumulação utilizando-se Winkler eram estimadas 69 espécies na Área 01, 50 na Área 02 e 42 na Área 03 (Figura 6) e utilizando-se Pitfall eram esperadas na Área 01, 52 espécies, na Área 02, 26 e na Área 03, 35 (Figura 7).

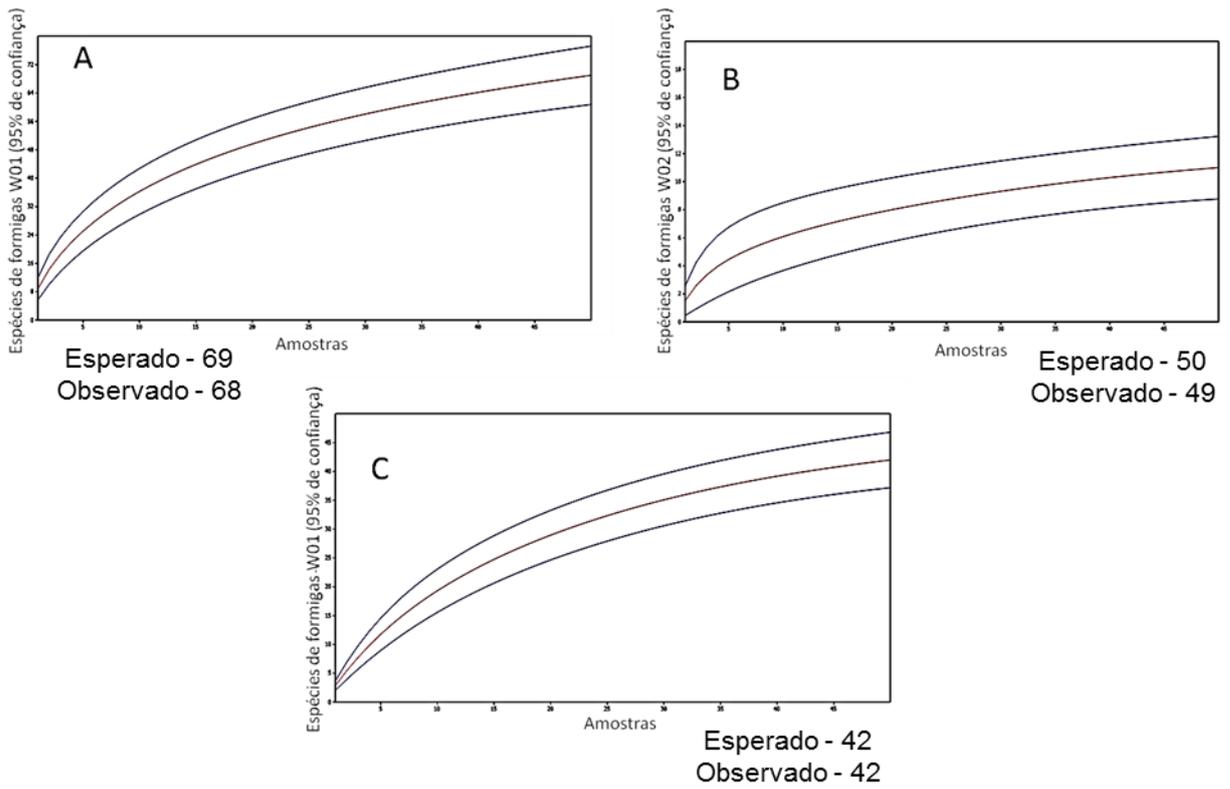


Figura 6 - Curvas de acumulação de espécies de formigas coletadas por Winkler utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).

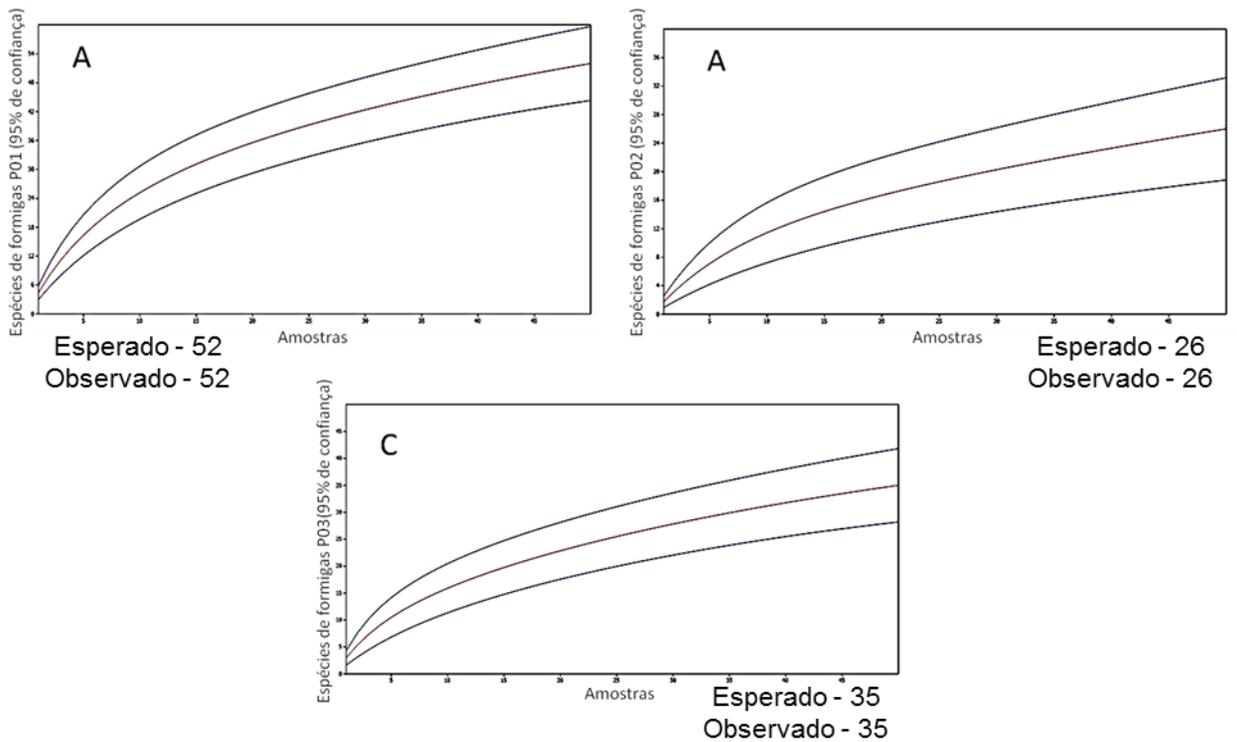


Figura 7 - Curvas de acumulação de espécies de formigas coletadas por Pitfall utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).

Após consultar a lista das espécies da coleção do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC/CEPEC, constatou-se que não houve registros de espécies novas em relação às que já haviam sido encontradas na região de Ilhéus até o momento.

Comparando os resultados deste estudo referentes à subfamília Ponerinae com 16 espécies registradas, observou-se uma diferença em relação ao estudo realizado por Delabie *et al.*, (2000) em que foram amostradas 106 espécies de formigas em um cacaual no qual não era utilizado agrotóxico há cerca de 30 anos e a subfamília Ponerinae teve 26 espécies amostradas. Apesar de ambos os estudos terem sido realizados no CEPEC, as áreas amostradas foram diferentes. A diferença na quantidade de espécies da subfamília Ponerinae entre os dois estudos pode supor um decréscimo na quantidade de espécies deste grupo pelo uso de agrotóxicos ou ainda, que exista uma recolonização gradual por espécies deste grupo em cacauais nos quais o manejo ou o uso de agrotóxicos é suspenso, visto que algumas dessas espécies estão associadas a áreas mais bem preservadas (DELABIE *et al.*, 2007).

Comparando-se os índices de diversidade de Shannon obtidos para a metodologia de Winkler nas três Áreas por meio de um teste *t* modificado, observou-se diferença significativa ($p(\text{same}) < 0.05$) apenas entre a Área 02 e Área 03 (Tabela 3). Isto provavelmente se deve pelo fato da Área 03 estar mais próxima ao arboreto e ter apresentando espécies comuns a áreas mais bem preservadas, além de ter tido maior variação em relação às coletas utilizando esta metodologia nas demais Áreas.

Tabela 3 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para a metodologia de Winkler (W) nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste *t* modificado.

W01		W02		W01		W03		W02		W03	
H:	42.341	H:	3.912	H:	42.341	H:	37.377	H:	3.912	H:	37.377
Variance:	0.0071414	Variance:	0.0098	Variance:	0.0071414	Variance:	0.011621	Variance:	0.0098	Variance:	0.011621
t:			24.745	t:			36.242	t:			11.913
df:			107.9	df:			89.017	df:			89.338
p(same):			0.014898	p(same):			0.00048199	p(same):			0.23671

Comparando os resultados obtidos na metodologia de pitfall de todas as Áreas entre si utilizando-se a mesma análise, verificou-se que em todos os casos houve diferença significativa (Tabela 4), mostrando que a comunidade de formigas amostradas pelos pitfall nas três Áreas foi mais homogênea.

Tabela 4 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para a metodologia de pitfall (P) nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste *t* modificado.

P01		P02		P01		P03		P02		P03	
H:	39.512	H:	29.924	H:	39.512	H:	35.553	H:	29.924	H:	35.553
Variance:	0.0094305	Variance:	0.035543	Variance:	0.0094305	Variance:	0.013878	Variance:	0.035543	Variance:	0.013878
t:		45.214	t:		25.932	t:		-25.323			
df:		50.575	df:		75.32	df:		55.782			
p(same):		3.73E-01	p(same):		0.01142	p(same):		0.014175			

Por fim, comparando-se os índices da metodologia de Winkler com os da metodologia de pitfall de cada Área não foi encontrada diferença significativa apenas entre Winkler na Área 02 e Pitfall da Área 01; Winkler 03 e pitfall da Área 01 e entre Winkler 03 e pitfall 03 (Tabela 5). Este resultado mostra que ocorre certa homogeneidade na comunidade de formigas entre as Áreas, visto que o pitfall amostra uma comunidade de formigas distinta da comunidade amostrada pelos winkler, e apesar disso, apenas a Área 03 resultou em diferença significativa comparando-se as duas metodologias.

Tabela 5 - Comparação dos Índices de diversidade de Shannon obtidos para as duas metodologias (Winkler - W e pitfall - P) entre si e nas três Áreas (01 a 03) por meio de um teste *t* modificado.

W01		P01		W01		P02		W01		P03	
H:	42.341	H:	39.512	H:	42.341	H:	29.924	H:	42.341	H:	35.553
Variance:	0.0071414	Variance:	0.0094305	Variance:	0.0071414	Variance:	0.035543	Variance:	0.0071414	Variance:	0.013878
t:	21.973		t:	60.101		t:	46.818				
df:	112.12		df:	46.691		df:	70.782				
p(same):	0.030055		p(same):	2,66E-03		p(same):	1,33E-01				
W02		P01		W02		P02		W02		P03	
H:	3.912	H:	39.512	H:	3.912	H:	29.924	H:	3.912	H:	35.553
Variance:	0.0098	Variance:	0.0094305	Variance:	0.0098	Variance:	0.035543	Variance:	0.0098	Variance:	0.013878
t:	-0.28283		t:	43.187		t:	2.318				
df:	101.85		df:	51.14		df:	75.523				
p(same):	0.77788		p(same):	7,23E-01		p(same):	0.023162				
W03		P01		W03		P02		W03		P03	
H:	37.377	H:	39.512	H:	37.377	H:	29.924	H:	37.377	H:	35.553
Variance:	0.011621	Variance:	0.0094305	Variance:	0.011621	Variance:	0.035543	Variance:	0.011621	Variance:	0.013878
t:	-1.472		t:	34.317		t:	11.418				
df:	89.97		df:	53.605		df:	74.58				
p(same):	0.14451		p(same):	0.0011628		p(same):	0.2572				

A análise fatorial utilizando Varimax (máxima variância) como método de rotação e como método de extração de componentes principais para observar a relação de ocorrência de espécies de formigas de cada gênero para as coletas com Winkler resultou em dois grandes grupos: O fator 1 (Factor 1) está relacionado com os gêneros em que ocorrem maior quantidade de espécies. Portanto, quando são encontrados tais gêneros, ocorre uma proporção maior das espécies pertencentes a estes compondo a mirmecofauna de uma área.

Por sua vez, o fator 2 (Factor 2) está relacionado a gêneros com uma menor quantidade de espécies, mas que se apresentam normalmente juntas na comunidade de formigas desta área (Figura 8).

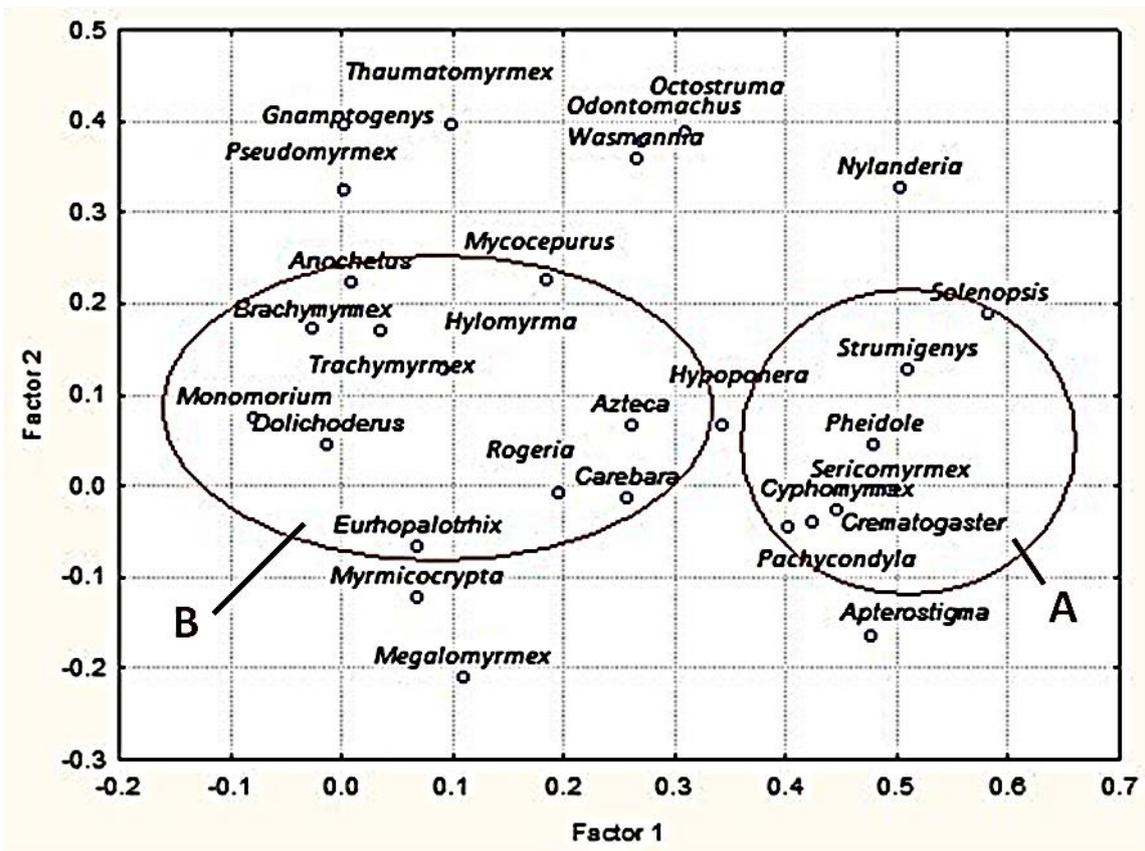


Figura 8 - Análise fatorial mostrando a formação de um grupo com gêneros que possuem espécies numerosas (A) e um grupo de gêneros com menos espécies mantendo uma proporção constante em sua distribuição na comunidade (B).

3.3 – Vespas e abelhas

Foram coletadas espécies de oito gêneros de vespas, sendo *Agelaia* e *Polybia* os mais diversificados, com cinco e oito espécies, respectivamente, conforme pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6 - Número de registros de espécies de vespas sociais coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Malaise (M) e busca ativa com rede - Puçá (R).

Espécies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	M	R	M	R	M	R	M	R
AGELAIA								
<i>Agelaia cajennensis</i> (Fabricius, 1798)	5	7	1	3	0	4	0	0
<i>Agelaia myrmecophila</i> (Ducke, 1905)	1	5	1	3	0	2	0	0
<i>Agelaia angulata</i> (Fabricius, 1804)	2	3	2	1	0	2	0	0
<i>Agelaia</i> sp. 1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Agelaia</i> sp. 2	2	0	1	0	1	0	0	0
ANGIOPOLYBIA								
<i>Angiopolybia pallens</i> (Lepeletier, 1836)	5	49	2	17	0	8	3	24
<i>Angiopolybia zischkai</i> Richards, 1978	1	0	1	0	0	0	0	0
BRACHYGASTRA								
<i>Brachygastra</i> sp.	1	0	0	0	1	0	0	0
METAPOLYBIA								
<i>Metapolybia</i> sp.	0	1	0	1	0	0	0	0
MISCHOCYTTARUS								
<i>Mischocyttarus</i> sp. 1	0	4	0	3	0	1	0	0
<i>Mischocyttarus</i> sp. 2	0	5	0	3	0	2	0	0
PARACHARTERGUS								
<i>Parachartergus</i> sp.	0	2	0	0	0	0	0	2
POLISTES								
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	0	3	0	2	0	1	0	0
POLYBIA								
<i>Polybia</i> sp. 1	2	4	2	2	0	2	0	0
<i>Polybia</i> sp. 2	0	3	1	0	2	0	0	0
<i>Polybia (Synoecoides)</i> sp.	0	2	0	1	0	1	0	0
<i>Polybia bistriata</i> (Fabricius, 1804)	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Polybia catillifex</i> Moebius, 1856	0	15	0	2	0	11	0	2
<i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Polybia platycephala sylvestris</i> Richards, 1978	0	2	0	0	0	2	0	0
<i>Polybia rejecta</i> (Fabricius, 1798)	24	52	12	13	9	23	3	16
TOTAL DE ESPÉCIES	12	16	11	13	5	12	2	4

Nas três áreas de cacau comercial em estudo, foram encontradas um total de 21 espécies de vespas sociais, um número parecido com o encontrado em inventário de vespídeos sociais em área de Mata Atlântica por Marques *et al.* (1993) *apud* Silva & Silveira (2009), levando a supor que isto se deve à proximidade das áreas de estudo em relação a áreas de Mata Atlântica remanescentes ou em recuperação na região.

Outra possível explicação seria supor que ocorre uma limitação da capacidade de suporte da Mata Atlântica (bioma no qual se encontram as áreas de estudo) a estas quantidades de espécies de vespas sociais.

Assim como Silva & Silveira (2009), as armadilhas de Malaise obtiveram menor quantidade de registros de vespas sociais, (46 registros de 12 espécies) enquanto a busca ativa obteve 158 registros (16 espécies no total).

Cinco espécies de vespas foram registradas exclusivamente nessas armadilhas: *Agelaia* sp. 2, *Angiopolybia zischkai*, *Brachygastra* sp., *Polybia bistriata* e *Polybia occidentalis*, todas com apenas um único registro, exceto *Agelaia* sp. 2, com dois registros em Malaise.

Em estudo conduzido em região de Mata Atlântica nos municípios de Ilhéus, Una e Uruçuca, Santos, (2000), amostrou 26 espécies de vespas sociais por meio de busca ativa por ninhos. Comparando seus resultados com os do presente trabalho, chama a atenção a grande quantidade de colônias das espécies *Polybia occidentalis* (23 registros) e *Polystes versicolor* (66 registros), pois estas também foram encontradas no cacaual, mas tiveram poucos registros, podendo ao menos no caso de *P. occidentalis*, estar associada a regiões mais bem preservadas.

Na Figura 9, de acordo com a curva de acumulação utilizando-se busca ativa (varredura) na Área 01, o número esperado de espécies de vespas eusociais era 12, na Área 02, 11 e na Área 03, 11.

Na Figura 10, a curva de acumulação para as armadilhas de Malaise estima que na Área 01 eram esperadas 17 espécies e na Área 02, 12 espécies. Não há curva para a Área 03 porque, nesta metodologia apenas duas espécies foram coletadas e por tanto, não há medida de variação perdendo-se desvio padrão, impossibilitando gerar dados confiáveis por meio deste tipo de análise.

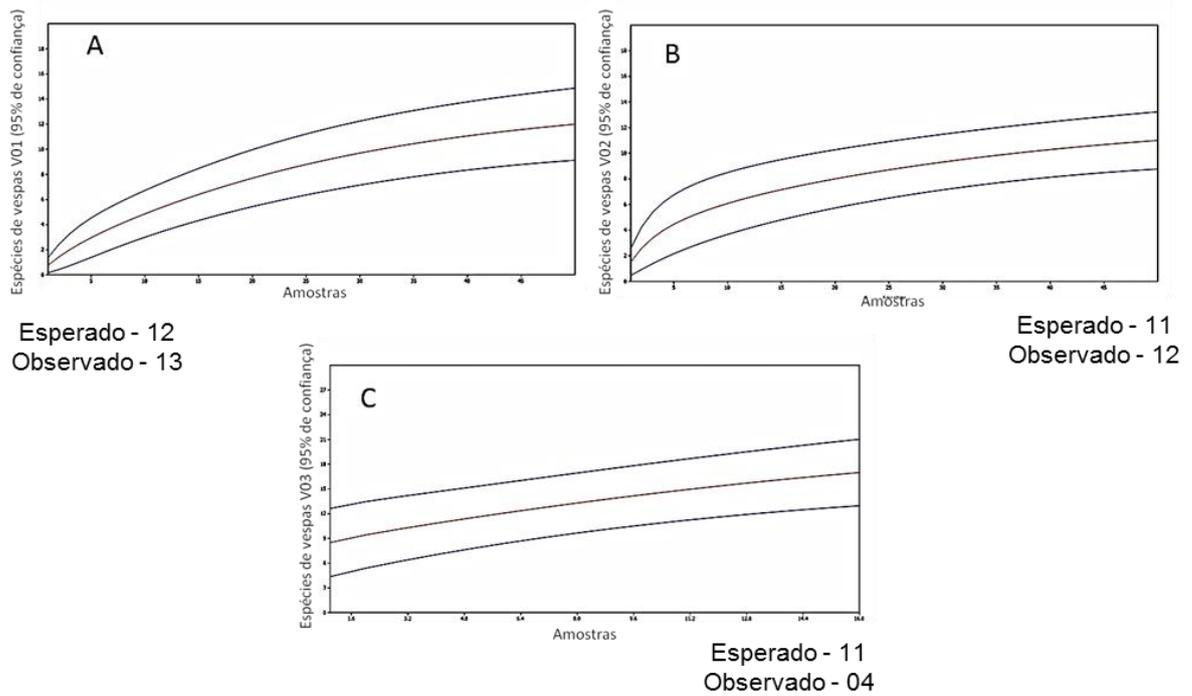


Figura 9 - Curvas de acumulação de espécies de vespas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).

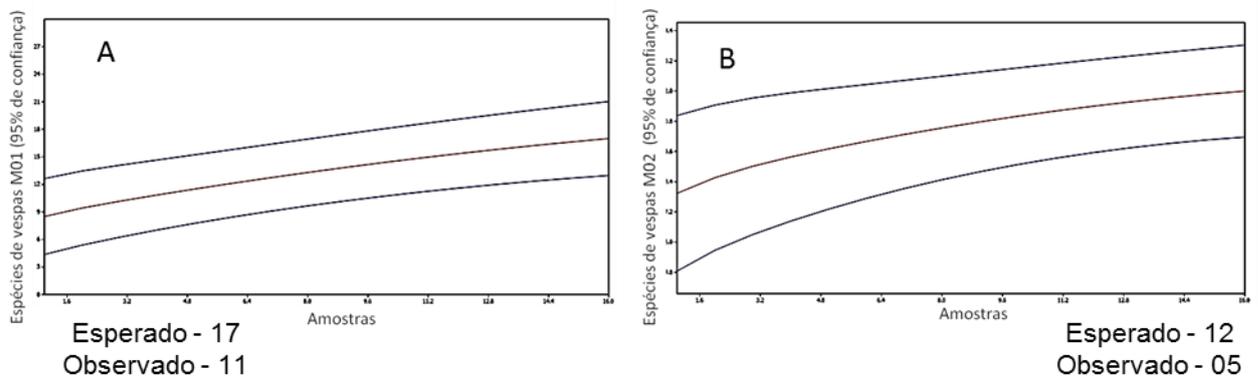


Figura 10 - Curvas de acumulação de espécies de vespas eusociais coletadas por Malaise utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para duas das três Áreas de estudo (A - Área 01, B - Área 02).

Durante a busca ativa algumas espécies de vespas foram vistas sobrevoando próximas à altura do solo, por vezes pousando na serrapilheira (Figura 11 - A), em plantas de porte herbáceo em meio ao cacau ou ainda, sobre alguma folha do cacau. Durante estes pousos, foi possível perceber que algumas delas apresentavam o comportamento de raspar com suas mandíbulas a superfície das folhas das plantas

em que pousavam (Figura 11 - B e Figura 12), que se deve à necessidade de coleta de material celulósico para construção e reparo dos ninhos (WENZEL, 1991). Desse modo, não o cacau, mas sim a serrapilheira que se forma em meio ao cacau, constitui um recurso para as vespas sociais das imediações, que usam o material celulósico proveniente das folhas secas para auxiliar na manutenção e construção de seus ninhos.

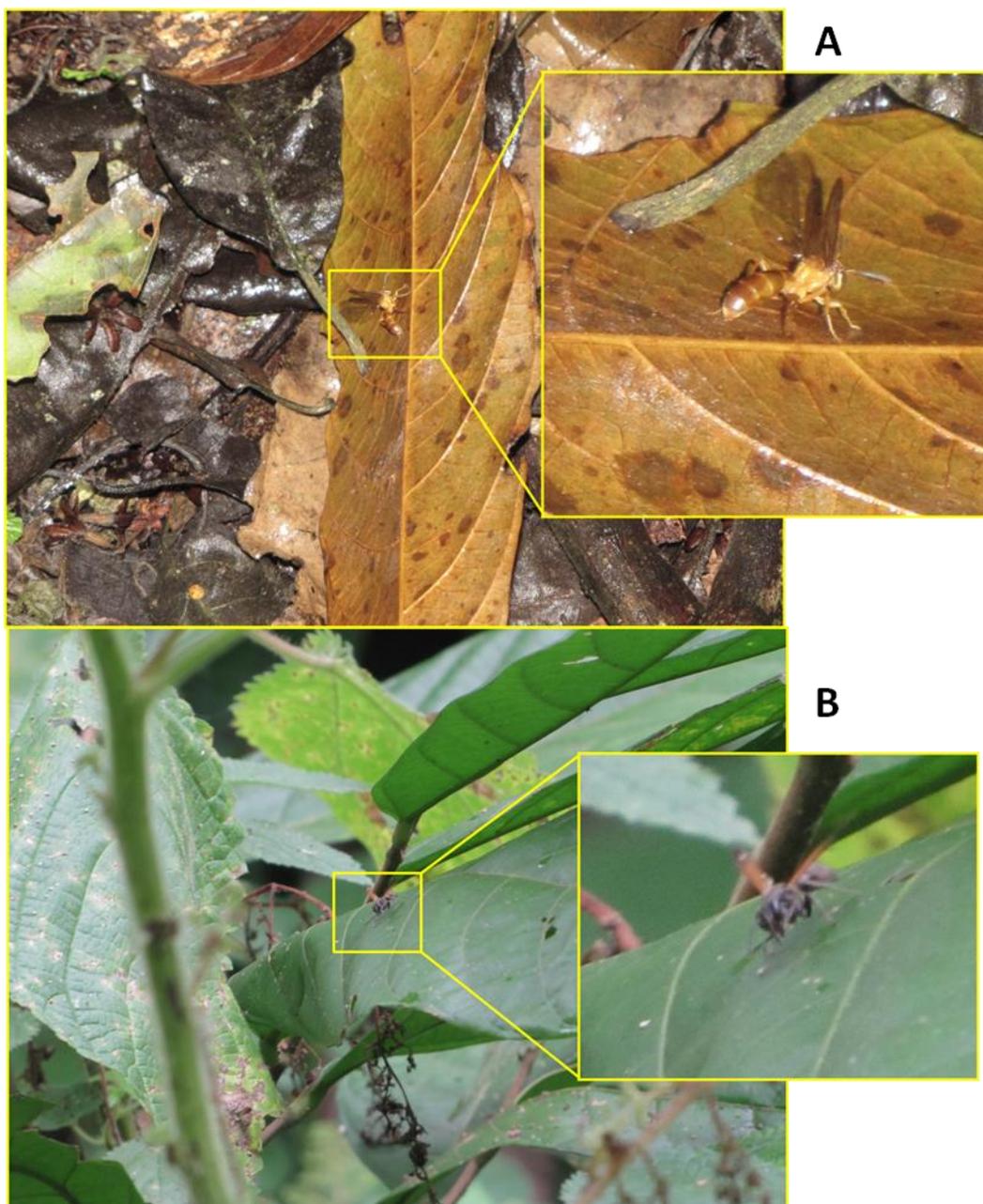


Figura 11 - *Angiopolybia pallens* pousada em serrapilheira (A) e *Polybia rejecta* pousada em planta no meio do cacau (B) e raspa sua folha com as mandíbulas na Área 03.

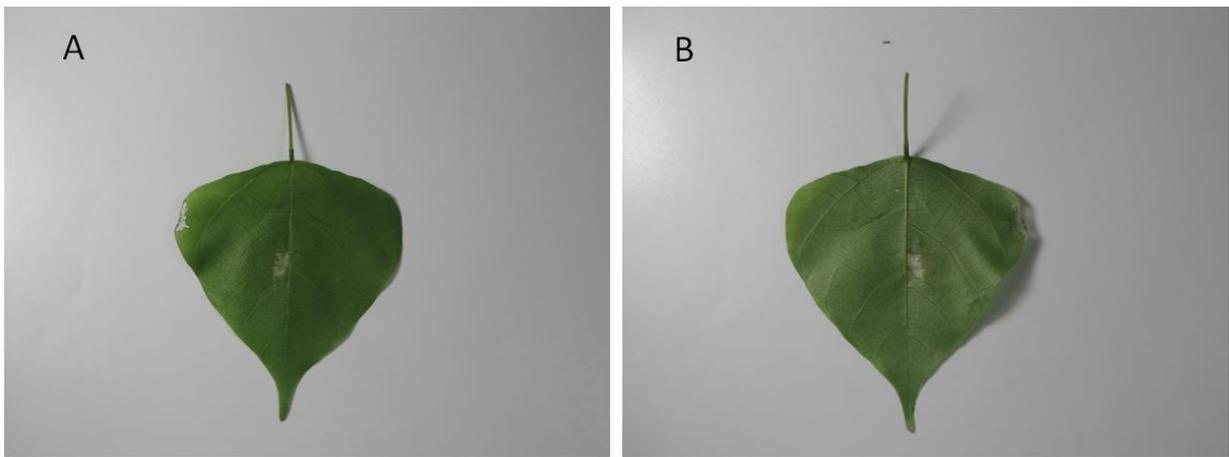


Figura 12 - Folha de planta não identificada encontrada normalmente em meio ao cacaual que teve sua superfície raspada por vespas. Um indivíduo de *Polybia rejecta* foi coletado raspando sua face adaxial. A – face adaxial e B – face abaxial.

Quanto às abelhas eusociais, foram registradas 15 espécies de 11 gêneros com destaque para *Plebeia* e *Trigona*, com três espécies cada (Tabela 7).

O resultado, quando se considera a quantidade total de espécies coletadas nas três Áreas, difere daquele encontrado por Gonçalves & Brandão, (2008), que realizaram levantamento da fauna de abelhas em um gradiente de Mata Atlântica utilizando varredura e armadilhas de Malaise, além de Moericke, e no trecho de Ilhéus – BA, coletaram sete espécies de abelhas eusociais, sendo seis delas pertencentes à tribo Meliponini, o grupo de abelhas sociais mais diversificado do Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). O resultado deles sugeriu que a metodologia poderia não ter sido suficiente e os autores chamam a atenção para outros fatores além da latitude que podem influenciar na composição da melissofauna.

Outro fator que pode ter favorecido a coleta desta quantidade superior de abelhas eusociais no cacaual é o fato de o acesso às Áreas amostradas ser menos complicado do que seria em uma região de mata densa.

Porém, se considerando individualmente cada Área, a quantidade de espécies coletadas (13 na Área 01, oito na Área 02 e oito na Área 03), percebe-se que o número de espécies nos cacauais, foi parecido com os resultados encontrados por Gonçalves & Brandão, (2008) em Mata Atlântica no trecho de Ilhéus.

Novamente, pensa-se na proximidade em relação a áreas de Mata atlântica ou na capacidade de suporte do bioma no qual encontram-se as Áreas de estudo.

Tabela 7 - Número de registros de espécies de abelhas sociais coletadas nas três áreas experimentais de plantio de cacau derruba total segundo duas metodologias diferentes – Malaise (M) e busca ativa com rede - Puçá (R).

Espécies	Total		Área 01		Área 02		Área 03	
	M	R	M	R	M	R	M	R
Apis								
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	1	7	1	2	0	4	0	1
Frieseomelita								
<i>Frieseomelita dispar</i> (Moure, 1950)	0	2	0	0	0	2	0	0
Leurotrigona								
<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)	0	2	0	2	0	0	0	0
Melipona								
<i>Melipona (Michmelia) mondury</i> Smith, 1863	1	0	1	0	0	0	0	0
Oxytrigona								
<i>Oxytrigona</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0
Paratrigona								
<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	10	5	10	5	0	0	0	0
Partamona								
<i>Partamona</i> conf. <i>nhambiquara</i> Pedro & Camargo, 2003	6	2	4	0	2	0	0	2
Plebeia								
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	1	9	1	8	0	0	0	1
<i>Plebeia</i> sp. 1	2	3	2	0	0	0	0	3
<i>Plebeia</i> sp. 2	1	7	1	5	0	0	0	2
Scaptotrigona								
<i>Scaptotrigona</i> sp. 1	2	0	2	0	0	0	0	0
Tetragonisca								
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	1	11	1	3	0	8	0	0
Trigona								
<i>Trigona braueri</i> Friese, 1900	3	21	3	3	0	17	0	1
<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	0	6	0	5	0	0	0	1
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	0	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL DE ESPÉCIES	11	12	11	8	1	4	0	8

Dentre as espécies coletadas, apenas três foram capturadas exclusivamente pelas armadilhas de Malaise, sendo estas, *Melipona (Michmelia) mondury*, *Oxytrigona* sp. e *Scaptotrigona* sp. 1. Por sua vez, *Frieseomelita dispar*, *Leurotrigona muelleri*, *Trigona hyalinata* e *T. spinipes* foram registradas exclusivamente durante busca ativa com rede. As demais foram registradas nas duas metodologias.

Uma maior quantidade de registros se deu para a busca ativa com rede (76 ocorrências – 12 espécies), enquanto que as Malaises obtiveram apenas 29

ocorrências (também com 12 espécies). A comunidade de espécies registradas foi igual em número para ambas as metodologias, mas diferiu quanto às espécies.

Apesar de ser vistas em campo algumas poucas vezes, espécimes de *Apis mellifera* foram coletadas apenas em último caso durante a busca ativa, pois a prioridade foi dada às Meliponini e às vespas sociais, visto que a existência de um apiário na CEPLAC nas proximidades das áreas em estudo era de conhecimento prévio e a conhecida resistência e capacidade de adaptação da espécie exótica leva a crer que seria encontrada nas áreas de estudo, como de fato ocorreu. Por sua vez, dentre as espécies de abelhas que sabe-se que são criadas experimentalmente para melhoramento comercial no meliponário (*Melipona mondury*, *M. scutellaris*, *Tetragonisca angustula* e *Frieseomelita dispar*) as únicas espécies capturadas durante o estudo foram *T. angustula* (inclusive com dois ninhos localizados) e *M. mondury* (com um único registro em Malaise), deixando claro a fragilidade das Meliponini em relação às alterações do ambiente e uma maior adaptabilidade de *T. angustula*, que é considerada uma espécie rústica e adaptável, podendo ser encontrada em áreas urbanas (NOGUEIRA – NETO, 1997).

As curvas de acumulação referentes à metodologia em cada Área estimaram a quantidade de espécies de abelhas eusociais que eram esperadas para cada uma delas. Na Figura 13, de acordo com a curva de acumulação utilizando-se busca ativa (varredura) na Área 01, o número esperado de espécies de abelhas eusociais era 19, na Área 02, 14 e na Área 03, 18.

Quanto às coletas com armadilhas de Malaise, a curva de acumulação mostra que na Área 01 eram esperadas 21 espécies (Figura 14). Novamente os dados obtidos não foram suficientes para a construção das curvas para a Área 02, na qual apenas duas espécies foram coletadas e da Área 03, onde não foram registradas abelhas eusociais com esta metodologia. Isto pode ser explicado por esta ser a primeira Área das três a ficar escura devido à proximidade com o Arboreto da CEPLAC e suas árvores de grande a médio porte fazem sombra na Área cedo (por volta das hs 16:10), e como as abelhas eusociais forrageiam durante o dia, nesta Área haveria menor atividade destes insetos em meio ao cacau.

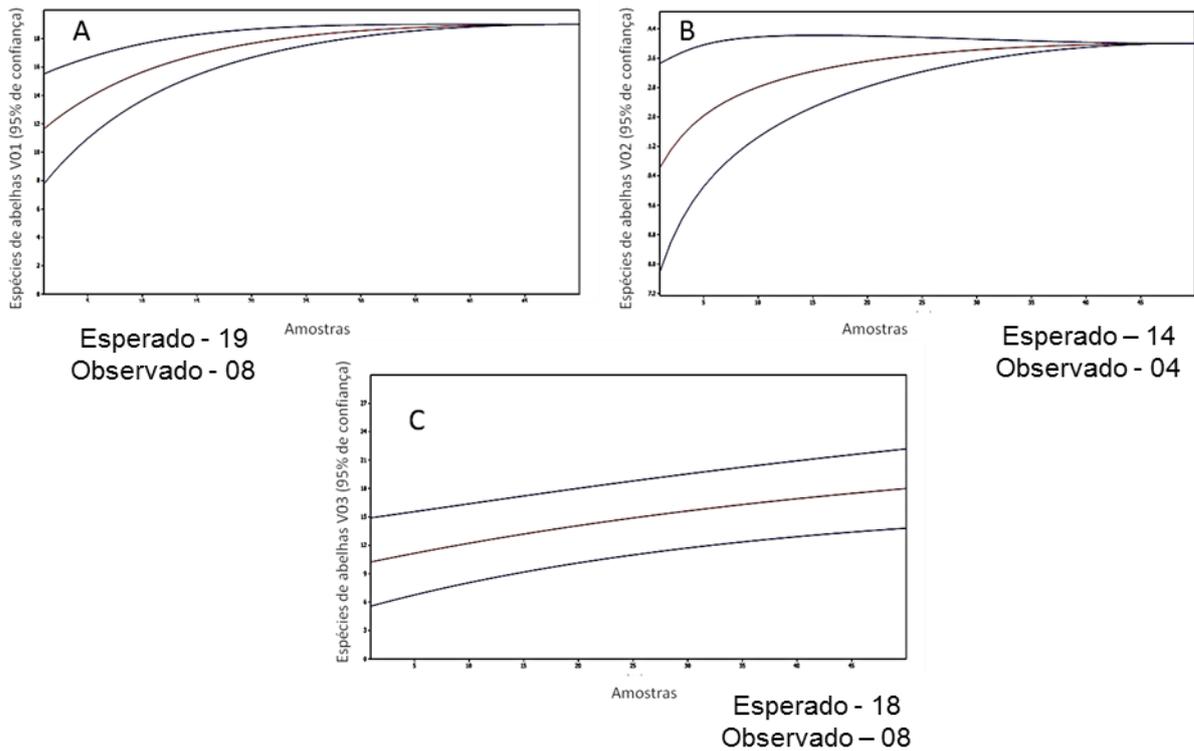


Figura 13 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para as três Áreas (A - Área 01, B - Área 02 e C - Área 03).

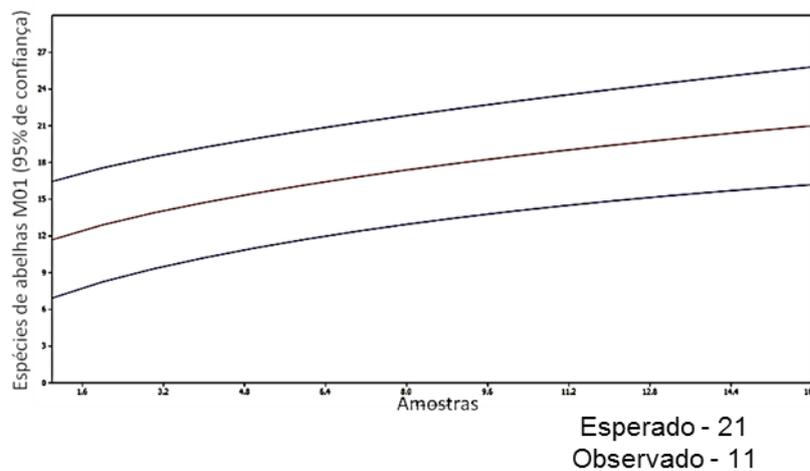


Figura 14 - Curva de acumulação de espécies de abelhas eusociais coletadas por Malaise utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança para a Área 01.

As abelhas eusociais encontradas não forrageiam no cacau, elas apenas pousam eventualmente em sua folhagem e utilizam outras espécies que ocorrem em

meio ao cacauaí como fonte de alimento. Oito foram as espécies de plantas nas quais foram coletadas abelhas forrageando (Figura 15). Por meio do quadro comparativo (Tabela 8) entre as espécies de abelhas capturadas forrageando e as plantas nas quais foram coletadas, pode-se sugerir que a grande quantidade de registros totais de *Trigona braueri* e de *Tetragonisca angustula* nas Áreas de estudo se deve à diversificação de espécies de plantas utilizadas por elas para a obtenção do seu alimento, pois todas as plantas coletadas ocorrem nas três Áreas estudadas.

Tabela 8 - Espécies de plantas utilizadas pelas espécies de abelhas eusociais coletadas nas Áreas de estudo.

Espécies vegetais visitadas		Abelhas visitantes
Família	Espécie	Espécie
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Trigona braueri</i> <i>Tetragonisca angustula</i>
	<i>Sonchus</i> sp.	<i>Trigona braueri</i> <i>Tetragonisca angustula</i>
		<i>Tetragonisca angustula</i>
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i> sp.	<i>Tetragonisca angustula</i>
CUCURBITACEAE	<i>Melothrya pendula</i> L.	<i>Frieseomelita díspar</i> <i>Partamona conf. Nhambiquara</i>
	<i>Momordica charantia</i> L.	<i>Trigona braueri</i>
LYRTHACEAE	<i>Cuphaea racemosa</i> (L.) Spr.	<i>Tetragonisca angustula</i>
URTICACEAE	<i>Urera caracasana</i> Griseb.	<i>Trigona braueri</i> <i>Trigona hyalinata</i>
AMARANTHACEAE/ ASTERACEAE?	Indefinida	<i>Trigona braueri</i>



Figura 15 - Plantas em que foram coletadas abelhas forrageando. A - *Sonchus oleraceus*; B - Amaranthaceae/Asteraceae? indefinida; C - *Sonchus* sp.; D - *Commelina* sp.; E - *Cuphaea racemosa*; F - *Melothrya pendula*; G - *Urera caracasana*; H - *Momordica charantia*.

As abelhas também foram avistadas explorando outros tipos recursos que não envolvem alimentação, como foi o caso de forrageiras de *Trigona hyalinata*, vistas coletando barro na Área 03 (Figura 16), indicando uma possível nidificação próxima a

este local, visto que este tipo de material é utilizado para a construção e reparo dos ninhos de espécies do gênero *Trigona* (NOGUEIRA-NETO, 1997).

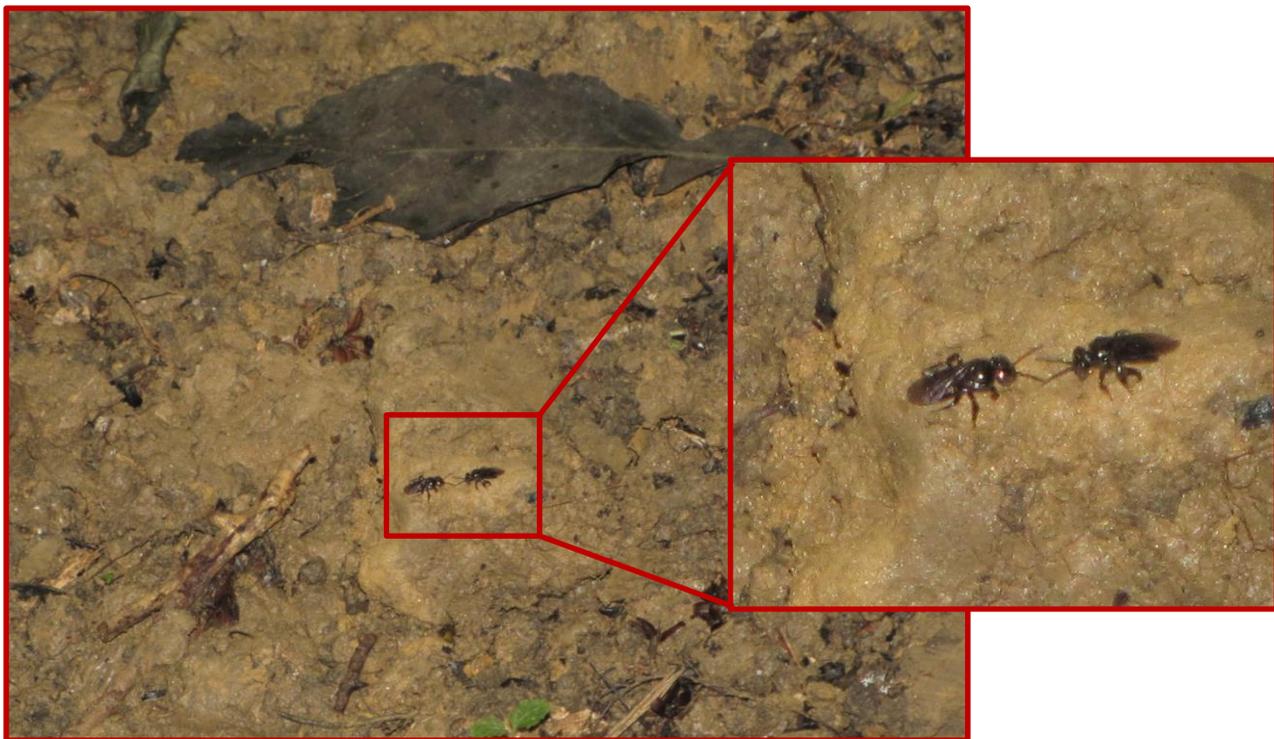


Figura 16 - Dois indivíduos de *Trigona hyalinata* coletando barro na Área 03.

A análise de toda a comunidade de abelhas e vespas eusociais coletadas durante o estudo por cada metodologia mostra que das 44 espécies estimadas foram coletadas 28 por meio da busca ativa (varredura), enquanto que, quando as coletas foram realizadas com as armadilhas de Malaise, das 40 espécies estimadas foram registradas 23 (Figura 17). O número baixo coletado além de indicar a necessidade do uso de mais de uma metodologia de coleta (aqui foram utilizadas duas metodologias).

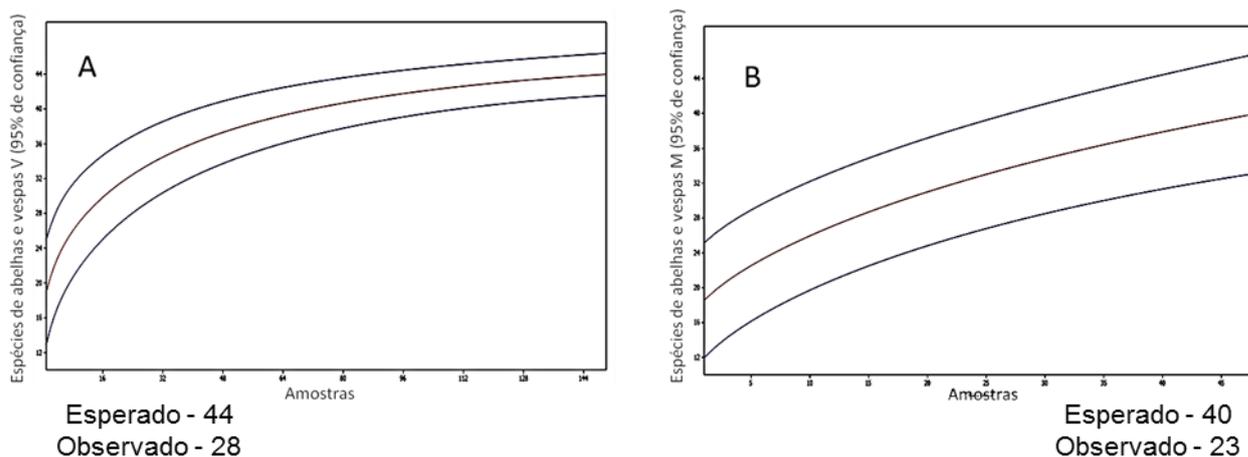


Figura 17 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas e vespas eusociais coletadas por busca ativa (varredura) – A e Malaise – B, utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança.

3. 4 - Comunidade de insetos eusociais

Algumas análises foram feitas considerando toda a comunidade de insetos eusociais coletada neste estudo, gerando uma curva de acumulação para todas as espécies utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de confiança e Jackknife 1. Segundo esta, houve uma estimativa de 191 espécies para Chao 1 e de 204 espécies para Jackknife 1 (Figura 18).

Na tabela abaixo, seguem os índices para cada metodologia obtidos pelo programa PAST.

Tabela 9 - Índices de todas as espécies coletadas durante o estudo utilizando - se todas as metodologias (V - varredura com puçá, M - Malaise, Q - busca ativa por cupins, W - Winkler e P - pitfall) nas três Áreas amostradas (indicadas pelos números 1, 2 e 3).

Índices	V1	V2	V3	M1	M2	M3	Q1	Q2	Q3	W1	W2	W3	P1	P2	P3
Taxa_S	21	14	12	19	6	2	5	5	5	69	50	42	52	26	35
Simpson_	0,95	0,92	0,91	0,94	0,83					0,98		0,97	0,98	0,91	0,97
1-D	24	86	67	74	33	0,5	0,8	0,8	0,8	55	0,98	62	08	83	14
Shannon_	3,04	2,63	2,48	2,94	1,79	0,69	1,60	1,60	1,60	4,23	3,91	3,73	3,95	2,99	3,55
H	5	9	5	4	2	31	9	9	9	4	2	8	1	2	5
Equitabilit														0,91	
y_J	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85	1
Chao 1	231	105	78	190	21	3	15	15	15	2415	1275	903	1378	326	630

É possível observar que a metodologia de Malaise da Área 03 juntamente com a busca ativa por todos os cupins apresentaram baixos índices de diversidade, pois registraram poucas espécies.

Ao contrário, todas as formigas tiveram alto índice de diversidade (acima de 3,5), o que já era esperado devido aos padrões de dispersão destes insetos, em que podem ser encontradas muitas espécies distribuídas em um espaço de poucos metros quadrados. Neste caso, o pitfall da Área 02 teve um índice menor, mostrando que esta metodologia amostrou uma diversidade particularmente menor nesta Área em relação às outras duas.

Para vespas e abelhas os índices tiveram de ser calculados juntos porque em separados, para abelhas da Malaise 3 (M3) e vespas das Malaise 3 (M3) e Varredura 3 (V3) além da Malaise 2 (M2) foram muito baixos. Desse modo, os índices da Varredura 1 (V1) e da Malaise (M1) mostram que a Área 01 apresentou um maior índice de diversidade para vespas e abelhas em relação às outras duas.

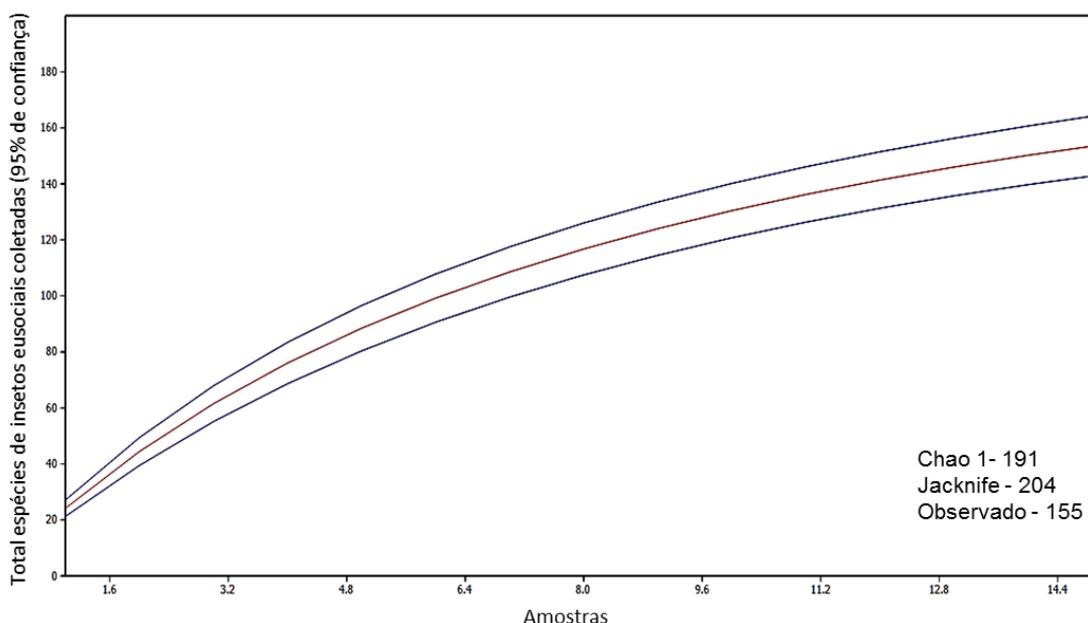


Figura 18 - Curva de acumulação de espécies de insetos eusociais coletadas utilizando-se Chao 1 como estimador com 95% de intervalo de confiança e Jackknife 1 nas três Áreas.

A análise de cluster feita para avaliar a similaridade na composição de espécies de insetos eusociais por metodologia (Figura 19) resultou na formação de dois grandes grupos: Formigas, subdividindo-se claramente para as duas metodologias

(Winkler e Pitfall) e abelhas e vespas, onde busca ativa (varredura) nas Áreas 01 e 02 foram mais parecidas entre si, o que pode ser explicado pela grande diversidade de abelhas e vespas coletadas por esta metodologia nas duas Áreas. A Malaise da Área 01 fica mais próxima do grupo formado por busca ativa das Áreas 01 e 02, provavelmente por ter tido uma grande quantidade de registros. Por sua vez, as Malaises das Áreas 03 e 02 ficam mais distantes, pois foram nestas que houve menor quantidade ou não houve registros para abelhas e vespas. Os cupins formam um grupo à parte, todos com poucos registros e a termitofauna da Área 01 mostra-se mais similar à da Área 03, possivelmente porque em ambas houve um número total de registros menor em relação à Área 03.

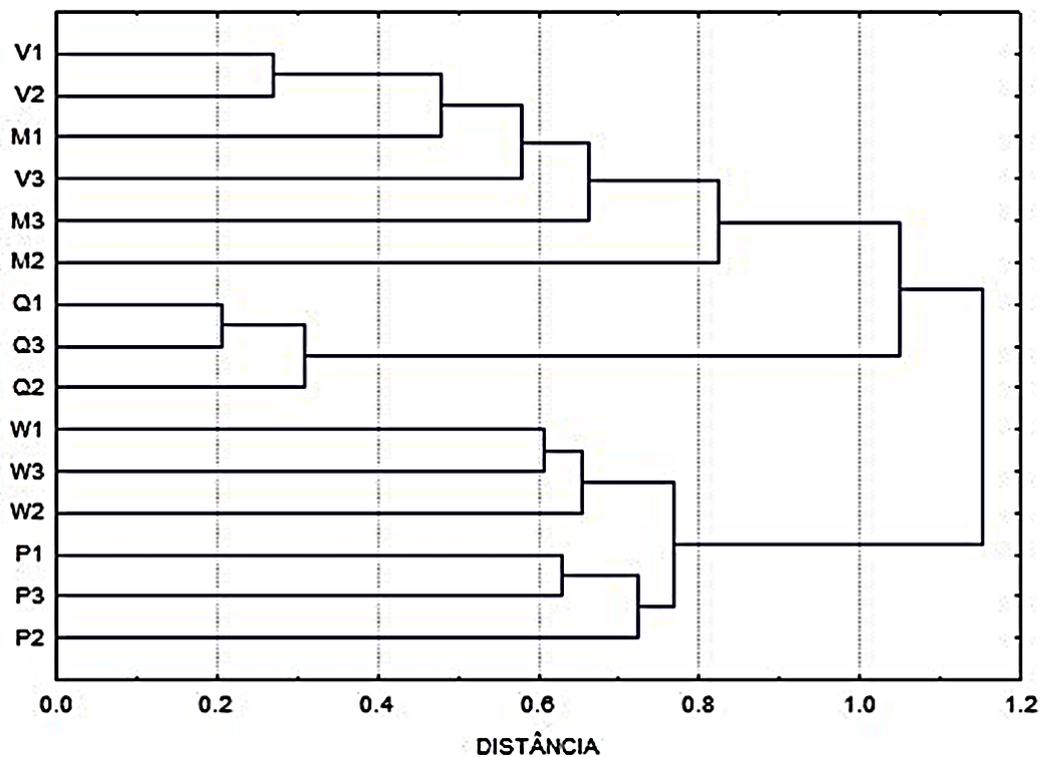


Figura 19 – Dendrograma da Análise de cluster para todas as metodologias utilizadas durante as coletas. V - busca ativa por vespas e abelhas (varredura com puçá); M - Malaise; Q - busca ativa por cupins; W - Winkler e P - Pitfall. Os números ao lado da cada sigla correspondem a cada uma das três Áreas de estudo.

A análise de cluster realizada para avaliar a similaridade na composição de toda a fauna de insetos eusociais amostrada (Figura 20) mostra a formação de dois grandes grupos: todos os insetos eusociais e *Wasmannia auropunctata*, que parece se separar dos demais por ter tido uma ampla distribuição nas três Áreas estudadas.

Por sua vez, houve uma subdivisão do grande grupo de insetos eusociais separando abelhas e vespas das formigas, que tiveram um número maior de espécies e de registros por espécies, com alguns cupins aparecendo intercalados a estas.

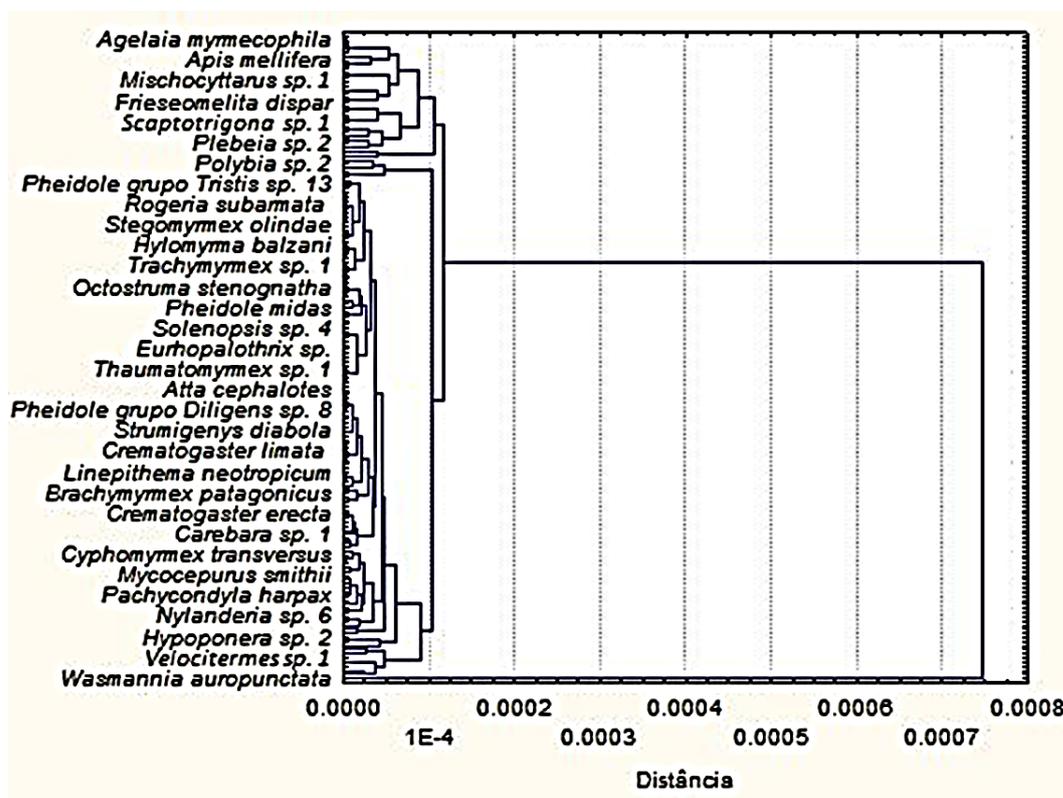


Figura 20 – Dendrograma da análise de Cluster da composição de insetos eusociais em áreas de cacau com derruba total. Apenas algumas das principais espécies aparecem no gráfico.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos para o levantamento de abelhas e vespas neste estudo em um primeiro momento aparentam não ter sido suficientes para se conhecer a fauna real de vespas e abelhas que poderia ocorrer no cacau derruba total, visto que as curvas de acumulação mostram que a diversidade esperada era maior do que a que foi observada. Porém, quando comparados com dados já publicados, fica claro que para um levantamento rápido os resultados são consistentes, visto que o número de espécies coletado em um período de tempo menor foi similar ao que foi encontrado em outras áreas de Mata Atlântica em diferentes regiões quando amostrados por um período de tempo maior, a exemplo de Santos, (2000); Marques *et al.* (1993) *apud*

Silva & Silveira (2009) e Gonçalves & Brandão, (2008). Desse modo, deve-se considerar o aumento na quantidade de coletas (ao longo de um ano completo, por exemplo), o uso de atrativos ou ambos associados para complementar possíveis estudos sobre abelhas e vespas eusociais na cacauicultura e possíveis impactos ou benefícios reais envolvidos.

Esta situação se assemelha àqueles resultados obtidos das coletas de cupins, se considerando que apenas o protocolo quantitativo foi utilizado e ainda assim, a quantidade de espécies registrada se assemelha àquela encontrada em outros ambientes perturbados próximos a áreas de Mata Atlântica. Para este caso, deve-se considerar a necessidade de coletar ao longo do ano, devido ao conhecido uso de herbicidas no cacau periodicamente, que podem alterar sazonalmente ou não a ocorrência de térmitas no folheto e mesmo no solo. Deve-se pensar também no implemento de coletas por busca ativa noturnas, pois existem espécies de térmitas ceifadores que forrageiam ao anoitecer ou durante a noite e que não puderam ser registradas.

Para as formigas, os protocolos comprovaram sua eficiência, sobretudo para a fauna de solo, amostrando espécies de Myrmicinae e de Ponerinae comuns à Mata Atlântica, podendo indicar algum grau de conservação do entorno das áreas amostradas, além de espécies mais comuns em áreas perturbadas que foram encontradas em diferentes proporções em cada Área amostrada. A diferença na composição da mirmecofauna, tão bem estudada na região, permite estabelecer um comparativo com a composição da comunidade de vespas e abelhas eusociais e mesmo de cupins das três Áreas, resultando na constatação de diferenças entre elas, que podem ser devido ao grau de perturbação da Área ou do seu entorno. Foi possível chegar a essa conclusão ao se observar que espécies cuja abundância em uma área indicam maior perturbação foram encontradas nestas condições em duas das Áreas mais recentes de plantio amostradas, sendo menos abundante na Área mais antiga (como ocorreu com *Wasmannia auropunctata*). O uso de outras metodologias, como busca ativa com ou sem uso de iscas e armadilhas de interceptação (Malaise, ou armadilhas luminosas, por exemplo) podem acrescentar dados sazonais e de gradiente de substrato das espécies presentes no cacau derruba total.

Por fim, o estudo da composição da comunidade de insetos eusociais demonstrou ser uma ferramenta eficiente para se notar diferenças estruturais pouco perceptíveis em áreas de plantio de cacau no Sul da Bahia, pois espécies indicadoras

de ambiente perturbado e espécies indicadoras de ambiente preservado tiveram registro variável entre as três Áreas amostradas ao se utilizar as mesmas metodologias e mesmo esforço amostral entre elas, deixando claro que a composição do entorno pode influenciar também na composição da fauna de insetos eusociais. Assim sendo, o refinamento da metodologia utilizada mostra-se promissor para o uso de espécies ou de comunidade de espécies eusociais para indicar com maior segurança diferenças estruturais entre áreas perturbadas e conservadas.

REFERÊNCIAS

ABE, T. Evolution of the life types in termites. In: KAWANO, S; CONNELL, J. H. & HIDAOKA, T. eds. **Evolution, coadaptation, and biotic communities** (University of Tokyo Press, Tokyo, p.128-148, 1987.

AGOSTI, D. & ALONSO, L. E. **The ALL Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants.** Anet Newsletter, 3:8-11, 2001.

AGOSTI, D., & JOHNSON, N. F. (eds.) Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (05/2005). Disponível em: <<http://antbase.org/>>. Acessado em 06 de jun. 2014.

AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Smithsonian Institution Press, Washington, 2000.

ALCOCK, J. **Animal Behavior: An evolutionary Approach.** 8^a ed. Massachusetts, Sinauer Associates Inc., 2005.

ALGER, K.; CALDAS, M. **The declining cocoa economy and the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil: conservation attitudes of cocoa planters.** The Environmentalist. 14: 107-119, 1994.

ARAÚJO, A. P. A; GONÇALVES, T. T; SOUZA, O. Ecologia do comportamento de cupins de solo e arborícolas. In: VILELA, E. F. et al. (eds.) **Insetos Sociais: da Biologia à aplicação.** Viçosa: UFV, 442p, 2008.

ARAÚJO, M.; FERNANDES, V. M. A.; MARQUES, A.; SOUZA, P. V. N. & BRAGA, A. Uso da Terra e Adequação Ambiental da Propriedade Rural na Região Cacacaueira da Bahia. In: **I Simpósio sobre Paisagem Cacacaueira e Biodiversidade no Sudeste da Bahia.** Ilhéus, BA, 2007.

ARAUJO, M.; ROCHA, R.; ALGER, K.; MESQUITA, C. A. B. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno nº 8: **Mata Atlântica no Sul da Bahia**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1998.

BEZERRA, D. M; OLIVEIRA, A. A. V. C; SOUZA, J. A. F; DUTRA, D. S; OLIVEIRA, M. A. P; ALBUQUERQUE, A. C. Diversidade termítica em fragmento de Mata Atlântica e canavial – Igarassu - Pernambuco. 2009? cita incompleta?

BIGNELL, D. E.; ROISIN, Y; LO, N. Biology of Termites: A Modern Synthesis. 1ª ed. London: Springer. 576 p, 2011.

BIODIVERSITAS. **Espécies da flora ameaçada e presumivelmente ameaçada de extinção por bioma e categoria de ameaça**. [20--]. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org>>. Acessado em 17 de out. 2008.

BOLTON, B. **An online catalog of the ants of the world**. 2014. Disponível em: <<http://www.antcat.org/>>. Acessado em 06 de jun. 2014.

BOLTON, B. **A taxonomic and zoogeographic sensus of an extant taxa (Hymenoptera: Formicidae)**. Journal of Natural History, 29:1037-1056. 1995.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P.; NASKRECKI, P. **Bolton's Catalogue of the Ants of the World: 1758–2005**. Harvard University Press, Cambridge, 2006.

BRADY, S. G.; SCHULTZ, T. R; FISHER, B. L; WARD, P. S. **Evaluating alternative hypotheses for the early evolution and diversification of ants**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 103(48): 18172-18177, 2006.

BRASIL. **A Embrapa nos biomas brasileiros. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**. Brasil, [19--].

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O corredor central da mata atlântica : uma nova escala de conservação da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Conservação Internacional, 46 p., 2006.

BROTHERS, D. J. **Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutilidae**. The University of Kansas Science Bulletin 50:483-648, 1975.

BROTHERS, D. J. & J. M. CARPENTER. **Phylogeny of Aculeata: Chrysoidea and Vespoidea (Hymenoptera)**. Journal of Hymenoptera Research 2:227-304, 1993.

BUSCHINGER, A. **Evolution of social parasitism in ants**. Trends in Ecology and Evolution 1: 155–160, 1986.

CARPENTER, J. M. **The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera)**. Systematic Entomology, 7: 11-38, 1982.

CARPENTER, J. M. Phylogenetical relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. In: ROSS, K. G & MATTHEWS, R. W. **The social biology of wasps**. Cornell University Press, Ithaca, New York. V5, p. 7-32, 1991.

CARPENTER, J. M. Biogeographic patterns in Vespidae (Hymenoptera): two views of Africa and South America. In: P. GOLDBLATT (ed). **Biological relationship between Africa and South America**. New Haven and London: Yale University Press, p. 139-154, 1993.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O.M. **Contribuição ao Estudo dos Vespídeos do Brasil**. Universidade Federal da Bahia, Departamento de Fitotecnia. Série Publicações Digitais, v. 3, CD-ROM. 147p. 2001.

CAVENAZZI, N. C. DE S. Filogenia das abelhas corbiculadas (Apidae, Apinae): uso combinado de dados comportamentais de auto-limpeza e moleculares. Tese (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2012.

COLWELL, R. **EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from samples (Software and User's Guide), Version 8.2.0, 2009.** Disponível em: <purl.oclc.org/estimates>. Acessado em 07 de jan de 2014.

COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. **Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.** Phil. Trans. R. Soc. Lond., 345: 101-118, 1994.

CONSTANTINO, R. **Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil.** Papéis Avulsos de Zoologia 40(25): 387-448, 1999.

CONSTANTINO, R. 2007. **On-Line Termites Database.** Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>>. Acesso em: 9. mar. 2013.

CONSTANTINO, R. & ACIOLI, A. N. S. Diversidade de Cupins (Insecta: Isoptera) no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O; BRUSSAARD, L. eds. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros.** Lavras: Editora UFLA. p. 277- 297, 2008.

DANFORTH, B. N; CONWAY, L; SHUQING J. **Phylogeny of Eusocial Lasioglossum Reveals Multiple Losses of Eusociality within a Primitively Eusocial Clade of Bees (Hymenoptera: Halictidae).** Systematic Biology, 52(1):23–36, 2003.

DELABIE, J.H.C. The ant problems of cocoa farm in Brazil. In: VANDER MEER, R. K., JAFFE, K & CEDEÑO, A. (eds). **Applied Myrmecology: A World Perspective.** Colorado, Westview Press, Boulder (U.S.A.). pp. 555-569, 1990.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; TENNANT, L. & SCHULTZ, T. (Orgs.). **Sampling Ground-adwelling ants: cases studies from the**

word's rain forests. Perth, Western Austrália: Curtin – School of Environmental Biology, 2000, v., p. 1-17.

DELABIE, J. H. C; ARGOLO A. J. S; JAHYNY, B; CASSANO, C. R; JARED, C; MARIANO, C. S. F; FARIA, D. M; SCHROTH, G; OLIVEIRA, L. C; BEDE, L. C; MOURA, R. T; LACAU, S; ROCHA, W. D. **Paisagem cacauieira no sudeste da bahia: desafios e oportunidades para a conservação da diversidade animal no século XXI.** *Agrotrópica*, 23(2,3): 107 - 114, 2011.

DELABIE, J. H. C.; RAMOS, L. S.; SANTOS, J. R. M.; CAMPIOLO, S.; SANCHES, C. L. G. **Mirmecofauna (Hymenoptera; Formicidae) da serrapilheira de um cacauil inundável do agrossistema do Rio Mucuri, Bahia: Considerações sobre conservação da fauna e controle biológico de pragas.** *Agrotrópica* 19: 5 - 12. 2007.

DIEHL-FLEIG, E. **Formigas: Organização social e ecologia comportamental.** São Leopoldo - RS, Editora Unisinos. p. 165, 1995.

EGGLETON, P., BIGNELL, D.E., SANDS, W.A., MAWDSLEY, N.A., LAWTON, J.H., WOOD, T.G. & BIGNELL, N.C. **The diversity, abundance, and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Camerron.** *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 351(1335):51-68, 1996.

ELISEI, T; NUNES, J. V; RIBEIRO JUNIOR, C; FERNANDES JUNIOR, A. J e PREZOTO, F. **Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.45, n.9, p.958-964, set. 2010.

FERNÁNDEZ C., F. Sistemática y filogenia de los himenópteros de la región neotropical: estado de conocimiento y perspectivas. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J. & MELIC, A. (eds.). **Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica em Iberoamerica.** Monografías Tercer Milenio, 1. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. Pp. 211-231, 2000.

ENGEL, M. S.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, K. **Termites (Isoptera): their phylogeny, classification, and rise to ecological dominance.** Am Mus Novit 3650:1–27, 2009.

FERNÁNDEZ, F. (ed.). **Introducción a las Hormigas de La Región Neotropical.** Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, XXVI + 398 p., 2003.

FERNÁNDEZ, F. & PALACIO, E. E. **Sistemática y filogeia de lãs hormigas: breve repaso a propuestas.** In: **Introducción a las hormigas de la región Neotropical.** Humboldt, Bogotá, Colombia. p. 29-44, 2003.

FOLGARAIT, P. **Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review.** Biodiversity and Conservation, 7:1221–1244, 1998.

GONÇALVES, R. B. & BRANDÃO, C. R. F. **Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica** Biota Neotropica, vol. 8, no. 4, Out./Dez. 2008.

GRUCHOWSKI-W, F. C; IANTAS, J; MACIEL, L. & HOLDEFER, D. R. **Inventário da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apóidea) com a utilização de armadilha atrativa e interceptadora de vôo em flora típica sul paranaense.** Biodiversidade Pampeana, PUCRS, Uruguaiana, 8(1): 25-31, dez. 2010.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis.** Paleontología Electrónica, 4:9, 2001. Disponível em: <http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acessado em 20 de out de 2013.

HAMILTON, W. D. The genetical evolution of social behavior, I. Journal of Theoretical Biology 7:1-16, 1964a.

HAMILTON, W. D. The genetical evolution of social behavior, II. Journal of Theoretical Biology 7:17-52, 1964b.

HOGGARD, S. J.; WILSON, P. D.; BEATTIE, A. J.; STOW, A. J. Social complexity and nesting habits are factors in the evolution of antimicrobial defences in wasps. PLoS ONE (2011) 6(7): e21763. doi:10.1371/journal.pone.0021763.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. **The Ants**. Berlin: Springer – Verlag, 1990.

INWARD, D.; BECCALONI, G.; EGGLETON, P. **Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches.**

*Biol. Lett. (2007) 3, 331–335 doi:10.1098/rsbl.2007.0102

JAHYNY, B.; LACAU, S; FRESNEAU, D.; DELABIE, J. H. C. História natural das formigas do gênero neotropical *Thaumatomyrmex* Mayr, 1887 (Ponerinae, Thaumatomyrmecini). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MIRMECOLOGIA., 19., 2009, Ouro Preto. **Anais. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MIRMECOLOGIA., 19., Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 2009.**

JEANNE, R. L. **The adaptatives of social wasp nest architecture.** The Quarterly Review of Biology, v. 50, p.267-287, 1975.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & LOBO, J. M. **Determining combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida: Araneae).** Journal of Arachnology, 33: 33-42, 2004.

JOLIVET, P. **Ants and plants.** An example of coevolution (Enlarged edition). Leiden: Backhuns Publishers Leiden, 1996.

KORB, J. & HEINZE, J. **Multilevel selection and social evolution of insect societies.** Naturwissenschaften, 91:291-304(2004).

KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. **An introduction to behavioural ecology.** 3ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications. xi+ 420p. 1993.

KRISHNA, K. 1969. Introduction. In: KRISHNA, K. & WEESNER, F. M. eds. **Biology of térmites**. Academic Press, New York, v.1, p.1-17.

KRUG, C. e ALVES-DOS-SANTOS, I. **O Uso de Diferentes Métodos para Amostragem da Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um Estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina**. Neotropical Entomology, 37(3):265-278 (2008).

LEWIS, C. N.; WHITFIELD, J. B. **Braconidae Wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods**. Environmental Entomology, v. 28, n. 6, p. 986-997, 1999.

LIMA, J.T. & COSTA-LEONARDO, A.M. **Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera)**. Biota Neotropica, Vol.7 (number 2): 2007; p. 243-250.

LOBÃO, D. E.; VALERI, S. V. **Sistema cacau-cabruca: conservação de espécies arbóreas da floresta atlântica**. Agrotropica. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia. Brasil. 21(1): 43-54, 2009

LOMBARTE, A.; ROMERO DE TEJEDA, S. & HARO, A. DE. **Contribución al conocimiento faunístico de los formícidos de la Sierra de Collserola (Barcelona)**. Orsis, 4: 125-140, 1989.

MAGURRAN, A. **Diversidad ecológica y su medición**. Ediciones Vedral. Barcelona. España, 1989.

MALASPINA, O.; GOBBI, N. & MACHADO, V. L. L. **Capacidade de transporte de alimento de *Polybia (Trichothorax) ignobilis* (Haliday, 1936) (Hymenoptera: Vespidae)**. An. Soc. Entomol. Brasil 20: 169-173, 1991.

MARQUES, O. M., CARVALHO, C. A. L. de. **Hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera – Vespidae) no município de Cruz das Almas – Estado da Bahia**. Insecta, v.2, n. 2, p. 23-40, 1993.

MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. P.; GARCETE-BARRETT, B. R. Hymenoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. DE; CASARI, S. A. & CONSTANTINO, R. (Eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 2012.

MELO, G. A. R. & GONÇALVES, R. B. **Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato)**. Revista Brasileira de Zoologia 22: 1 53-15, 2005.

MICHENER, C. D. **The corbiculae of bees**. Apidologie. 30, 67-74, 1999.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2nd ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007.

MOÇO, M. K. DA S. Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no Sul da Bahia. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2006.

MORI, S. A., BOOM, B. M., CARVALHO, A. M. & SANTOS, T. S. **Southern Bahian moist forest**. Bot. Rev., 49: 155-232, 1983.

MUELLER, U. G., GERARDO, N. M., et al. **The evolution of agriculture in insects**. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 36: 563-595, 2005.

NIESTEN, E. T; RICE, R. E; RATAY, S. M; PARATORE, K. **Commodities and conservation: the need for greater habitat protection in the tropics**. Washington: Center for Applied Biodiversity Science, 2004.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997.

NOWAK, M. A; TARNITA, C. E & WILSON, E. O. **The evolution of eusociality**. Vol

466/26, August 2010, Nature 09205.

OLIVEIRA, M. A. P. Composição de comunidades termíticas em áreas de cana-de-açúcar em fragmentos de Mata Atlântica em Pernambuco. 2011. 74f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco. 2011.

OLIVEIRA, R. M. DE. Fatores ambientais e espécies endêmicas: o uso de sistema de informação geográfica para a conservação da biodiversidade no sul da Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. p. 120, 1996.

OLSON, D. M. **A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica.** Biotropica, 23:166-172, 1991.

PEARSON, D. L. **A practical comparison of bird community structure on six lowland forest sites.** The Condor, 79: 232-244, 1977.

PIASENTIN, F. B. O sistema cabruca no Sudeste da Bahia: Perspectivas de sustentabilidade. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

PREZOTO, F; CLEMENTE, M. A. **Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil.** MG.BIOTA, Belo Horizonte, v.3, n.4, out./nov. 2010.

RABB, R. L; LAWSON, F. R. Some factors influencing the predation of Polistes wasp on the tobacco hornworm, **Journal of Economic Entomology**, v. 50, n 6, p. 778 – 784, 1957.

RABELING, C. & BACCI, M. **A new workerless inquiline in the Lower Attini (Hymenoptera: Formicidae), with a discussion of social parasitism in fungus-growing ants.** Systematic Entomology. 35: 379-392, 2010.

REIS, Y. T. & CANCELLO, E. M. **Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia.** Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 97(3):229-234, 2007.

RIBEIRO JÚNIOR, C. Levantamento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em uma Eucaliptocultura. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

ROUBIK, D. W. **Stingless bee nesting biology.** Apidologie. 37, 124–143, 2006.

ROZEN, J. G. **Eggs, ovariole numbers, and modes of parasitism of cleptoparasitic bees, with emphasis on Neotropical species (Hymenoptera: Apoidea).** American Museum Novitates. 34 13: 1 -36, 2003.

SANTOS, G. M. de M. Comunidades de vespas sociais (Hymenoptera – Polistinae) em três ecossistemas do estado da Bahia, com ênfase na estrutura da guilda de vespas visitantes de flores da caatinga. Tese (Doutorado em Ciências). Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2000.

SANTOS, G. M. de M; GOBBI, N. **Nesting habits and colonial productivity of Polistes canadensis Canadensis (L.) (Hymenoptera – Vespidae) in a caatinga area, Bahia State – Brazil.** J Adv. Zool. v. 19, n.2, p. 63 -69, 1998.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology.** 2a. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005.

SHARKEY, M.; CARPENTER, J. C.; VILHELMSSEN, L.; HERATY, J.; DOWLING, A.; SCHULMEISTER, S.; MURRAY, D.; DEANS, A. R.; RONQUIST, F.; KROGMANN, L.; WHEELER, W. C. **Phylogenetic relationships among superfamilies of Hymenoptera.** Cladistics, 27, 1–33, 2011.

SILVA, R. R.; SILVESTRE R. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina.** Biotemas, 13 (2): 85-105, 2000.

SILVA, R. R.; SILVESTRE R. **Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina.** Papéis Avulsos de Zoologia, 44 (1): 1-11, 2004.

SILVA, S. DE S. & SILVEIRA, O. T. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará.** Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 99(3):317-323, 30 de setembro de 2009.

SILVA NETO, P. J. DA; MATOS, P. G. G. DE; MARTINS, A. C. DE S; SILVA, A. DE P. **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira.** Belém, CEPLAC, 2001. 125p.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. DA. **Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica.** Natureza online, 10 (3): 146-152, 2012.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002.

SOBERÓN, J. & LLORENTE, J. **The use of species accumulation functions for the prediction of species richness.** Conservation Biology, 7: 480-488, 1993.

SOKAL, R. R. & MICHENER, C. D. **A statistical method for evaluating systematic relationships.** University of Kansas, Science Bulletin, 38: 1409-1438, 1958.

SOUZA, M.M.; PREZOTO, F. **Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in semideciduous forest and cerrado (Savanna) regions in Brazil.** Sociobiology, v. 47, n. 1, p. 135-147, 2006.

STATSOFT INC. **Statistical user guide.** Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma, USA, 1999.

VASCONCELLOS, A; BANDEIRA, A. G; ALMEIDA, O. W; MOURA, F. M. S. **Térmitas construtores de ninhos conspícuos em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica.** Neotropical entomology. 37(1): 015-019, 2008.

WAY, M. J. **Mutualism between ants and honeydew-producing homoptera.** Annual Review of Entomology. 8: 307-344, 1963.

WEBER, N. A. **Fungus-growing ants.** Science. 153: 587-604, 1966.

WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture, p. 480-519. In: K.G. ROSS; R.W. MATTHEWS (Eds). **The social biology of wasps.** Ithaca, Cornell University, 678p. 1991.

WEST-EBERHARD, M. J. **Temporary queens in *Metapolybia* wasps: non-reproductive helpers without altruism?** Science, 200: 441-443, 1978.

WEST-EBERHARD, M. J. Wasp societies as microcosms for the study of development and evolution. In: Turillazzi, S. & West-Eberhard, M.J. **Natural History and evolution of paper wasps.** Oxford. Oxford Univ. Press, p. 290-317, 1996.

WILSON, E. O. & HÖLLDOBLER, B. **Eusociality: Oring and consequences,** PNAS. 102 (38): 13367-13371, 2005.

WILSON, E. O. **The genus *Pheidole* in the new world: A dominant hyperdiverse ant genus.** Harvard University Press, 2003.

WILSON, E. O. **The insect societies.** Cambridge, Massachusetts, USA: The Belknap Press of Harvard University, 1971. 584 p.

ZUCCHI, R; SAKAGAMI, S. F; NOLL, F. B; MECCHI, M. R; BAIIO, M. V; MATEUS, S & SHIMA, S. N. ***Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistinae with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera, Vespidae).** Journal of the New York Entomological Society, 103 (2): 129-137, 1995.

