



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

EDIE CARVALHO RIBEIRO FERRAZ

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA COPA DAS ÁRVORES DE SOMBREAMENTO
SOBRE AS FORMIGAS ARBORÍCOLAS E EPIGEICAS EM AGROSSISTEMA
CACAUEIRO**

**ILHÉUS – BAHIA
2017**

EDIE CARVALHO RIBEIRO FERRAZ

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA COPA DAS ÁRVORES DE SOMBREAMENTO
SOBRE AS FORMIGAS ARBORÍCOLAS E EPIGEICAS EM AGROSSISTEMA
CACAUEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Área de concentração: Ecologia e Conservação da Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie

Co-orientador: Dr. Wesley Duarte da Rocha

ILHÉUS – BAHIA

2017

EDIE CARVALHO RIBEIRO FERRAZ

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA COPA DAS ÁRVORES DE SOMBREAMENTO
SOBRE AS FORMIGAS ARBORÍCOLAS E EPIGEICAS EM AGROSSISTEMA
CACAUEIRO**

**Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Santa Cruz, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Conservação da
Biodiversidade.**

Ilhéus, 31 de julho de 2017.

**Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie
UESC/CEPLAC
(Orientador)**

**Prof. Dr. Rosa Gabriela Castaño Meneses
UNAM, Campus Juriquilla**

**Dr. Flávio de Carvalho Camarota
George Washington University**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer o imenso apoio que minhas maravilhosas e queridas tias avós Maria Antônia e Raimunda me deram durante todo o período do mestrado, pessoas para as quais nunca terei palavras suficientes que demonstrem toda minha gratidão e amor. Agradeço a elas também pelo convívio, junto às minhas primas Ava, Luciana e Maíra. A Luciana pelas deliciosas comidas e toques sobre escrita e a Maíra pela grande parceria e risadas.

Aos meus pais Zunara e Neyvaldo agradeço todo o apoio, conselhos e preocupação despendidos a mim, reflexos de um amor incondicional que também sempre terei por vocês. Bia, Albertinho, Kelvin (conselheiro) e Ana, irmã(o)s que longe ou perto sempre demonstram de suas maneiras o recíproco amor que sentimos uns pelos outros. E a toda minha família que sempre torceu por mim e me desejou o melhor, sintam-se contemplados por minha gratidão, mesmo que não citados diretamente.

Aos meus amigos e amigas que também sempre torceram por mim, me entenderam e apoiaram nesse período de maior distância deles. Vocês tiveram um papel mais relevante do que provavelmente acham que tiveram. Em especial a Thainã, Ellen, Gabriele (Gab), Bob e Kevelin, residentes de meu coração (metafórico, claro).

Também minha amiga e já parte de minha família, não poderia deixar de agradecer àquela que fez uma parte grande e importantíssima disso tudo também junto com outras pessoas que aqui agradeço. Àquela que era mais que ouvido e ombro quando eu precisava. Agradeço à minha amada noiva Débora Benfica pelo seu imensurável apoio e por temperar minha vida de alegrias.

A todas aquelas pessoas que tive o prazer conviver e aprender que trabalharam e trabalham em prol da pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade na UESC, meu grande agradecimento. Aos também inclusos nessa última categoria estão os colegas pós-graduandos que também fizeram parte de importantes construções de conhecimento. Em especial agradeço a Marcos, Joedison e Gabryelle pelos valiosos aprendizado e amizade.

Não poderia deixar de agradecer pela ajuda que tive dos funcionários técnicos e terceirizados da CEPLAC nas atividades de campo e de laboratório. Em especial a Zé Raimundo pela ajuda em campo e pelas importantes dicas/conselhos e a Crispim (meu pai de criação emprestado) pela sua força e carinho em forma da deliciosa comida de dona Aninha. É necessário também atribuir a culpa aos responsáveis por fazer do Laboratório de Mirmecologia não só um

local de fazer ciência, mas uma segunda casa nesse período do mestrado. Além de Zé e Crispim, os principais culpados são: Ana Flávia, Thamy, Elmo, Júnior (parceiro pra toda obra na saúde ou na doença), Marcela, Elyzama, Maria, João Paulo, Bianca, Roberta, Jacques e Cléa. Obrigado por toda ajuda (não tenho como agradecer o suficiente) e por serem @s amig@s, os corações do laboratório, os anjos sem asas e todas as outras denominações que fizeram desse laboratório o melhor de todos para mim. Alexandre, Mytalle, Érica, Jemile, Rebeca, Wesley, Priscila e outros também tiveram sua culpa e eu agradeço muito por isso. Assim como muitos visitantes que colaboraram para uma maior pluralidade de conhecimento e cultural.

Agradeço à paciência e apoio de meus orientadores Dr. Jacques Delabie e Dr. Wesley da Rocha, pessoas fundamentais nessa minha caminhada. Agradeço a todo o aprendizado que tive não só técnico e científico, que tornou muito mais completa minha formação profissional e minha visão de mundo. Agradeço aos membros da banca examinadora Dra. Gabriela Castaño e Dr. Flávio Camarota por aceitarem e contribuírem com a avaliação desta dissertação e à CAPES pela concessão de bolsa.

INFLUÊNCIA DO MANEJO DA COPA DAS ÁRVORES DE SOMBREAMENTO SOBRE AS FORMIGAS ARBORÍCOLAS E EPIGEICAS EM AGROSSISTEMA CACAEIRO

RESUMO

A Mata Atlântica é um bioma seriamente ameaçado. Sistemas agroflorestais podem ser aliados fundamentais para a conservação da biodiversidade. No sul da Bahia, a produção de cacau representou e ainda representa um importante componente da economia da região. Dentro deste sistema agroflorestal, existem dois (principais) tipos de plantios: a cabruca e o sistema conhecido como “derruba total”. Estudos que avaliem o impacto da poda das árvores sobre a fauna dos estratos de cacau podem trazer informações relevantes para a conservação da fauna e para o manejo do plantio. A poda das árvores de sombreamento gera um aumento da entrada de luz nos cacaueiros, serapilheira e nas próprias árvores. Esta técnica pode gerar modificações nas condições microclimáticas, produção dos cacaueiros, fauna e relações ecológicas deste agrossistema. A estrutura de comunidades de formigas e sua distribuição espacial podem ser influenciadas pelo sombreamento. Com isto, espera-se que alterações na arquitetura da árvore, como a redução da copa pela poda, modifiquem a estrutura da assembleia de formigas associadas ao dossel, cacaueiros e serapilheira. No presente estudo, foram investigados os efeitos da poda de sombreamento sobre a estrutura de dossel agroflorestal na comunidade de formigas de um cacau do sudeste da Bahia. A pesquisa foi realizada em uma área experimental do sistema agroflorestal cacaueiro no Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC) localizado no sul do estado da Bahia, município de Ilhéus, Brasil. Para responder sobre os efeitos da poda na assembleia de formigas dos diferentes estratos, as árvores foram submetidas a três tratamentos diferentes de poda da copa da árvore de sombreamento, sendo um deles o controle. As coletas das amostras foram feitas em duas campanhas, uma logo antes da poda das árvores e outra, cerca de sete meses após a poda. Foram utilizadas armadilhas com isca de sardinha, óleo e mel. Com isso, concluiu-se que fatores climáticos são mais importantes na determinação da composição das assembleias de formigas dos estratos do que o manejo da copa. Não foi verificada nenhuma relação entre os tratamentos de poda e a composição e riqueza das assembleias de formigas nos estratos. Apesar disso, alguns grupos de formigas de importância ecológica e/ou para o controle

biológico de insetos danosos à lavoura, podem responder a essas variáveis. Porém, uma maior área de copa das árvores de sombreamento contribui para uma maior riqueza de espécies de formigas nos cacaueiros.

Palavras-chave: Assembleia de Formigas, Serapilheira, Interação Formiga-Planta, Luminosidade, *Erithryna fusca*.

INFLUENCE OF CROWN MANAGEMENT OF SHADING TREES ON ARBORIC AND EPIGEIC ANTS IN AGROSSYSTEM CACAUEIRO

ABSTRACT

The Atlantic Forest is a seriously threatened biome. Agroforestry systems can be key allies for the conservation of biodiversity. In southern Bahia, cocoa production represented and still represents an important component of the region's economy. Within this agroforestry system, there are two (main) types of plantations: the cabruca and the system known as "derruba total". Studies that evaluate the impact of tree pruning on the fauna of the cocoa layers can bring relevant information for the conservation of the fauna and for the management of the planting. The pruning of the shade trees generates an increase of the entrance of light in the cocoa trees, litter and in the own trees. This technique can generate changes in the microclimatic conditions, cacao production, fauna and ecological relations of this agro system. The ant community structure and its spatial distribution can be influenced by shading. With this, it is expected that alterations in the architecture of the tree, such as the canopy reduction by pruning, modify the structure of the ants assembly associated to the canopy, cacao and litter. In the present study, the effects of shading pruning on the agroforestry canopy structure in the ants community of a cacao tree in southeastern Bahia were investigated. The research was carried out in an experimental area of the cocoa agroforestry system at the Cacao Research Center (CEPEC / CEPLAC) located in the southern state of Bahia, Ilhéus, Brazil. In order to answer about the effects of pruning on the ants assembly of the different layers, the trees were submitted to three different pruning treatments of the canopy of the shading tree, being one of them the control. Samples were collected in two campaigns, one just prior to tree pruning and another about seven months after pruning. Traps with sardine bait, oil and honey were used. Thus, it was concluded that climatic factors are more important in determining the composition of ants assemblages than strata management. There was no relationship between pruning treatments and the composition and richness of ant assemblages in the strata. Nevertheless, some groups of ants of ecological importance and/or biological control of insects harmful to the crop can respond to these variables. However, a larger canopy area of shade trees contributes to greater ant species richness in cacao trees.

Keywords: Ants Assembly, Leaf-litter, Ant-Plant Interaction, Luminosity, *Erithryna fusca*.

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma seriamente ameaçado. Seu histórico de ocupação humana e extração de recursos desde a colonização europeia reduziram a extensão de sua floresta e transformaram sua paisagem para sua configuração atual (Dean 1996). Restam apenas 7,9% da extensão original quando considerados fragmentos relevantes para a conservação acima de 100 hectares (Ribeiro et al., 2009). Seus altos níveis de riqueza e endemismo de espécies, aliados ao contínuo desmatamento e fragmentação da paisagem florestal, a tornam um dos 25 hotspots da biodiversidade prioritários para conservação (Myers et al., 2000). Neste cenário, fazem-se necessárias estratégias que busquem aumentar a conectividade entre os fragmentos para a redução dos impactos na biodiversidade. Sistemas agroflorestais podem ser aliados fundamentais para a conservação da biodiversidade (Schroth et al., 2011). Estes agrossistemas conservam uma expressiva parte da biodiversidade encontrada em floresta em comparação a outros tipos de cultivo, servindo de alternativa para espécies florestais (Cassano et al., 2008; Delabie et al., 2007; Schroth et al., 2004). Esse modo de plantio pode ser considerado uma floresta simplificada, por conter e fornecer recursos para uma grande quantidade de espécies nativas de animais.

No sul da Bahia, a produção de cacau representou e ainda representa um importante componente da economia da região (Cassano et al., 2008). Este sistema agroflorestal existe regionalmente na forma de tipos de plantios: a cabruca e o sistema conhecido como “derruba total”. O sistema cabruca é caracterizado pelo raleamento (corte das plantas) do sub-bosque e “substituição” deste por cacauzeiros (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) que passam a ser sombreados pelas árvores nativas de maior porte mantidas no local. Muitos produtores utilizaram a venda da madeira nativa desse tipo de agrossistemas como alternativa econômica devido à infestação a partir de 1989 pelo fungo causador da vassoura de bruxa (*Crinipellis perniciosa*) (Schroth et al., 2004). Por sua vez, A criação deste tipo de sistema agroflorestal foi uma recomendação da CEPLAC (Comissão Executiva do Planejamento da Lavoura Cacaueira) na década de 1960 (Gramacho et al., 1992).

Estudos que avaliem o impacto da poda das árvores de sombreamento sobre a fauna dos estratos de cacau podem trazer informações relevantes para a conservação da fauna e para o manejo do plantio. Tais estudos devem servir como base para possíveis orientações sobre o manejo mais adequado ou até de políticas públicas em benefício da lavoura. A Portaria

10225/2015 do INEMA dispõe sobre os procedimentos e critérios necessários para a autorização de manejo da cabruca. No item IV do artigo 2º desta Portaria é permitido o desbaste (corte) e a desrama (poda) de árvores de sombreamento da cabruca com finalidade de aumento da produtividade. Essas atividades de manejo devem ser submetidas a análises técnicas do INEMA e respeitar os limites estabelecidos na Seção IV do Decreto 15.180/2014. A poda das árvores de sombreamento gera um aumento da incidência da luz nos cacaueiros, na serapilheira e nas próprias árvores. Esta técnica pode gerar modificações nas condições microclimáticas, produção dos cacaueiros, fauna associada e relações ecológicas no âmbito deste agrossistema.

As árvores de sombreamento fornecem serviços essenciais para as plantações nos agrossistemas. Isso pode ocorrer através da influência nas condições microclimáticas como luminosidade, insolação, precipitação; além disso, eles podem fornecer suporte ou abrigos para numerosas espécies animais e vegetais (Babin et al., 2010; DaRocha et al., 2015; Mouen Bendimo et al., 2008). As árvores podem ter um papel chave no controle biológico natural, criando barreiras físicas e químicas a uma eventual infestação nas plantações (Hooks e Fereres, 2006) ou fornecendo recursos para inimigos naturais de pragas (Perfecto et al., 2004). Outro importante papel das árvores de sombreamento é o de abrigar estruturas importantes para a manutenção da diversidade de bromélias e de formigas (DaRocha et al 2016).

A estrutura de comunidades de formigas e sua distribuição espacial podem ser influenciadas pelo sombreamento (Leston, 1973), presença de epífitas (Ellwood e Foster, 2004; DaRocha et al., 2015), competição interespecífica (Conceição et al., 2014; Majer et al., 1994), dentre outros. O dossel pode conter a metade da diversidade de artrópodes encontrada em florestas (Basset et al., 2012; Ellwood e Foster, 2004; Stork e Grimbacher, 2006), sendo as formigas responsáveis por 20 a 40% da biomassa de artrópodes encontradas em dossel (Tobin, 1995). Também, várias espécies de formigas podem atuar como controladoras de pragas (Delabie et al., 1990). Apesar disso, assim como no subsolo, os estudos sobre dossel são escassos quando comparados aos realizados na superfície do solo sobre a fauna epigeica. Estudos que busquem avaliar impactos em processos ecológicos de formigas devem buscar trabalhar com diferentes estratos que esses organismos ocupam. A integração dos diferentes estratos é necessária para auxiliar em um maior entendimento dessas comunidades, servindo de suporte para a conservação da biodiversidade.

Arquitetura, fenologia, tamanho e idade das árvores (Hallé et al., 1978; Lawton, 1983) são fatores determinantes de fauna associada ao dossel. Com isto, espera-se que alterações na arquitetura da planta, como a redução da copa pela poda, modifiquem a estrutura da assembleia de formigas associadas ao dossel, mudando assim a hierarquia entre essas espécies de formigas.

Portanto, para um melhor planejamento e manejo de áreas de plantio de cacauzeiros são necessárias informações sobre os fatores que determinam a distribuição e composição das assembleias de formigas.

No presente estudo, foram investigados os efeitos do manejo da copa das árvores do dossel agroflorestal na estrutura da comunidade de formigas arbóreas associadas ao dossel e os efeitos da redução do habitat de dossel na estrutura da comunidade de formigas presentes nos cacauzeiros e na serapilheira de um cacaual do sudeste da Bahia. Para tanto, foi verificado se: i) A composição das assembleias de formigas entre os estratos se diferem; ii) A poda da copa das árvores de sombreamento diminui a riqueza de espécies de formigas nos cacauzeiros e serapilheira e iii) A poda da copa das árvores de sombreamento altera a composição das assembleias dos estratos. A partir desse estudo será possível determinar o papel da poda na estrutura dessas assembleias e entender os processos ecológicos que ocorrem nos diferentes estratos do cacaual.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 METODOLOGIA	14
2.1 Área de estudo	14
2.2 Desenho experimental e método de amostragem	17
2.3 Análise dos dados	20
3 RESULTADOS	21
3.1 Estrutura das assembleias de formigas em função dos estratos	22
3.1.1 Riqueza de espécies de formigas	22
3.1.2 Composição das assembleias de formigas	23
3.2 Estrutura das assembleias de formigas em função da suspensão das copas das árvores	24
3.2.1 Riqueza de espécies de formigas	24
3.2.2 Composição das assembleias de formigas	28
4 DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO	34
6 REFERÊNCIA	35
ANEXO	39

RESUMO

Sistemas agroflorestais podem ser aliados fundamentais para a conservação da biodiversidade. Estudos que avaliem o impacto da poda das árvores sobre a fauna dos estratos de cacau podem trazer informações relevantes para a conservação da fauna e para o manejo do plantio. Esta técnica pode gerar modificações nas condições microclimáticas, produção dos cacaueiros, fauna e relações ecológicas deste agrossistema. Com isto, espera-se que alterações na arquitetura da árvore, como a redução da copa pela poda, modifiquem a estrutura da assembleia de formigas associadas ao dossel, cacaueiros e serapilheira. Foram investigados os efeitos do manejo da copa das árvores de sombreamento sobre a estrutura de dossel agroflorestal na comunidade de formigas de um cacau do sudeste da Bahia. A pesquisa foi realizada em uma área experimental do sistema agroflorestal cacaueiro de “derruba total” no Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC) localizado no sul do estado da Bahia, município de Ilhéus, Brasil. Para coletar, foram utilizadas armadilhas com isca em três tipos de tratamento de poda da árvore de sombreamento, em duas campanhas. Com isso, concluiu-se que fatores climáticos são mais importantes na determinação da composição das assembleias de formigas dos estratos do que o manejo da copa. Não foi verificada nenhuma relação entre os tratamentos de poda e a composição e riqueza das assembleias de formigas nos estratos. Apesar disso, uma maior área de copa das árvores de sombreamento contribui para uma maior riqueza de espécies de formigas nos cacaueiros.

ABSTRACT

Agroforestry systems can be key allies for the conservation of biodiversity. Studies that evaluate the impact of tree pruning on the fauna of the cocoa layers can bring relevant information for the conservation of the fauna and for the management of the planting. This technique can generate changes in the microclimatic conditions, cacao production, fauna and ecological relations of this agro system. With this, it is expected that alterations in the architecture of the tree, such as the canopy reduction by pruning, modify the structure of the ants assembly associated to the canopy, cacao and litter. The effects of shade tree canopy management on the agroforestry canopy structure in the community of ants from a cacao tree in southeastern Bahia were investigated. The research was carried out in an experimental area of the "total collapse" cocoa agroforestry system at the Cacau Research Center (CEPEC / CEPLAC) located in the southern state of Bahia, Ilhéus, Brazil. To collect, bait traps were used in three types of pruning treatment of the shading tree, in two campaigns. Thus, it was concluded that climatic factors are more important in determining the composition of ants assemblages than strata management. There was no relationship between pruning treatments and the composition and richness of ant assemblages in the strata. Despite this, a larger canopy area of the shade trees contributes to a greater species richness of ants in the cacao trees.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais podem ser aliados fundamentais para a conservação da biodiversidade (Schroth et al., 2004). Estes agrossistemas conservam uma expressiva parte da biodiversidade encontrada em floresta em comparação a outros tipos de cultivo, servindo de alternativa para espécies florestais (Cassano et al., 2008; Delabie et al., 2007; Schroth et al., 2004). Esse modo de plantio pode ser considerado uma floresta simplificada, por conter e fornecer recursos para uma grande quantidade de espécies nativas de animais. No sul da Bahia, a produção de cacau representou e ainda representa um importante componente da economia da região (Cassano et al., 2008). Um dos sistemas encontrados é o de “derruba total”, que é caracterizado por possuir um sombreamento monoespecífico, geralmente feito por árvores do gênero *Erythrina* (Leguminosa, Fabaceae) (DaRocha et al., 2015; Gramacho et al., 1992;). Este gênero exótico de leguminosas de origem neotropical foi introduzido na região no Século XX e foi largamente utilizado em cultivos de cacauzeiros por seu rápido crescimento e facilidade de adaptação ao clima local.

Estudos que avaliem o impacto da poda das árvores de sombreamento sobre a fauna dos estratos de cacaual podem trazer informações relevantes para a conservação da fauna e para o manejo do plantio. A Portaria 10225/2015 do INEMA dispõe sobre os procedimentos e critérios necessários para a autorização de manejo da cabruca. No item IV do artigo 2º desta Portaria é permitido o desbaste (corte) e a desrama (poda) de árvores de sombreamento da cabruca com finalidade de aumento da produtividade. Essas atividades de manejo devem ser submetidas a análises técnicas do INEMA e respeitar os limites estabelecidos na Seção IV do Decreto 15.180/2014. Esta técnica pode gerar modificações nas condições microclimáticas, produção dos cacauzeiros, fauna associada e relações ecológicas no âmbito deste agrossistema.

Além de fornecer serviços essenciais para as plantações de agrossistemas, as árvores podem ter um papel chave no controle biológico natural, criando barreiras físicas e químicas a uma eventual infestação nas plantações (Hooks e Fereres, 2006) ou fornecendo recursos para inimigos naturais de pragas (Perfecto et al., 2004). Outro importante papel das árvores de sombreamento é o de abrigar estruturas importantes para a manutenção da diversidade de bromélias e de formigas (DaRocha et al., 2016). A estrutura de comunidades de formigas e sua distribuição espacial podem ser influenciadas pelo sombreamento (Leston, 1973), presença de

epífitas (DaRocha et al., 2015; Ellwood e Foster, 2004;), competição interespecífica (Conceição et al., 2014; Majer et al., 1994;), dentre outros. A integração dos diferentes estratos é necessária para auxiliar em um maior entendimento dessas comunidades, servindo de suporte para a conservação da biodiversidade.

Portanto, para um melhor planejamento e manejo de áreas de plantio de cacauzeiros são necessárias informações sobre os fatores que determinam a distribuição e composição das assembleias de formigas.

No presente estudo, foram investigados os efeitos do manejo da copa das árvores do dossel agroflorestal na estrutura da comunidade de formigas arbóreas associadas ao dossel e os efeitos da redução do habitat de dossel na estrutura da comunidade de formigas presentes nos cacauzeiros e na serapilheira de um cacaual do sudeste da Bahia. Para tanto, foi verificado se: i) A composição das assembleias de formigas entre os estratos se diferem; ii) A poda da copa das árvores de sombreamento diminui a riqueza de espécies de formigas nos cacauzeiros e serapilheira e iii) A poda da copa das árvores de sombreamento altera a composição das assembleias dos estratos. A partir desse estudo será possível determinar o papel da poda na estrutura dessas assembleias e entender os processos ecológicos que ocorrem nos diferentes estratos do cacaual.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada entre 2015 e 2016 em uma área experimental do sistema agroflorestal cacauzeiro no Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC) localizado no sul do estado da Bahia, município de Ilhéus, Brasil. A temperatura média anual de Ilhéus varia entre 24 e 25°C. A região está inserida no bioma Mata Atlântica e possui um clima quente e úmido sem estação seca bem definida (caracterizado como ‘Af’ na classificação de Köppen) (Alvares et al., 2013). Tem pluviosidade anual entre 1.300 e 2.000 mm e umidade relativa do ar que varia entre 80 e 90%.

Foi definida uma área de coleta aproximadamente retangular com cerca de 40 hectares de superfície (14°46’35”S 39°13’50”W). O sistema agroflorestal cacauzeiro utilizado no estudo é o de “derruba total”. Apresenta densidade por volta de 17,4 árvores por hectare e dossel descontínuo com árvores na faixa de 20 a 25 m de altura (Figura 02) (Gramacho et al., 1992). As árvores utilizadas no estudo foram todas da espécie *Erythrina fusca* Lour.



Figura 02 – Imagem realizada a partir de local aberto da área de estudo com as árvores de sombreamento (*Erythrina fusca*) e cacaueiros (*Theobroma cacao*). Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

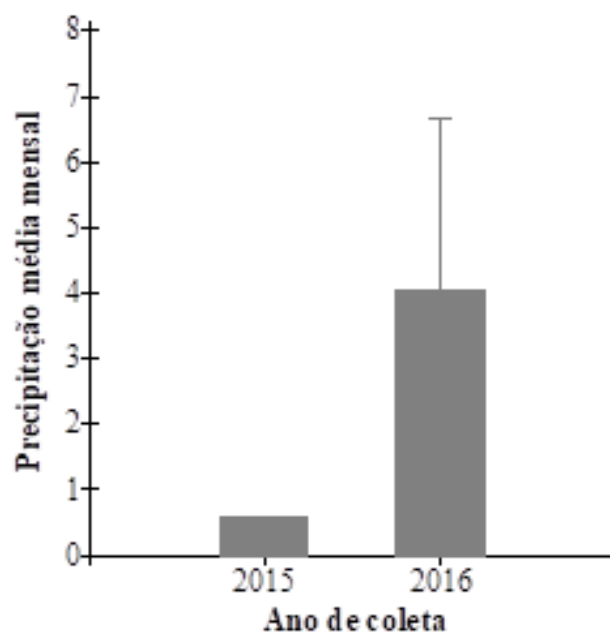


Figura 3 – Precipitação média diária dos meses que ocorreram as coletas na primeira (2015) e na segunda campanha (2016).

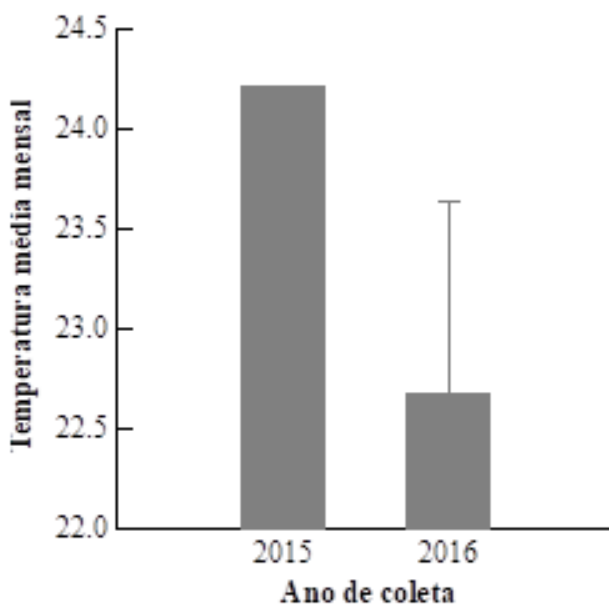


Figura 4 – Temperatura média mensal (em graus Celsius) dos meses de coleta na primeira (2015) e na segunda campanha (2016).

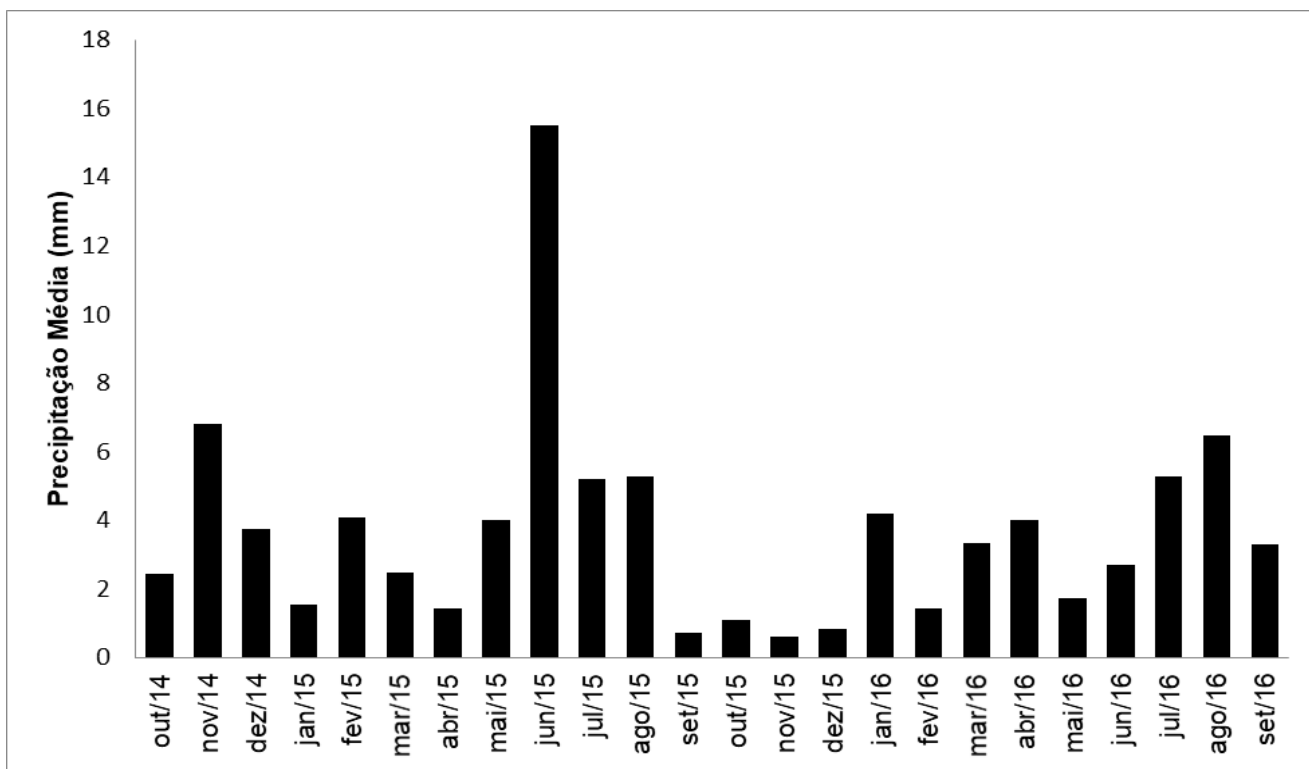


Figura 5 – Gráfico comparativo da média de precipitação diária (mm) de cada mês, de outubro de 2014 a setembro de 2016. Primeira campanha em novembro de 2015 e a segunda entre maio e agosto de 2016.

2.2 Desenho experimental e método de amostragem

Foram utilizadas 37 árvores de sombreamento. Para responder sobre os efeitos de poda nas assembleias de formigas nos três estratos, as árvores foram submetidas a três tipos de tratamento. Foram utilizadas 12 árvores para o tratamento controle (sem poda), 12 árvores para o tratamento com suspensão da copa até sete metros de altura (em relação ao chão) e 13 árvores para o tratamento com suspensão da copa até 12 metros de altura. As coletas das amostras foram feitas em duas campanhas, uma anterior à poda da copa das árvores (4 a 30 de novembro de 2015) e outra cerca de sete meses após a poda (17 de maio a 16 de agosto de 2016). Os dois tratamentos de poda seguiram a mesma determinação. Todas as ramificações saídas do eixo principal da árvore abaixo da altura estipulada, eram cortadas em sua base (Figura 06 - Esquema dos tratamentos de poda). Foi considerada apenas a altura no início das ramificações dos galhos.

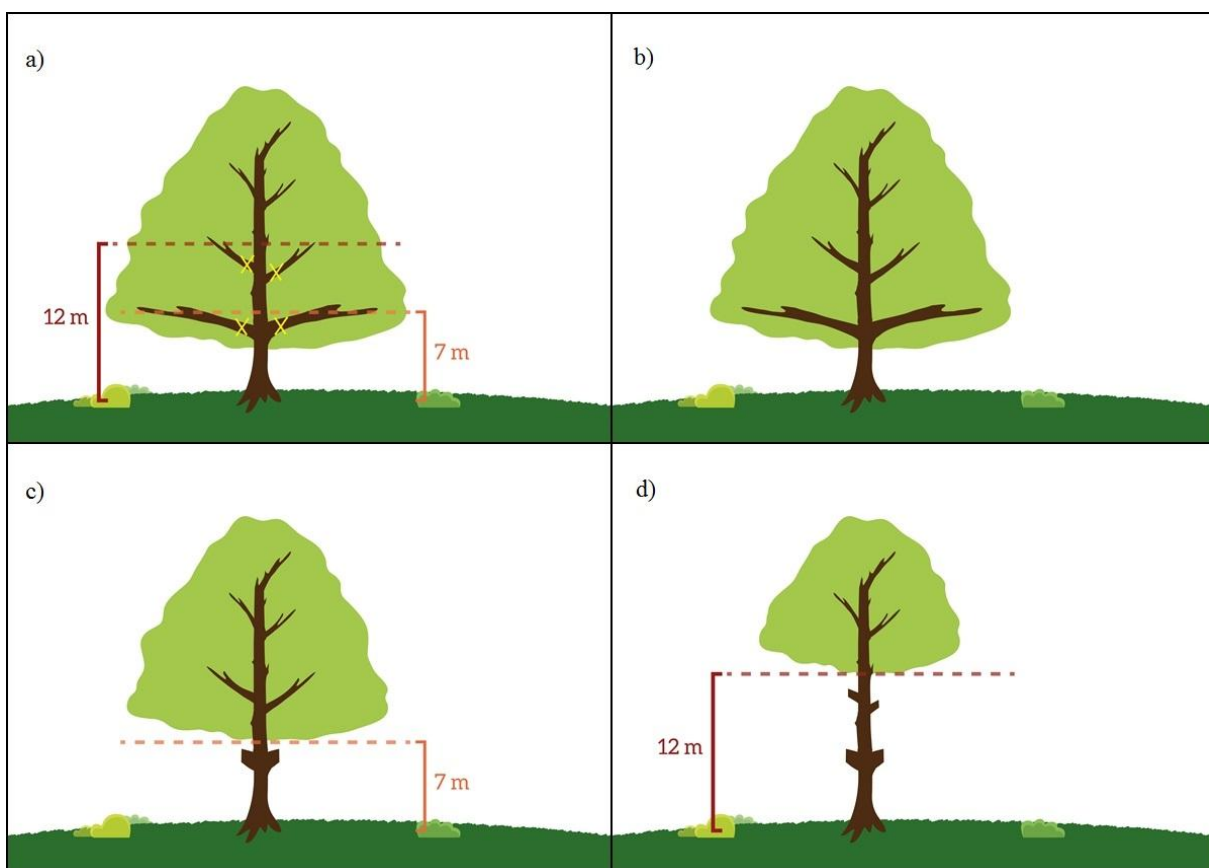


Figura 06 – Seleção dos galhos submetidos à poda nos três tipos de tratamentos de poda. a) Critério de seleção dos galhos para a poda. b) Tratamento controle (sem poda). c) Tratamento a sete metros. d) Tratamento a 12 metros.

Foram escolhidas árvores a pelo menos 100 metros das bordas e 50 metros uma da outra, a fim de evitar qualquer possível efeito de borda e garantir independência amostral. As árvores escolhidas para a pesquisa tinham entre 20 e 25 metros de altura, ao menos oito cacaueiros abaixo de sua copa e um fuste menor que cinco metros. Também era preciso haver um eixo principal verticalizado para garantir o acesso à copa para a poda.

Cada ponto amostral corresponde a 18 armadilhas, sendo que três delas foram colocadas na árvore de sombreamento, seis nos cacaueiros e nove na serapilheira. Cada campanha (campanha 1: antes da poda; campanha 2: depois da poda) contou com 37 pontos amostrais divididos em três diferentes tratamentos de poda.

Para a seleção dos cacaueiros, a área a ser amostrada foi subdividida em quadrantes segundo os eixos Norte-Sul e Leste-Oeste. Os quadrantes foram sorteados de forma que fossem escolhidos os cacaueiros das distâncias seguintes: 1 m, 6 m, e 12 m em relação ao tronco principal da árvore de sombra estudada, sendo que na coleta após a poda, o quadrante já sorteado não entraria mais no sorteio.

Nos cacaueiros, foram colocadas duas armadilhas nas alturas: baixa e alta, posicionadas a um e dois metros do solo. Foram amostrados três cacaueiros por campanha em cada ponto amostral, dispostos a diferentes distâncias em relação ao tronco principal da árvore de sombra estudada; respectivamente: um, seis e 12 metros.

Na serapilheira, foram colocadas nove armadilhas distribuídas às distâncias de um, seis e 12 metros, cada uma colocada em uma das três direções em relação à árvore (Norte, 120° e 240°, em sentido horário). Todas as armadilhas com isca permaneceram cinco horas em campo até serem coletadas e armazenadas em sacolas etiquetadas contendo um pedaço de algodão embebido em álcool e etiqueta de identificação da amostra. Posteriormente foram armazenadas em geladeira até a triagem. Todo o material foi triado, montado, identificado e os dados tabulados no Laboratório de Mirmecologia no CEPEC/CEPLAC.

As amostras foram coletadas em árvores de sombreamento, cacaueiros e serapilheira. Foram utilizadas armadilhas com isca de sardinha, óleo e mel, baseadas na metodologia de Leponce (*in littera*): Estas iscas foram colocadas em cada árvore de sombreamento utilizando um budoque como instrumento de arremesso com um peso amarrado na extremidade de uma linha de náilon para ascensão da corda que guia a armadilha com isca. Por árvore, foram dispostas três

armadilhas com iscas colocadas próximas ao eixo central, dispostas em três alturas diferentes classificadas como baixa (2 – 5 metros), média (7 – 10 metros) e alta (13 – 16 metros).

As iscas utilizadas eram constituídas de duas folhas de gaze (dispostas em cruz), duas folhas de papel toalha (dispostas em sentidos opostos em cima da gaze) e uma mistura de sardinha e mel. Esta mistura era composta por sardinha enlatada com óleo comestível, amassando e misturando com mel (cerca de 560g de mel para 18 latas de 90g de sardinha e óleo).

A variável da área da copa das árvores foi obtida através da medida em solo da distância do raio da copa em relação à base do tronco. As medidas foram tiradas nas direções dos quatro pontos cardinais. Para o cálculo da área da copa foi utilizada a fórmula da área da elipse

$$\left[\left(\frac{N+S}{2}\right) \times \left(\frac{L+O}{2}\right) \times \pi\right].$$

2.3 Análise dos dados

Uma curva de riqueza acumulada foi construída para verificar o grau de suficiência amostral do estudo nas comunidades de formigas para os dois períodos de coleta e de cada estrato. O número de espécies registradas foi plotado em função do número de iscas amostradas e 10.000 randomizações foram realizadas para gerar um intervalo de confiança.

Para verificar o efeito dos dois tipos tratamentos, suspensão da copa das árvores de sombreamento à 7m e 12m de altura em relação ao solo, do período de coleta (anterior a suspensão e após a suspensão das copas), da área de sombreamento da copa, do distanciamento em relação às árvores estudadas, foi processado o GLM (Modelos lineares Generalizados) usando como variável resposta a riqueza da assembleia de formigas para cada estrato (Dossel, cacaueiro e serapilheira), e como variáveis explicativas, as variáveis tratamento (controle, 7m e 12m de altura), área de sombreamento (cobertura de dossel), distância em relação à árvore estudada, e o período da coleta. Utilizamos como covariável o período da coleta de forma categórica, agrupando as amostras anteriores à suspensão da copa e as amostras posteriores à suspensão das copas, visando verificar efeitos indiretos do período da coleta em relação à riqueza de formigas para os três estratos estudados.

Para a obtenção dos modelos mínimos adequados, as variáveis explicativas não significativas foram excluídas ($p > 0.05$); quando diferenças significativas foram observadas nas categorias de tratamento das árvores de sombreamento e distância em relação à árvore de sombra ($p < 0.05$), os dados foram submetidos à análise de contraste para agregação dos níveis não significativos (Crawley, 2013). Todos os modelos foram submetidos à análise de resíduos para

testar a adequação ideal da distribuição de erros (Crawley 2013). Todas as análises foram realizadas no programa R (R Core Team 2017) e utilizou-se o pacote *Vegan* (Oksanen et al., 2013).

Foi construída uma matriz com os registros de presença / ausência das espécies de formigas encontradas no estudo. Foram avaliadas diferenças na eficiência da amostragem realizada em relação às diferentes campanhas, os estratos, bem como às categorias de distância em cada estrato por comparação de curvas de acumulação de espécies. As similaridades das diferentes assembleias de formigas foram comparadas com o índice de Jaccard. Estas análises foram realizadas no EstimateS v. 9.1 (Colwell, 2013).

Para avaliar se existe mudança na composição das comunidades de formigas de acordo com os três estratos (Dossel; Cacaueiro e Serapilheira), foi realizada uma Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA; Anderson, 2001). Nesta análise, a frequência de ocorrência de cada espécie de formiga em cada um dos pontos amostrais ou árvore foi a variável resposta, enquanto a variável preditora foi o estrato onde a espécie foi observada. Foi utilizada a distância de similaridade calculada pelo índice de Jaccard. A significância estatística foi obtida através de comparações com um modelo nulo (4.999 permutações da matriz original). A mesma análise foi realizada considerando cada uma das duas diferentes campanhas realizadas: antes e depois da poda, assim como considerando um possível efeito de interação entre os fatores estrato e campanha.

Usando a Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA; Anderson, 2001), nós testamos a influencia do período/campanha da coleta e os tratamentos para os três estratos, e a distância da coleta apenas para os estratos ‘Cacaueiro’ e ‘Serapilheira’ sobre a composição da assembleia de formigas, usando a distância de Jaccard e 1.000 permutações. PERMANOVA é uma ANOVA permutacional, desenvolvida para testar respostas simultâneas de uma ou mais variáveis para um ou mais fatores (pacote *Vegan*; Oksanen et al., 2013). A análise foi realizada no programa R (R Core Team 2017).

3 RESULTADOS

Foram registradas em todo o estudo 98 espécies de formigas, pertencentes a 26 gêneros de seis subfamílias (Tabela 1, em anexo). As subfamílias encontradas foram: Myrmicinae (54 espécies), Formicinae (13 espécies), Ponerinae (11 espécies), Pseudomyrmecinae (nove

espécies), Dolichoderinae (oito espécies) e Ectatomminae (quatro espécies). Os gêneros com maior representatividade foram *Pheidole* (21 espécies), *Crematogaster*, *Pseudomyrmex* (oito espécies ambas), *Cephalotes*, *Solenopsis* (ambas com sete espécies registradas), *Neoponera*, *Nylanderia* (ambas com seis espécies) e *Camponotus* (com cinco espécies) (Tabela 1). As espécies mais frequentes foram: *Monomorium floricola* (13,9%), *Crematogaster erecta* (9,2%), *Wasmannia auropunctata* (7,3%), *Cephalotes atratus* (6,9%) e *Solenopsis geminata* (5,7%). Estas cinco espécies juntas equivalem a 43% do total das ocorrências.

Dentre as 98 espécies formigas observadas, 68 foram coletadas no estrato ‘cacaueiro’, 66 no da ‘serapilheira’ e 46 no da ‘árvore de sombreamento’. O estrato que apresentou um maior número de espécies de formigas exclusivas foi a serapilheira, com 20 espécies (Figura NMDs 1, em vermelho). As espécies que apresentaram maior frequência de ocorrência nesse estrato foram *Monomorium floricola* (14,3%), *Solenopsis geminata* (9,3%), *Wasmannia auropunctata* (8,3%), *Solenopsis* sp1 (7,5%) e *Nylanderia fulva* (6,4%). Dos 26 gêneros registrados em todo o estudo, *Pachychondyla*, *Octostruma* e *Atta* foram encontrados exclusivamente nesse estrato (Tabela 1).

No estrato ‘cacaueiro’ foram registradas 19 espécies exclusivas (Figura NMDs 1, em azul). As espécies com um maior número de registros foram *Monomorium floricola* (15,6%), *Crematogaster erecta* (14,5%), *Cephalotes atratus* (12,4%), *Wasmannia auropunctata* (6,8%) e *Crematogaster curvispinosa* (6,2%). Alguns gêneros como *Cyphomyrmex*, *Dolichoderus*, *Procyptocerus* e *Strumigenys* só ocorreram nesse estrato. Somente sete espécies de formigas foram registradas exclusivamente no estrato ‘árvore de sombreamento’. Dentre essas, *Nesomyrmex asper*, única espécie do gênero registrada no estudo, ocorreu exclusivamente nesse estrato. As espécies: *Crematogaster erecta* (19,4%), *Cephalotes atratus* (18,6%), *Monomorium floricola* (9,4%), *Wasmannia rochai* (8,0%) e *Azteca paraensis* (5,3%) foram as que ocorreram em um maior número de amostras nesse estrato (Tabela 1 em anexo).

3.1 Estrutura das assembleias de formigas em função dos estratos

3.1.1. Riqueza de espécies de formigas

As curvas de acumulação de espécies para os três estratos estudados apresentam uma maior tendência de estabilidade para o estrato árvore de sombreamento (Figura 07, curva 1).

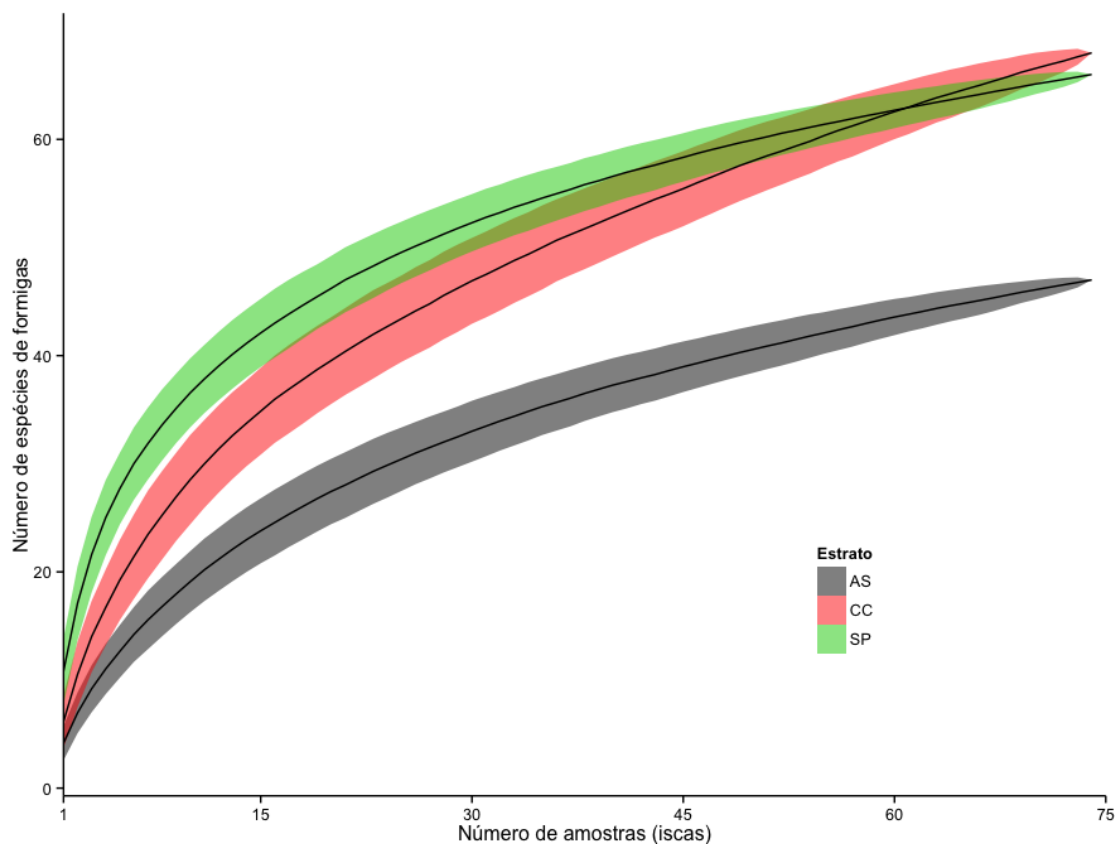


Figura 07, Curva 1 – Curvas de acumulação de espécies de formigas de ambas as campanhas para os três estratos (AS= árvore de sombreamento, CC= cacaueiros e SP= serapilheira). Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

3.1.2. Composição das assembleias de formigas

A frequência de ocorrência das espécies de formigas apresentou variações de acordo com os diferentes estratos estudados: ‘árvore de sombreamento’, ‘cacaueiro’ e ‘serapilheira’ (Tabela 1 em anexo). Essa variação na composição das assembleias de formigas foi significativamente diferente entre os estratos estudados ($p < 0.001$; Figura NMDs 1). Os estratos que apresentaram maior similaridade na composição das assembleias de formigas foram ‘Cacaueiro’ e ‘Serapilheira’, apresentando cerca de 48% de similaridade. A assembleia de formigas do estrato ‘Árvore de sombreamento’ apresentou uma similaridade de aproximadamente 44% com os outros dois estratos (Figura 08 - Similaridade).

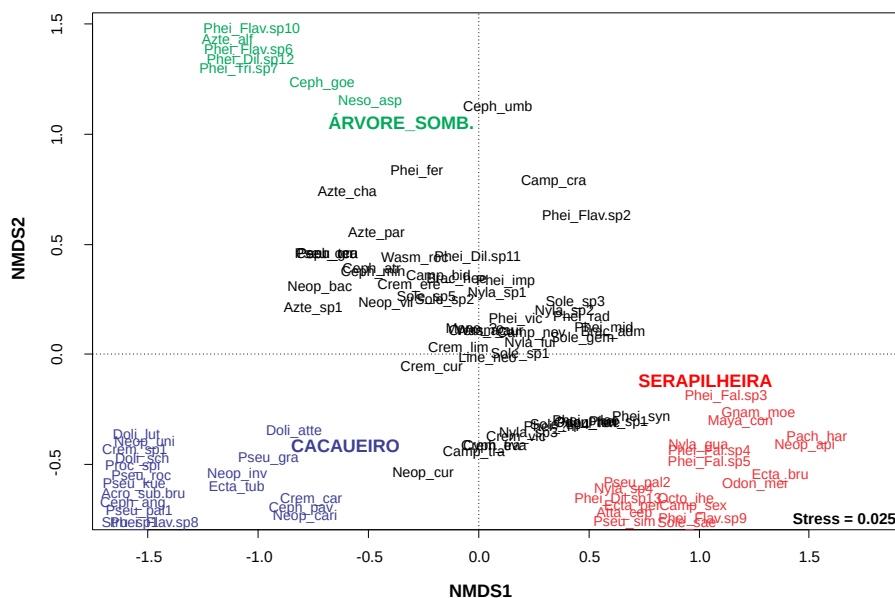


Figura NMDS1 – Ordenação não-métrica multidimensional (NMDS) em duas dimensões das assembleias de formigas de ambas as campanhas para os três estratos (AS = árvore de sombreamento; CC = cacaueiro; SP = serapilheira). Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

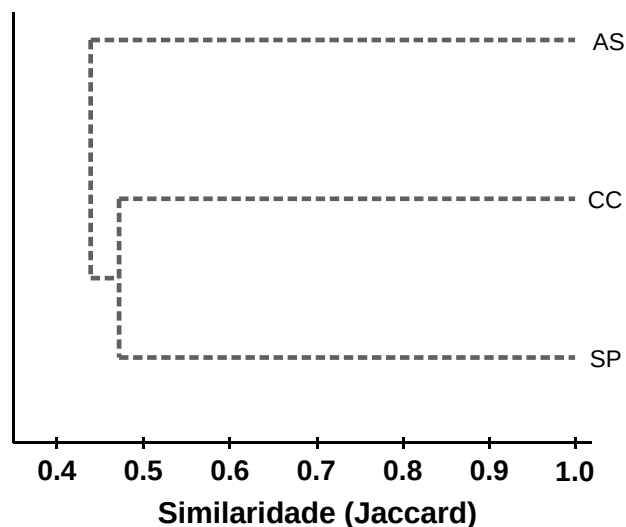


Figura 08 - Dendrograma de similaridade das assembleias de formigas de ambas as campanhas para os estratos: 'Árvore de sombreamento', 'Cacaueiro' e 'Serapilheira'. Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

4.2 Estrutura das assembleias de formigas em função da suspensão das copas das árvores (poda)

3.2.1. Riqueza de espécies de formigas

Foi observado um maior número de espécies de formigas na primeira campanha (antes da poda) para os três diferentes estratos estudado, sendo a amplitude dessa diferença (representado

por cerca de 10 espécies) maior para o estrato ‘cacaueiro’ (Figura 09). Em relação ao número total de registros, para todos os estratos foi observada uma diminuição da primeira para segunda campanha (Figura 10). O estrato ‘serapilheira’ apresentou praticamente três vezes mais espécimes de formigas do que o estrato ‘cacaueiro’ e cerca de quatro vezes mais do que o estrato ‘árvore de sombreamento’, tanto antes quanto depois da poda (Fig. 11).

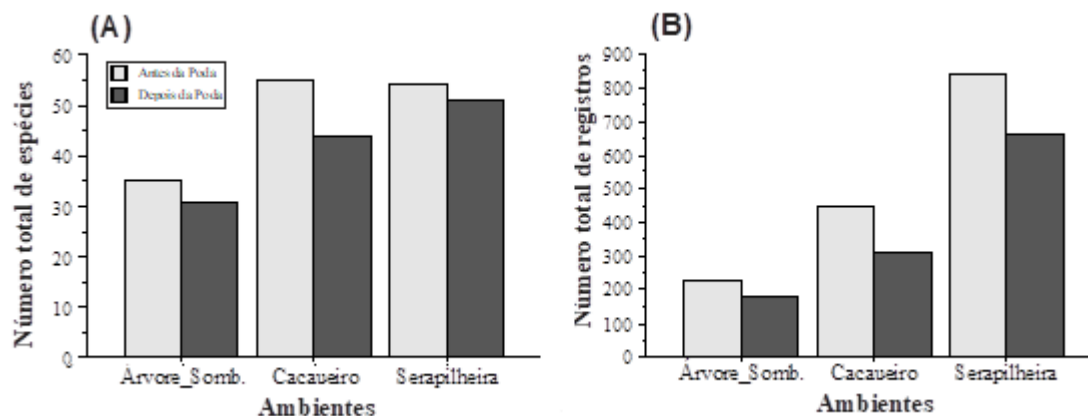


Figura 09 e 10 - Relação entre o número de espécies registradas (A) e número total de registros = espécimes de formigas de acordo com as campanhas antes e depois da poda e os estratos: AS, CC e SP. Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

Foi verificada a diminuição da riqueza média de espécies de formigas entre as duas campanhas de estudo nos diferentes estratos: árvore de sombreamento (Figura 11, $p=0.02$), cacaueiro (Figura 12, $p<0.0001$) e serapilheira (Figura 13, $p<0.0001$). As curvas de acumulação de espécies não atingiram um platô em nenhum dos estratos (Figura 07, Curva 1) e em nenhuma das campanhas (Figura 14, Curva 2)

Não houve relação entre a riqueza de espécies de formigas e os tratamentos de poda para nenhum dos estratos (Tabela 02). Em relação à área de sombreamento, não houve relação entre a riqueza de espécies e área de sombreamento no estrato de serapilheira (Tabela 02). Já no estrato ‘cacaueiro’, foi encontrada uma relação positiva ($p=0.02$) entre área de sombreamento e riqueza de espécies em ambas as campanhas (Figura 12).

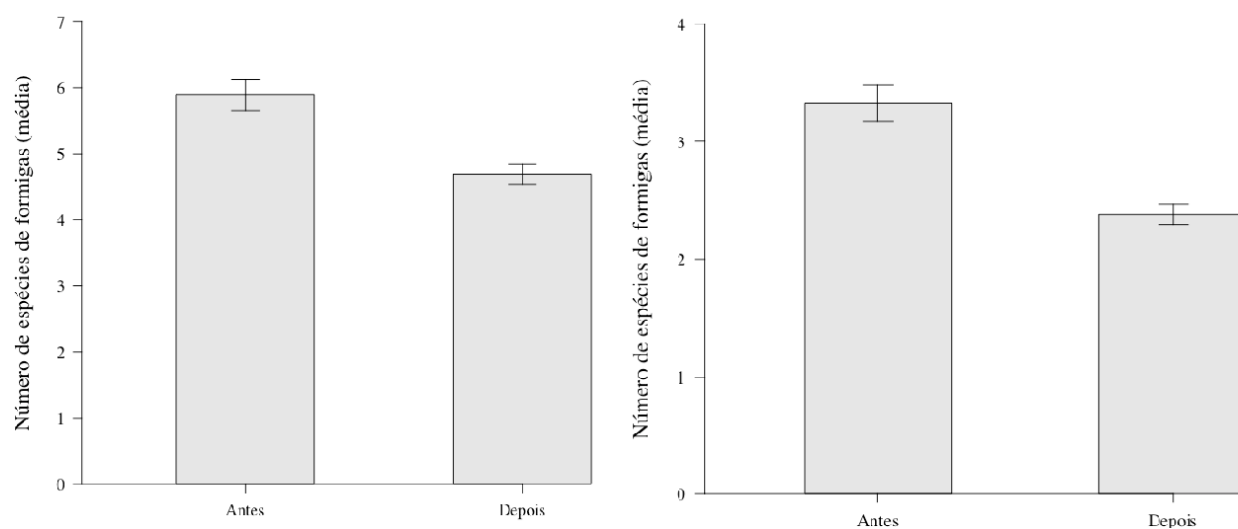


Figura 11 - Riqueza de serapilheira antes e depois; **Figura 12** - Riqueza do estrato cacauero antes e depois

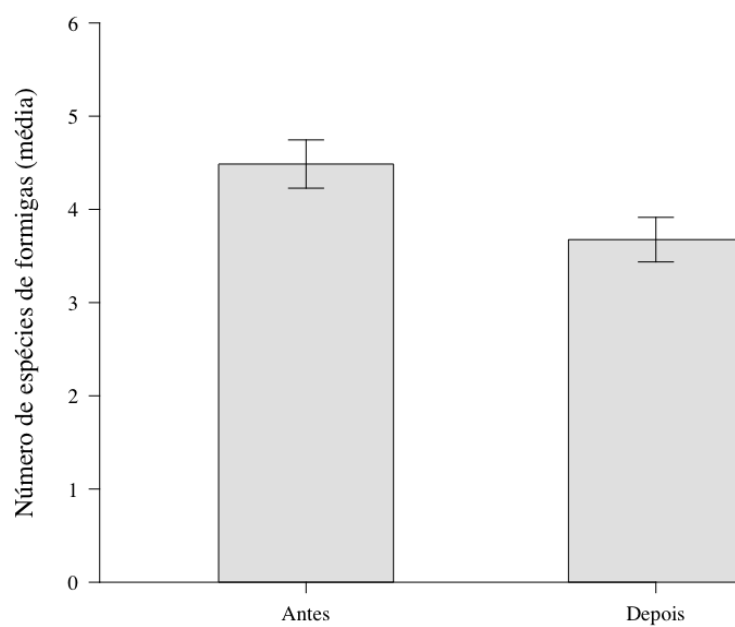


Figura 13 - Riqueza de árvore de sombreamento antes e depois

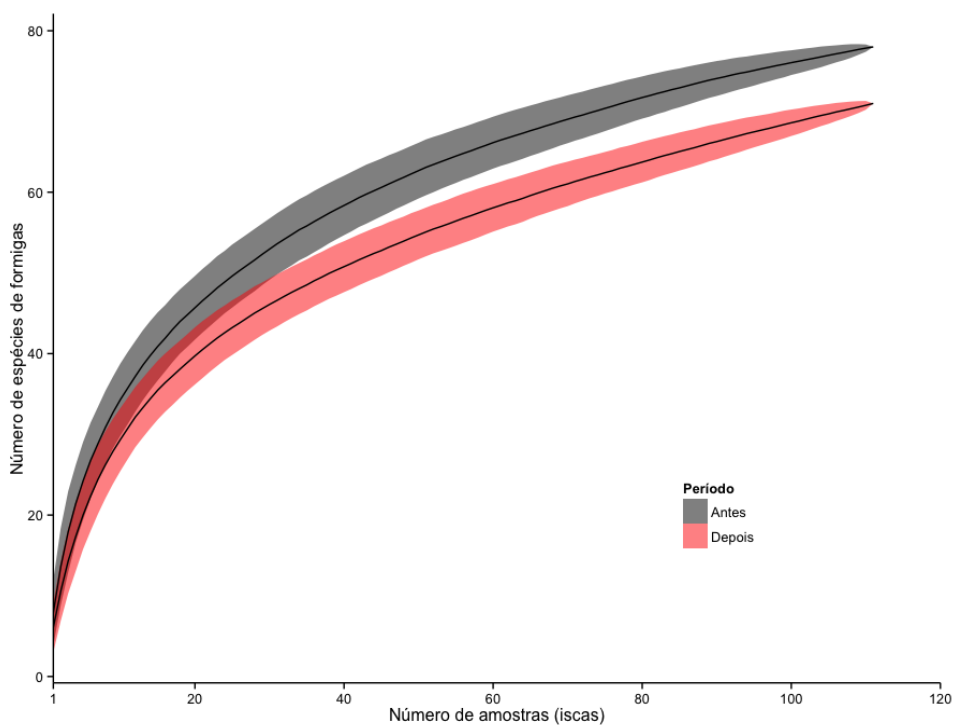


Figura 14, Curva 2 - Curvas de riqueza acumulada de formigas para os dois períodos de coletas (Antes= anterior à suspensão da copa da árvore de sombreamento; Depois= posterior à suspensão da copa da árvore de sombreamento). Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

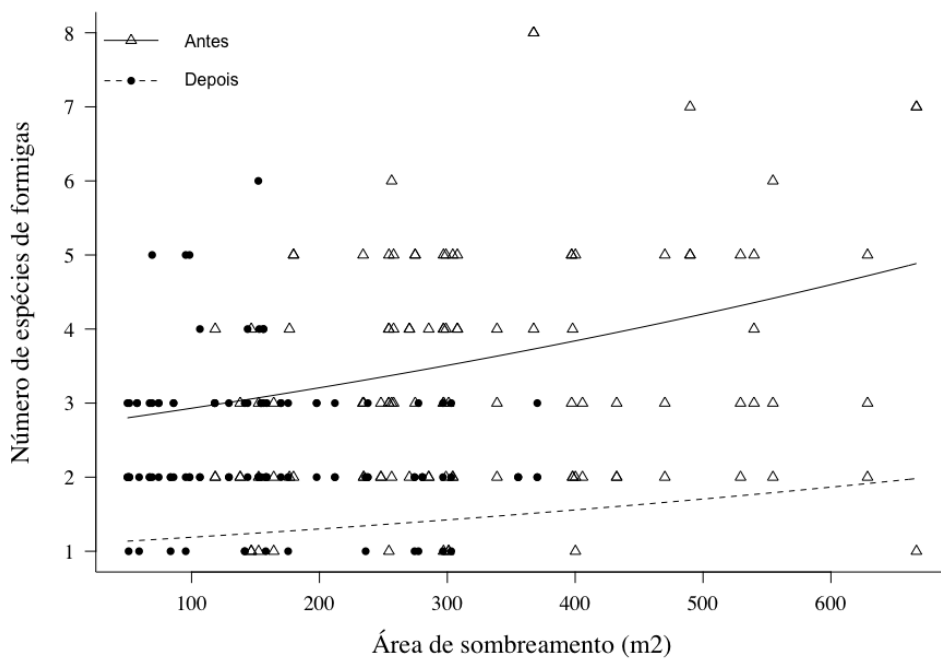


Figura 15 - Efeito da área de sombreamento (m²) na riqueza da assembleia de formigas presentes nos cacauzeiros (Antes= anterior à poda da copa da árvore de sombreamento; Depois= posterior à poda da copa da árvore de sombreamento). Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC.

3.2.2. Composição das assembleias de formigas

Dentre as 98 espécies de formigas registradas em todo o estudo, 78 foram registradas na primeira campanha (anterior à suspensão da copa), enquanto que 71 foram registradas na segunda campanha (posterior à suspensão da copa). Quando se considera os estratos, somente a variação na frequência de ocorrência de algumas espécies é mais evidente. No estrato ‘árvore de sombreamento’, *Azteca chartifex* que não foi registrada na primeira campanha, apresentou 10 registros na segunda. O contrário ocorreu com *Brachymyrmex heeri*, que apresentou oito registros na primeira campanha e não foi registrada na segunda. No estrato ‘cacaueiro’, a espécie *Dolichoderus attelaboides* que apresentou 13 registros na primeira campanha, foi encontrada somente três vezes na segunda. Algumas espécies, como *Crematogaster erecta* e *C. limata* apresentaram reduções significativas na frequência de ocorrência da primeira campanha para a segunda (Tabela 1, em anexo).

Foram observadas mudanças significativas na composição das assembleias de formigas quando se considera tanto os estratos estudados como as diferentes campanhas ($p < 0.001$; Figura NMDS 2, em anexo). Houve também uma interação entre campanha e estrato. O estrato que apresentou maior similaridade na composição da assembleia de formigas em relação às duas diferentes campanhas realizadas foi ‘Serapilheira’ (cerca de 60%). Para o estrato ‘Cacaueiro’ a similaridade em relação à campanha foi de aproximadamente 56%, enquanto que o estrato ‘Árvore de sombreamento’ foi o que apresentou menor similaridade (aproximadamente 45%) (Fig. similaridade 2).

A composição das assembleias de formigas presentes na copa das árvores de sombreamento, nos cacaueiros e na serapilheira foram influenciadas pelo período da coleta, anterior e posterior a suspensão das copas, ($p=0.007$, $p=0.001$ e $p=0.001$, respectivamente). Porém, não foram identificadas diferenças na composição das mesmas entre os diferentes tipos de tratamento para os três estratos, assim como não foram identificadas interações do tratamento e campanha com sua composição nos três estratos (Tabela 03).

Quando se compara as curvas de acumulação de espécies em função do número de pontos amostrais para as diferentes categorias de distância em cada estrato, observam-se diferenças nos padrões encontrados em relação aos estratos. Para o estrato ‘árvore de sombreamento’, a curva que representa a distância média antes da poda foi a que apresentou um maior número de espécies com o esforço amostral realizado, seguido pela distância baixa, que foi a que apresentou

um menor número de espécies na segunda campanha (pós-poda), considerando o mesmo esforço de coleta. A curva referente à categoria de distância alta não apresentou diferença em relação à campanha, mostrando sobreposição com a curva referente à categoria de distância média pós-poda (segunda campanha) (Figura 17, Curva final 5).

Para o estrato ‘cacaueiro’, as curvas de esforço amostral foram mais ascendentes na primeira campanha em relação a segunda para todas categorias de distância. A curva que apresentou um maior número de espécies em relação ao esforço foi a referente à distância de 6 m, apresentando uma grande tendência à estabilidade na segunda campanha (Figura 17, Curva final 6). O mesmo padrão encontrado para o estrato ‘cacaueiro’ também foi observado para a ‘serapilheira’ entretanto nesse estrato, as curvas foram mais uniformes e, de maneira geral, apresentam uma maior tendência à estabilidade com o número de pontos amostrais do estudo, em relação aos outros estratos (Figura 17, Curva final07).

Estrato	Variável resposta	Variável explicativa	df	Deviance/F	P
Árvore de sombra	Riqueza de espécies	campanha	1	2.985	0.02*
		tratamento	2	0.567	0.61
		campanha:tratamento	2	0.277	0.78
Cacaueiro	Riqueza de espécies	campanha	1	17.215	<0.0001*
		tratamento	2	1.269	0.28
		área de sombreamento	1	2.678	0.02*
Serapilheira	Riqueza de espécies	campanha	1	15.0868	<0.0001*
		tratamento	2	1.5593	0.38
		área de sombreamento	1	0.4908	0.44

Tabela 02 - Resultados para riqueza (GLM)

Estrato	Variável resposta	Variável explicativa	df	R2	P
Árvore de sombra	Composição de espécies	campanha	1	0.028	0.007*
		tratamento	2	0.022	0.73
		campanha:tratamento	2	0.014	0.99
Cacaueiro	Composição de espécies	campanha	1	0.024	0.001*
		tratamento	2	0.012	0.09
		campanha:tratamento	2	0.008	0.53
Serapilheira	Composição de espécies	campanha	1	0.017	0.001*
		tratamento	2	0.011	0.32
		campanha:tratamento	2	0.009	0.30

Tabela 03 - Análise de composição (PERMANOVA)

4 DISCUSSÃO

Sobre as espécies mais comuns, tais como *Monomorium floricola*, *Crematogaster erecta* e *Wasmannia auropunctata*, essas são comumente encontradas nas pesquisas realizadas nas áreas de cacauel no sul da Bahia (Conceição et al., 2014; Majer et al., 1994). *Monomorium floricola* é uma espécie com ampla distribuição global presente em vários tipos de ambientes (Wetterer, 2010;). Sua frequência excepcional pode ser devido ao seu tamanho reduzido ou comportamento de evitar outras formigas dominantes (Conceição et al., 2014), além de sua capacidade de nidificação também em locais pequenos (Wetterer, 2010). *Cr. erecta* e *W. auropunctata* são espécies com populações numerosas e com grande capacidade de recrutamento. Além disso, estas espécies apontadas com características dominantes são competidoras e importantes estruturadoras da comunidade de formigas de cacauel (Majer et al., 1994).

A diferença da composição entre as assembleias de formigas dos três estratos se dá pelas importantes diferenças que existem entre os estratos. Estas diferenças conferem especificidades suficientes para serem percebidos pelas assembleias como habitats diferentes. Assim, estes estratos possuem características que podem variar como a insolação, custo de deslocamento de operárias, e qualidade e quantidade de alimentos disponíveis (Kaspari; Yanoviak, 2000). Essas especificidades dos recursos existentes podem ser condições ótimas para algumas espécies e limitante para outras.

Foi verificado que a assembleia de formigas do estrato ‘cacaueiro’ é mais similar à assembleia da ‘serapilheira’ do que da ‘árvore de sombreamento’ (Figura 08, Similaridade 1). Semelhanças entre o estrato ‘cacaueiro’ e o ‘árvore de sombreamento’ como o trânsito vertical, interação com hemípteros e maior variação de umidade podem contribuir para uma estrutura de comunidade mais parecida. A presença de solo suspenso em bromélias nas árvores de sombreamento (DaRocha et al., 2015) também pode contribuir para um aumento da ocorrência das mesmas espécies nas árvores e na serapilheira. No entanto, comprimento do tronco da árvore de sombreamento deve isolar a fauna da serapilheira em relação ao dossel enquanto o tronco curto dos cacaueiros facilita o trânsito de espécies da copa para a serapilheira e vice-versa. A baixa conectividade das árvores de sombreamento com os cacaueiros também pode contribuir para uma menor similaridade entre as assembleias destes dois estratos.

Ainda que houvesse uma redução da riqueza de espécies de formigas na segunda campanha (após manejo da copa), não foi encontrada diferença entre a riqueza de formigas dos

três tipos de tratamentos para nenhum dos estratos (Tabela 02). O padrão de diminuição da riqueza de espécies na segunda campanha também foi encontrado no tratamento controle. Esse padrão foi encontrado nos três estratos estudados. Embora não haja sazonalidade na região, o ambiente ainda pode estar sujeito a mudanças em seu padrão climático. No ano de 2015 ocorreu o fenômeno El Niño que teve como consequência provocar uma diminuição dos níveis de chuva na região do Nordeste (De Melo, 1999). Apesar de desde 2012 a região Nordeste ter entrado em um período de seca acima do normal, o episódio de El Niño de 2015 foi um dos mais fortes já registrados (Marengo et al., 2016). Em consequência da seca, houve uma baixa na produtividade vegetal (Marengo et al., 2016) e isso teve consequências na fauna de formigas.

Essa maior riqueza na campanha em época de seca pode ser explicada pela dinâmica do comportamento das formigas diante dos efeitos do grande déficit hídrico. Na mirmecofauna neotropical é esperado que em período de seca haja uma menor abundância e complexidade de espécies (Levings, 1983). No entanto, períodos de seca podem afetar negativamente populações de espécies de formigas territorialmente dominantes (Fagundes et al., 2009). Competição e relações de dominância são importantes fatores estruturadores da comunidade de formigas agrossistema cacaueiro (Majer et al., 1994). A diminuição da força competitiva dessas espécies pode contribuir para a ocupação de espaços e o uso de outros recursos por demais espécies e contribuir para um aumento da riqueza de espécies observadas em período de seca (Fagundes et al., 2009). Mesmo que essa redução da riqueza de espécies de formigas observadas na segunda campanha tenha ocorrido também nos pontos de tratamento controle, é importante considerar que ela aconteceu na campanha em que não houve o tratamento de poda. O efeito do aumento da riqueza de espécies de formigas ainda poderia ser diferente caso as árvores estivessem com suas copas reduzidas neste período de estiagem.

Embora os tratamentos de poda de sete de 12 metros tenham causado uma redução na área e volume de copa das árvores de sombreamento, não foi observada uma diferença na composição das assembleias entre os tratamentos em nenhum dos estratos (Tabela 03). Essa mudança na estrutura do ambiente não foi fator suficiente para causar uma mudança na dinâmica das assembleias que se refletisse em sua composição. Ainda que no aspecto geral não se tenha tido respostas na composição, certos grupos de formigas mais sensíveis a tais mudanças podem ter respondido de forma mais evidente. Diferenças comportamentais, fisiológicas e tróficas determinam como os grupos de formigas percebem o ambiente em que se inserem e como

respondem de formas diferentes às mesmas mudanças ambientais. Características como tamanho corporal também pode ser um fator a contribuir para a resistência à exposição à luminosidade (Kaspari et al., 2014). Além disso, características fisiológicas do gênero *Pseudomyrmex* por exemplo, permitem uma maior resistência mesmo quando comparadas a algumas outras espécies de tamanho maior (Kaspari et al., 2014).

Fagundes et al. (2009) observaram que estações secas e chuvosas são responsáveis de composições diferentes de espécies de formigas e atribuíram à alimentação, comportamento e perda de heterogeneidade ambiental explicação dessa diferença. A região do atual estudo não apresenta sazonalidade com estações secas e chuvosas bem definidas, situação diferente do citado estudo (Fagundes et al., 2009) realizado em vegetação montana. No entanto, a atipicidade da seca da primeira campanha deve ser considerada (Figura 5). A não diferenciação entre os três tipos de tratamento (Tabela 03) permitiu que diante do efeito da diferença na composição entre as campanhas, esta fosse atribuída à diferença entre os atributos climáticos observados (Figuras 13 e 4).

O fenômeno climático observado mostrou-se mais importante como fator de mudança da composição de espécies de formigas nos três estratos do que a modificação da copa das árvores de sombreamento através do manejo.

Apesar dos tratamentos não terem apresentado diferenças em sua riqueza para nenhum dos estratos (Tabela 02), a área da copa da árvore de sombreamento apresentou uma relação positiva com o estrato cacaueiro (Figura 15) e nenhuma com a serapilheira. Isso pode ser devido à menor variação de umidade e temperatura e menor incidência luminosa apresentada pela serapilheira quando comparada ao dossel (Parker, 1995) e provavelmente ao estrato “cacaueiro”.

A maior incidência luminosa nos cacaueiros resultante de copas com menor área de sombreamento resultou na diminuição da riqueza de espécies de formigas deste estrato. O aumento da incidência gera provavelmente um aumento da temperatura no local e o estresse hídrico consequente disto funcionaria como fator limitante para o forrageio de formigas nos cacaueiros. Devido ao menor tamanho dos cacaueiros comparado às árvores de sombreamento, espécies da assembleia de formigas de serapilheira ocasionalmente forrageiam neste estrato. Por isso, cacaueiros em áreas menos sombreadas podem ter sua riqueza diminuída não só pelo impedimento à nidificação de espécies menos tolerantes a áreas pouco sombreadas, mas também por isto servir fator limitante para a visitação de espécies vindas da serapilheira.

As iscas da parte superior das árvores de sombreamento foram menos expostas em consequência da suspensão da copa, pois estavam acima dos limites de corte, independentemente dos tratamentos de poda. A arquitetura da árvore facilita com que o desbaste dos galhos inferiores não ocasiona maiores interferências nas estruturas superiores da árvore. Provavelmente, esse desbaste dos galhos mais abaixo altera pouco as condições de luminosidade. Além disto, a parte mais alta da árvore é a de maior exposição à luminosidade e com as condições de maior estresse hídrico. Tais características microclimáticas podem condicionar as espécies que ali habitam a condições semelhantes à de estiagem tais como aconteceu na primeira campanha. Nesse caso, se manteve um padrão comportamental de forrageio pelas formigas semelhante nas duas campanhas e mantendo a riqueza de espécies amostradas.

5 CONCLUSÃO

Estudos que avaliem práticas de manejo do sistema agroflorestal cacaueiro são necessários para que haja um mútuo benefício entre a produção e a conservação de espécies. Com isso, concluiu-se que fatores climáticos são mais importantes na determinação da composição das assembleias de formigas dos estratos do que o manejo da copa. Não foi verificada nenhuma relação entre os tratamentos de poda e a composição e riqueza das assembleias de formigas nos estratos. Apesar disso, alguns grupos de formigas de importância ecológica e/ou para o controle biológico de insetos danosos à lavoura, podem responder a essas variáveis. Porém, uma maior área de copa das árvores de sombreamento contribui para uma maior riqueza de espécies de formigas nos cacaueiros.

6 REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Alves, J. L. M. G., Sparovek, G (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, (pp. 711-728)
- Babin, R., ten Hoopen, GM., Cilas, C., Enjalric, F., Yede, Gendre, P., Lumaret, JP. (2010); Impact of shade on the spatial distribution of *Sahlbergella singularis* in traditional cocoa agroforests. *Agricultural and Forest Entomology* (pp. 69–79) doi: 10.1111/j.1461-9563.2009.00453.x
- Basset, Y., Cizek, L., Cuénoud, P., Didham, R.K., Guilhaumon, F., Missa, O., Novotny, V., Ødegaard, F., Roslin, T., Schmid, J., Tishechkin, A. K., Winchester, N. N., Roubik, D. W., Aberlenc, H.P., Bail, J., Barrios, H., Bridle, J. R., Meneses, G. C., Corbara, B., Curletti, G., Rocha, W. D., Bakker, D., Delabie, J. H. C., Dejean, A., Fagan, L. L., Floren, A., Kitching, R. L., Medianero, E., Miller, S. E., Oliveira, E. G., Orivel, J., Pollet, M., Rapp, M., Ribeiro, S. P., Roisin, Y., Schmidt, J. B., Sørensen, L., Leponce, M. (2012). Arthropod diversity in a tropical forest. *Science*. doi: 10.1126/science.1226727
- Cassano, C. R., Schroth G., Faria, D., Delabie, J. H. C., Bede, Lucio. (2008). Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* (pp. 577-603) doi: 10.1007/s10531-008-9526-x
- Colwell RK (2013). Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Disponível em: purl.oclc.org/estimates
- Conceição, E. S., Delabie, J. H. C., Della Lucia, T. M. C., Costa Neto, A. O., Majer, J. D. (2014). Structural changes in arboreal ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in an age sequence of cocoa plantations in the south-east of Bahia, Brazil. *Austral Ecology*, (v. 55, n. 3)
- Crawley, M. J. (2013). *The R Book*. Wiley, 2nd Edition
- DaRocha W.D., Ribeiro, S.P., Neves, F.S., Fernandes, G.W., Leponce, M., Delabie, J.H.C. (2015). How does bromeliad distribution structure the arboreal ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) on a single tree in a Brazilian Atlantic forest agroecosystem? *Myrmecological News*, (v.21 pp.83-92).
- DaRocha, W.D., Neves, F.S., Dáttilo, W., Delabie, J.H.C. (2016). Epiphytic bromeliads as key components for maintenance of ant diversity and ant-bromeliad interactions in agroforestry system canopies. *Forest Ecology and Management* (v. 372, pp. 128-136). doi:

10.1016/j.foreco.2016.04.011

De Melo, J. C. (1999). O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. *Raízes*, Ano XVIII, (n. 20, pp. 13-21).

Dean, W. (1996). *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Cia. das Letras, (2004). (pp. 484)

Delabie, J. H. C., Benoît, J., Nascimento, I. C., Mariano, C. S. F., Lacau, S., Campiolo, S., Stacy, M.P., Leponce, M. (2007). Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity Conservation* (pp. 2359-2384) doi: 10.1007/s10531-007-9190-6

Ellwood, M. D. F., Foster, W.A. (2004). Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy. *Nature* (pp. 549–51) doi: 10.1038/nature02560

Fagundes, R., do Espírito – Santo, N. B., Silva, G. L., Maia, A. C. R., Santos, J. F. L., Ribeiro, S. P. (2009). Efeito das mudanças climáticas sazonais no forrageio de Formigas em uma área de mata estacional semidecidual montana. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço – MG

Gramacho, I.C.P., Magno, A.E.S., Mandarino, E.P., Matos, A., (1992). *Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia*. CEPLAC, Ilhéus. (pp. 124)

Hallé, F., Oldeman, R. A. A., Tomlinson, P. B. (1978). *Tropical Trees and Forests, an Architectural Analysis*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. New York, (pp. 441)

Hölldobler, B., Wilson, E. O. (1994). *The Ants*. Massachusetts: Harvard University Press

Hooks, C. R. R., Fereres, A. (2006). Protecting crops from non-persistently aphid-transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool. *Virus Research* (pp. 1–16) doi: 10.1016/j.virusres.2006.02.006

Hunt, J. H. (2003). Cryptic herbivores of the rainforest canopy. *Science* (pp 916-917) doi: 10.1126/science.1085065

Kaspari, M., Clay, N. A., Lucas, J., Yanoviak, S. P., Kay, A. (2014). Thermal adaptation generates a diversity of thermal limits in a rainforest ant community. *Global Change Biology*. doi: 10.1111/gcb.12750

Lawton, J. H. (1983). Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, (pp. 23-39) doi: 10.1146/annurev.en.28.010183.000323.

- Leston, D. (1973). The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pest and diseases. *Pans* (v. 19/33, pp. 11–339)
- Levings, C.(1983). Seasonal, annual, and among - site variation in the ground ant community of deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* (v. 53, pp. 435 – 455)
- Majer, J. D., Delabie, J. H. C., Smith, M. R. B (1994). Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica* (v. 26/1, pp. 73–83) doi: 10.2307/2389112
- Marengo, J.A., Cunha, A.P., Alves, L.M. (2016). A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Revista Climanalise* (pp. 49-54)
- Mori, S.A., In: Campbell, D.G., Hammond, H.D (Eds.) (1989). Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future. Eastern extra-Amazonian Brazil. The New York Botanical Garden, New York (pp. 427–455)
- Mouen, B. J. A., Njiayouom, I., Bieysse, D., Nkeng, M. N., Cilas, C., Notteghem, J. L (2008). Effect of shade on Arabica coffee berry disease development: toward an agroforestry system to reduce disease impact. *Phytopathology* (v. 98, pp. 1320–1325) doi: 10.1094/PHYTO-98-12-1320.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., Ken, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *NATURE* (v. 403, pp. 853-857)
- Oksanen, L. (2001). Logic of experiments in ecology: is pseudoreplication a pseudoissue?. *OIKOS* (v. 94, pp. 27–38)
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, H. Wagner. (2013). *Vegan: Community ecology package*. R package version 2.0-9. The R Project for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponível em: <http://cran.r-project.org/sci-hub.cc/package=vegan>
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J., Hirota, M.M., (2009). The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*. (v. 142, pp. 1141–1153). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- Parker, G. G. (1995). Structure and microclimate of forest canopies. In: Lowman, M. D. and Nadkarni, N. M. (eds), *Forest canopies*. Academic Press (pp. 73–106)

- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R.; Van Der Voort, M. E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, (v. 46, n. 8, p. 598–608)
- Perfecto, I., Vandermeer, J.H., Lopez, B.G., Ibarra, N.G., Greenberg, R., Bichier, P., Langridge, S. (2004). Greater predation in shaded coffee farms: the role of resident Neotropical birds. *Ecology* (v. 85, pp. 2677–2681) doi: 10.1890/03-3145
- Schroth, G., Faria, D., Araujo, M., Bede, L., Van Bael, S.A., Cassano, C.R., Oliveira L.C., Delabie, J.H.C. (2011). Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* (v. 20, pp. 1335-1354) doi: 10.1007/s10531-011-0052-x
- Schroth, G., Fonseca, G. A. B., Harvey, C. A., Gascon, C., Vasconcelos, H. L., Izac, A.M. N. (2004). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC: Island Press
- Stork, N. E., Grimbacher, P. S. (2006). Beetle assemblages from an Australian tropical rainforest show that the canopy and the ground strata contribute equally to biodiversity. *Proceedings Biological Sciences* (v. 273, pp. 1969–1975) doi: 10.1098/rspb.2006.3521
- Tobin, J. E. (1995). Ecology and diversity of tropical forest canopy ants. In: Lowman, M. D., Nadkarni, N. M. (Eds.). *Forest Canopies*. San Diego, California: Academic Press (pp. 129–147)
- Wetterer, J. K. (2010). Worldwide spread of the flower ant, *Monomorium floricola* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol. News* (v. 13, pp. 19-27)
- Yanoviak, S. P., Kaspari, M. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos* (v. 89, pp. 259–266)

ANEXO

Subfamília / Espécies	CC		SP		AS		Total Geral
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
Dolichoderinae							
Azteca alfari EMERY, 1893						1	1
Azteca chartifex FOREL, 1896		3				10	13
Azteca paraensis FOREL, 1904	7	5	1	1	10	12	36
Azteca sp1	4	2			2		8
Dolichoderus attelaboides (FABRICIUS, 1775)	13	3					16
Dolichoderus lutosus (SMITH, F., 1858)		1					1
Dolichoderus schulzi EMERY, 1894	1						1
Linepithema neotropicum WILD, 2007	11	9	29	13	1	2	65
Ectatomminae							
Ectatomma brunneum SMITH, F., 1858			2				2
Ectatomma permagnum FOREL, 1908			1				1
Ectatomma tuberculatum (OLIVIER, 1792)	4	2					6
Gnamptogenys moelleri (FOREL, 1912)				5			5
Formicinae							
Brachymyrmex admotus MAYR, 1887	1		30	13	1		45
Brachymyrmex heeri FOREL, 1874	7	1	14		8		30
Camponotus bidens MAYR, 1870	1		1		1		3

<i>Camponotus crassus</i> MAYR, 1862				1	3	2	1	7
<i>Camponotus novogranadensis</i> MAYR, 1870	9	4	55	13	3	2		86
<i>Camponotus sexguttatus</i> (FABRICIUS, 1793)			1					1
<i>Camponotus trapezoideus</i> MAYR, 1870	4		4					8
<i>Nylanderia fulva</i> (MAYR, 1862)	9	10	53	43	5			120
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (FOREL, 1885)				3				3
<i>Nylanderia</i> sp1	2		6	2	2			12
<i>Nylanderia</i> sp2	1		5	9	1			16
<i>Nylanderia</i> sp3	1	4	7	8				20
<i>Nylanderia</i> sp4				1				1

Myrmicinae

<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i> (FOREL, 1912)	1							1
<i>Atta cephalotes</i> (LINNAEUS, 1758)			1					1
<i>Cephalotes angustus</i> (MAYR, 1862)	1							1
<i>Cephalotes atratus</i> (LINNAEUS, 1758)	74	20	11	2	45	32		184
<i>Cephalotes goeldii</i> (FOREL, 1912)						2		2
<i>Cephalotes grandinosus</i> (SMITH, F., 1860)					2			2
<i>Cephalotes grandiosus</i>		2						2
<i>Cephalotes minutus</i> (FABRICIUS, 1804)	7	1		1	3	3		15
<i>Cephalotes pavonii</i> (LATREILLE, 1809)	2							2

<i>Cephalotes umbraculatus</i> (FABRICIUS, 1804)				1		3	2	6
<i>Crematogaster acuta</i> (FABRICIUS, 1804)	1	2	2	4			1	10
<i>Crematogaster carinata</i> MAYR, 1862	2							2
<i>Crematogaster curvispinosa</i> MAYR, 1862	33	14	24	5	5			81
<i>Crematogaster erecta</i> MAYR, 1866	73	37	43	13	51	29		246
<i>Crematogaster evallans</i> FOREL, 1907		2		3				5
<i>Crematogaster limata</i> SMITH, F., 1858	14	4	12	7	3			40
<i>Crematogaster</i> sp1	1	2						3
<i>Crematogaster victima</i> SMITH, F., 1858	2		5					7
<i>Cyphomyrmex transversus</i> EMERY, 1894	1	1		3				5
<i>Monomorium floricola</i> (JERDON, 1851)	48	71	107	109	14	25		374
<i>Nesomyrmex asper</i> (MAYR, 1887)					2	1		3
<i>Octostruma iheringi</i> (EMERY, 1888)				1				1
<i>Pheidole fera</i> SANTSCHI, 1925		1		1	5	4		11
<i>Pheidole fimbriata</i> ROGER, 1863		1		5				6
<i>Pheidole</i> gp. <i>Diligens</i> sp11		1		3		2		6
<i>Pheidole</i> gp. <i>Diligens</i> sp12						1		1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Diligens</i> sp13				1				1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Fallax</i> sp3			3	3				6
<i>Pheidole</i> gp. <i>Fallax</i> sp4			2	1				3
<i>Pheidole</i> gp. <i>Fallax</i> sp5			3					3

<i>Pheidole</i> gp. <i>Flavens</i> sp10						1	1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Flavens</i> sp2			3		1		4
<i>Pheidole</i> gp. <i>Flavens</i> sp6					1		1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Flavens</i> sp8		1					1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Flavens</i> sp9				1			1
<i>Pheidole</i> gp. <i>Tristis</i> sp7						1	1
<i>Pheidole impressa</i> MAYR, 1870	4	6	30	25	9	6	80
<i>Pheidole midas</i> WILSON, 2003	1		18	15		1	35
<i>Pheidole</i> prox. <i>laevinota</i>		1	8	1			10
<i>Pheidole radoszkowskii</i> MAYR, 1884	1		9	11		1	22
<i>Pheidole</i> sp1	2	2	52	31			87
<i>Pheidole synarmata</i> WILSON, 2003	1		24	12			37
<i>Pheidole victima</i> SANTTSCHI, 1929	2	4	15	12	2	1	36
<i>Procryptocerus spiniperdus</i> FOREL, 1899		1					1
<i>Solenopsis geminata</i> (FABRICIUS, 1804)	6	3	76	65	3	1	154
<i>Solenopsis saevissima</i> (SMITH, F., 1855)			1				1
<i>Solenopsis</i> sp1	12	16	61	52	4	2	147
<i>Solenopsis</i> sp2	11	9	17	8	9	4	58
<i>Solenopsis</i> sp3	1	1	20	25	2	1	50
<i>Solenopsis</i> sp4	1	2	2	16			21
<i>Solenopsis</i> sp5	3	4	3	2		4	16

<i>Strumygenys</i> sp1	1						1
<i>Wasmannia auropunctata</i> (ROGER, 1863)	19	33	42	84	8	9	195
<i>Wasmannia rochai</i> FOREL, 1912	13	12	14	2	14	19	74

Ponerinae

<i>Mayaponera constricta</i> (MAYR, 1884)			2	3			5
<i>Neoponera apicalis</i> (LATREILLE, 1802)			3	1			4
<i>Neoponera bactronica</i> (FERNANDES, DE OLIVEIRA & DELABIE, 2014)	2				1		3
<i>Neoponera carinulata</i> (ROGER, 1861)	2						2
<i>Neoponera curvinodis</i> (FOREL, 1899)	3		1				4
<i>Neoponera inversa</i> (F. SMITH, 1858)	6						6
<i>Neoponera unidentata</i> MAYR, 1862		1					1
<i>Neoponera villosa</i> (FABRICIUS, 1804)	10	9	3	1	6	1	30
<i>Odontomachus haematodus</i> (LINNAEUS, 1758)		2	3	17			22
<i>Odontomachus meinerti</i> FOREL, 1905			1	1			2
<i>Pachycondyla harpax</i> (FABRICIUS, 1804)			3	1			4

Pseudomyrmecinae

<i>Pseudomyrmex</i> gp. <i>pallidus</i> sp1	1						1
<i>Pseudomyrmex</i> gp. <i>pallidus</i> sp2			1				1
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (FABRICIUS, 1804)	8	1					9
<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i> EMERY, 1890		1					1

<i>Pseudomyrmex oculatus</i> SMITH, F., 1855	1				1		2
<i>Pseudomyrmex rochai</i> (FOREL, 1912)	1						1
<i>Pseudomyrmex simplex</i> (SMITH, F., 1877)			1				1
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (FABRICIUS, 1804)	1	9	1				11
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (SMITH, F., 1855)	1				1		2
Total Geral	449	312	846	663	231	182	2683

Tabela 01 – Formicidae coletadas e suas respectivas frequências de ocorrência nos diferentes estratos de estudo: árvore de sombreamento (AS), cacauero (CC), antes e depois da poda em uma área experimental do sistema agroflorestal cacauero no Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC) localizado no sul do estado da Bahia, Ilhéus, Brasil.

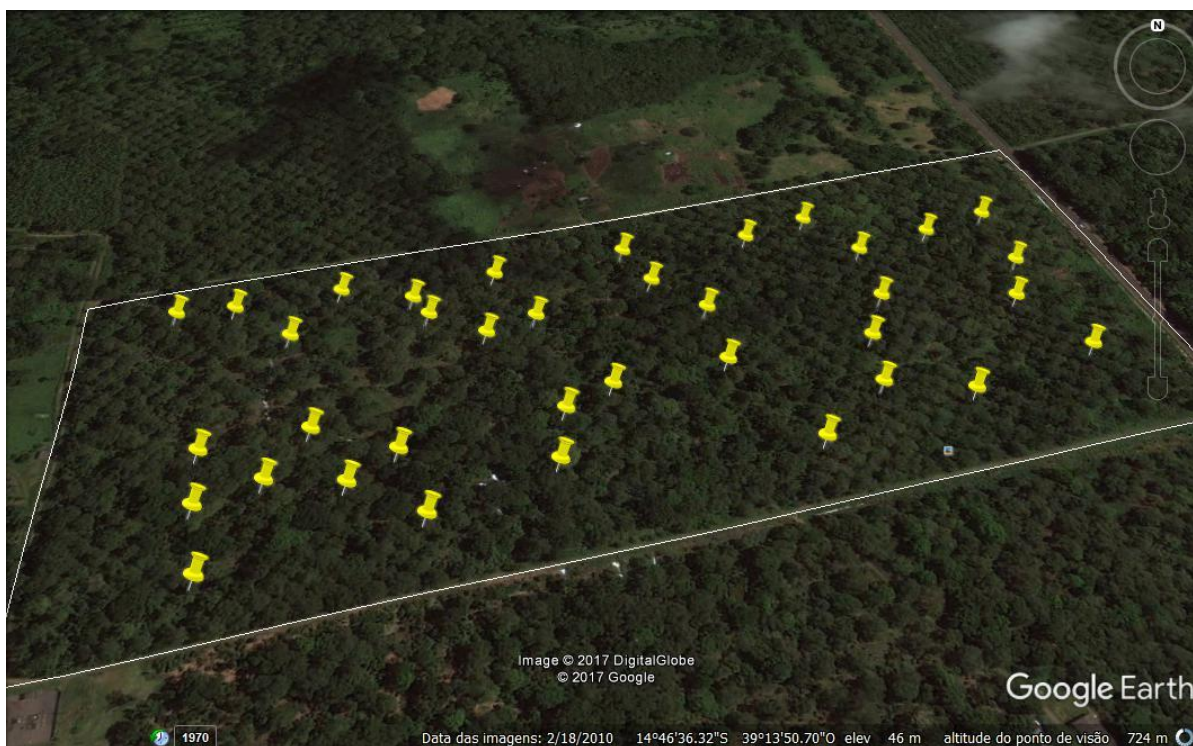


Figura 01 – Área de estudo com a distribuição dos 37 pontos amostrais. Ilhéus, Quadra Experimental da CEPLAC

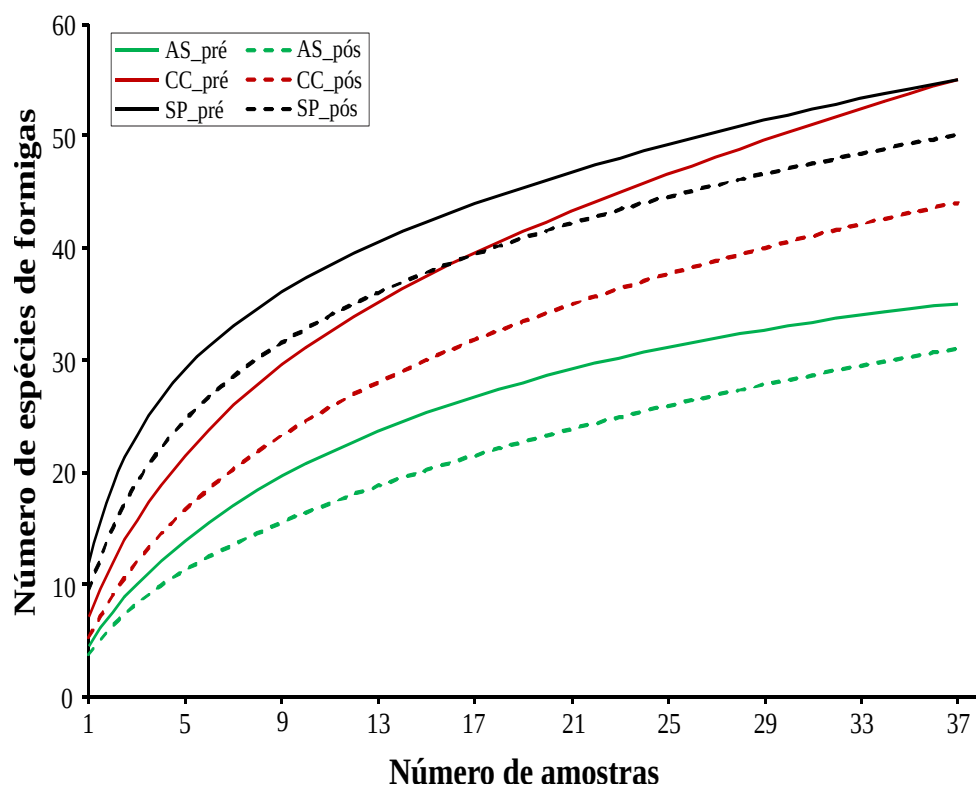


Figura 16 – Curva 4 - Curvas de acumulação de espécies de formigas para os diferentes estratos e Campanhas.

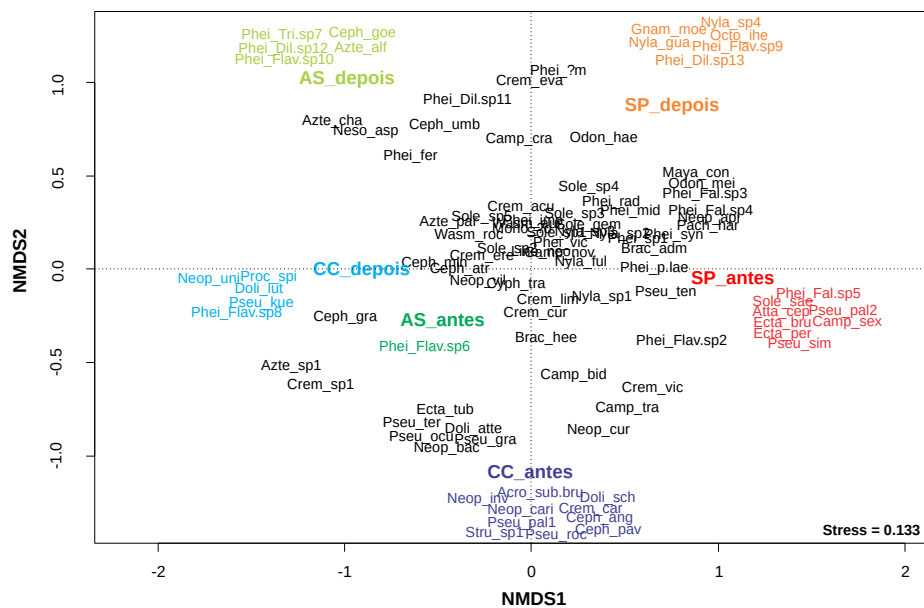


Figura NMDS 2 – Ordenação não-métrica multidimensional (NMDS) em duas dimensões das assembleias de formigas de acordo com os diferentes estratos e campanhas (antes e depois da poda) realizadas. AS = árvore de sombreamento; CC = cacauero; SP = serapilheira.

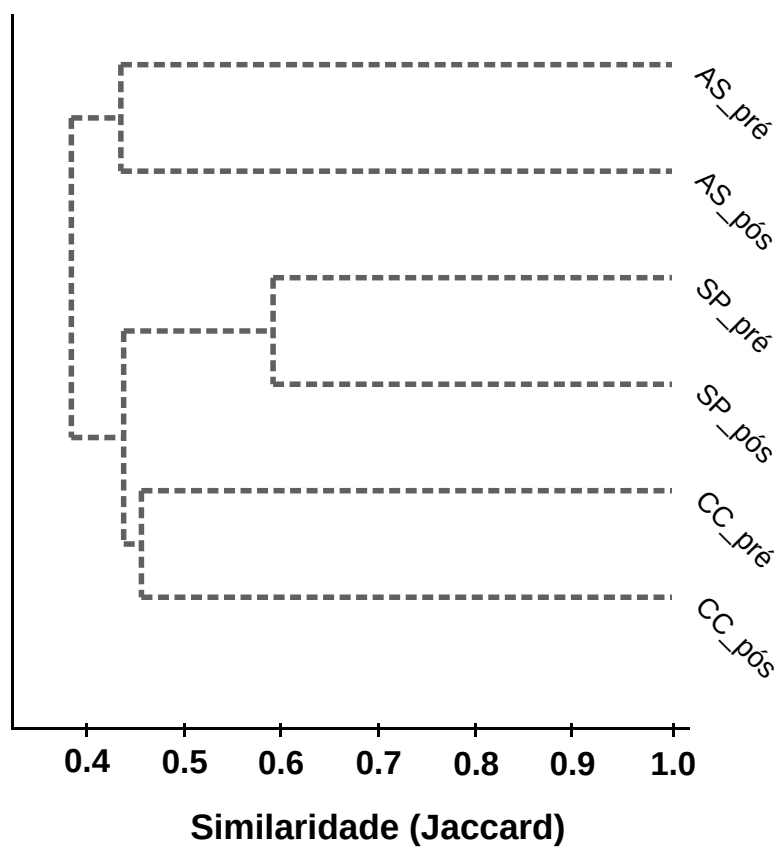


Figura Similaridade 2 – Dendrograma de similaridade das assembleias de formigas dos estratos nas campanhas pré e pós poda. (SP = Serapilheira; CC = Cacaueiro; AS = Árvore de Sombreamento)

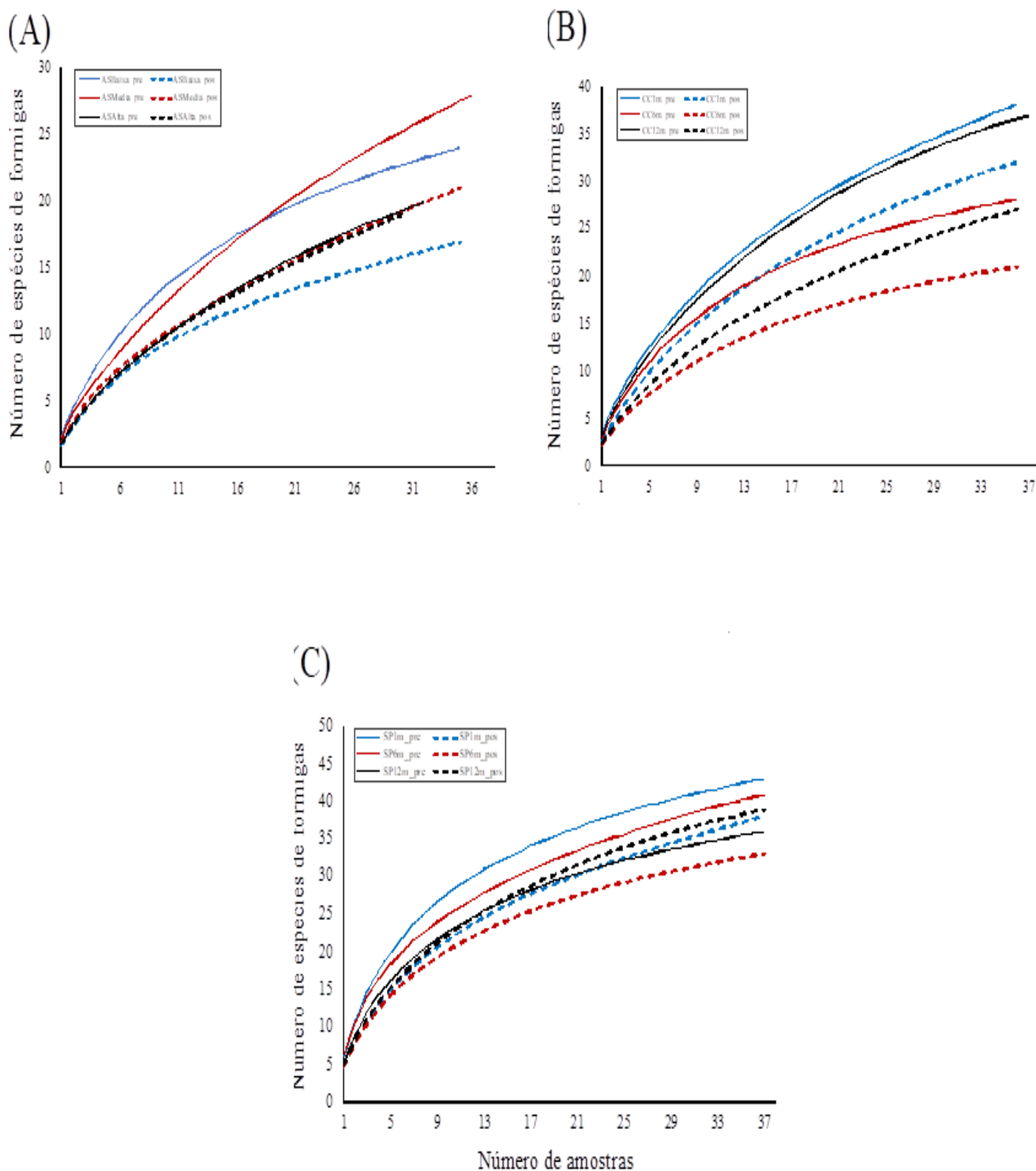


Figura 17, Curvas 5, 6, 7 – Curvas de acumulação de espécies de formigas dos diferentes estratos para cada distância nos diferentes estratos: Árvore de sombreamento (A); Cacaueiro (B) e Serapilheira (C).

NORMAS DA REVISTA SOCIOBIOLOGY

Author Guidelines

SECTION I - Manuscript preparation

1- Manuscript file formatting

All manuscripts submitted to Sociobiology must be written in English, with clarity and readability in mind. Manuscripts are subject to editing to ensure conformity to editorial standards and journal style.

- Submit manuscript as an MS Word or RTF file with a page size Letter, 8.5 x 11".
- Use continuous line numbering on all pages of your manuscript.
- Type all as double-spaced, with 1-inch margins, and do not right justify text.
- Use the font Times (New) Roman with a size of 12 point.
- Left-justify the title, author line, affiliation lines, subheadings, text, and References Cited.
- Insert tabs, not spaces, for paragraph indents.
- Use italicization only to indicate scientific names (including viruses), symbols or variables, and words that are defined.
- Use quotation marks for quoted material only.
- Use American English spelling throughout and follow Merriam-Webster's New Collegiate Dictionary, 10th ed., for guidance on spelling.
- Number pages consecutively, beginning with the title page.
- Lines in the manuscript must be numbered.
- Begin each of the following on a separate page and arrange in the following order: title page, abstract and key words (three to six words), manuscript text, acknowledgments, references cited, footnotes, tables, figure legends, and figures.
- Type all captions on a separate page and put each figure and table on a separate page.
- Make sure the file size (in Word, Libre Office or TRF format) does not exceed 4MB. This is the maximum upload file size in the OJS setup. If the manuscript is larger than that due to figures of high resolution, leave only figure legends in the manuscript file. Prepare figures in JPG or GIF format with size up to 2MB and upload individual figures as supplementary files. During the upload of supplementary files, in step 4, name the files with titles corresponding to the number of figures in the manuscript text. Check the option "Present supplementary files to reviewers".

- The sequence to correctly upload files in steps 2 (original article) and 4 (supplementary files) of the electronic submission is to choose the file (OJS will access your File Manager program), to click the Upload button, and then click the button "Save and continue". Upload as many supplementary files as needed repeating this sequence. After you are finished with the uploads, click "Save and continue". You will reach step 5 "Confirmation". Click the button "Finish Submission".

2- Manuscript Preparation Instructions

2.1- Front page

Please strictly obey the sequence below.

- a) Running title, maximum of 60 characters (including letters, punctuation, and spaces between words)
- b) Manuscript type ("article", "review", "short note")
- c) Title: concise and clearly identifying the connection between the main idea and the variables or scientific problem discussed in the paper. Capitalize first letters of each word, except for prepositions (at, by, with, from, and, to).
- d) Author(s) name(s) should be center-justified below the title using small capital letters. Only initials of the first and middle names of authors shall be provided, followed by the family names in full. Names of different authors are separated by commas, without the use of "and" or "&" (Examples: RJ GUPTA; LG SIMONS, F NIELSEN, SB KAZINSKY)
- e) Affiliation, containing: institution, town and country. Do not provide full postal address.
- f) Keywords: provide a maximum of 6 keywords. Do not repeat words from the title here.
- g) Corresponding author: provided full postal address plus email.

2.2 - Page 2 – Abstract

The abstract must be easy to understand and not require reference to the body of the article. Please make sure the main contribution of the paper is presented clearly in the abstract. The text must not contain any abbreviations or statistical details. Type ABSTRACT followed by a hyphen and the text. The abstract must be one-paragraph long and not exceed 250 words.

2.3 - Main Text

Introduction - Sociobiology strongly recommends to make explicit here the hypothesis being tested.

Material and Methods - This section must provide enough information for the research to be replicated. Please include the statistical design and methods, if necessary, the name and version of the software used for analysis.

Results - mean values must be followed by the mean standard error and the number of observations. Units of measurement must be separated from the value by a blank space (e.g., 10 cm, 25 kg/m). Present p-values in lower case (e.g., $p < 0.05$). For extra guidance on statistics and measures notation see:

<http://users.sussex.ac.uk/~grahamh/RM1web/APA%20format%20for%20statistical%20notation%20and%20other%20things.pdf>

Discussion - here it is strongly recommended that you focus on how the results contribute to the advancement of the scientific knowledge in the specific subject area, and preferably, beyond it. Make sure you express clearly whether or not the working hypothesis was accepted and what analysis give support its acceptance or refutation.

Acknowledgments - The text must be concise and contain the recognition to people first (including "anonymous referees"), and then institutions and/or sponsors.

References - Its mandatory to include DOI numbers if available for the cited paper. Most articles published in the 2000's have a DOI number. Effective on August of 2016, journal names must be types in full (not abbreviated) in all references.

A maximum number of 50 references is acceptable (except for Reviews).

Under the section title, type the references, in alphabetical order, one per paragraph, with no space between them.

The authors' family names are typed first in full, followed by capital initials, followed by period. Use a comma to separate the names of authors.

Add the reference year after the authors' family name, between parentheses. Journal names in full.

Do not cite monographs, partial research reports, abstracts of papers presented at scientific meetings, dissertations, theses, and extension materials.

Examples of reference style:

Book

Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990). *The Ants*. Cambridge: Harvard University Press, 732 p

Chapter or article in an edited book

Cushman, J.H. & Addicott, J.F. (1991). Conditional interactions in ant-plant-herbivore mutualisms. In C.R. Huxley & D.F. Cutler (Eds.), *Ant-plant interactions* (pp. 92-103). Oxford: Oxford University Press.

References retrieved from web address

Bolton, B. (2011). Catalogue of species-group taxa. <http://gap.entclub.org/contact.html>. (accessed date: 1 August, 2016).

Journal article

Matsuura, K., Himuro, C., Yokoi, T., Yamamoto, Y., Vargo, E. L. & Keller, L. (2010). Identification of a pheromone regulating caste differentiation in termites. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 107: 12963-12968. doi: 10.1073/pnas.1004675107

The issue number should be indicated only if each issue of a journal begins on page 1.

Capitalise only the first letter of the first word of an article title and subtitle, and any proper nouns.

Capitalise the first letter of every main word in the journal title (reminder: journal title in full).

Include a digital object identifier (DOI) if available

Journal article, if published only online

Liu, N., Cheng, D.M., Xu, H.H. & Zhang, Z.X. (2011). Behavioral and Lethal Effects of α -terthienyl on the Red Imported Fire Ant (RIFA). *Chinese Agricultural Science*, 44: 4815-4822. Retrieved from: http://211.155.251.135:81/Jwk_zgnykx/EN/Y2011/V44/I23/4815

Group or organisation as author

Organisation Name. (Year). Details of the work as appropriate to a printed or electronic form.

Authors contribution

Please clearly present each co-authors' contribution to the study. As a matter of pursuing ethics standards in scientific publication, Sociobiology follows the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) for definition of authorship and contributorship. See: <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>

Please note that acquisition of funding or the provision of space, providing published data or materials, or general supervision of the research group alone does not justify authorship.

Preparation of Tables

Tables must be placed separately, one per page, after the References section. Please number tables consecutively with Arabic numbers at the same order they are referred to in the text. Footnotes must have call numbers. Use the word "Table" in full in the text (example: Table 1).

Be careful on correctly aligning variables and respective values in columns and lines.

Example of a table title:

Table 1. Frequency of the four types of ovaries within the colonies of *Angiopolibia pallens*.

Preparation of figures

Insert the list of figures after the tables. Use the abbreviation "Fig" in the titles and in the text (such as Fig 3). In order to ease the editing work and produce a neat layout for the articles, please prepare the figure files according to the following guidelines:

Prepare figures in TIF format, with at least 300 dpi of resolution. It is the better format for the quality of your published work. However, exceptions to this format can be discussed with editors if necessary.

In the editing process small figures will be set as a one column object (Sociobiology articles are edited in two columns layout). Please produce small figures with a width size of 86.5 mm, while the height can be up to 210 mm.

In the editing process large figures will be set as an object placed over two columns. Please produce large figures with a width size of a maximum of 179 mm, while the height can vary up to 85 mm for a one third page, 120 mm for a half page or 185 mm for a two third page figure.

Please use appropriate font size for axis or box legends and values in order to assure good resolution for text in the figures. If axis or box legends are too extensive and require small font size for full typing, create abbreviations for the variables and refer to the variables full text as figure foot notes. A font size between 9 and 12 pt for the fonts Times New Roman or Calibri can yield a good resolution for figure text (followed the width and heights suggested above).

3- In-text Citations

Scientific names

Write the scientific names in full, followed by the author's family name, when they are first mentioned in the Abstract as well as in the body of the text, e.g.: *Polistes canadensis* (L.). Use the

abbreviated generic name (e.g.: *P. canadensis*) in the rest of the manuscript, except in tables and figures, where the species name shall be typed in full.

One author

When you refer to a single author, include the author's family name and year of publication, using one of the forms shown here.

Ginsberg (2005) argues that local diversity of bees is driven by species selection from a regional diversity pool. or

Local diversity of bees is driven by species selection from a regional diversity pool (Ginsberg, 2005).

Multiple authors

For two authors, include the family names of both authors and year.

According to Smith and Velasquez (2009) chaparrals are a source of endemism for ants in the Venezuelan Andes. or

Chaparrals are a source of endemism for ants in the Venezuelan Andes (Smith & Velazquez, 2009).

Use 'and' when family names are outside parentheses; use '&' when family names are inside parentheses.

In the case of three or more authors, cite first authors' family name, plus 'et al.' and the year.

Multiple references

If more than one reference has to be cited, follow the chronological order of publication, separated with semicolons (for example: Xia & Liu, 1998; Saravanah, 2003; Balestreri, 2006; Ustachenko et al., 2010). Use 'and' when family names are outside parentheses; use '&' when family names are inside parentheses.

Secondary source

Sociobiology strongly recommends to not use secondary source (i.e., citations referring to one author (secondary) who cites another (primary)).

Article or chapter in an edited book

If a chapter or article written by a contributor author to an edited book has to be cited, acknowledge the author of the chapter or article. This author is cited in text (that is, in the body of the paper) in the same way as for one or more authors.

Group or organisation as author

Whenever the author is a government agency, association, corporate body or the like, which has a familiar or easily understandable acronym, it is cited as follows:

The reduction of airborne polluting particles in Cleveland resulted in the increase of bee species richness in park areas in the 1990's (Environmental Protection Agency [EPA], 2006).

Note: The entry in the reference list is under Environmental Protection Agency.

Personal communication

Personal communications are understood as letters, e-mails, personal interviews, telephone conversations and the like. They must be in text only and are not included in a reference list.

J. Ahmed (personal communication, May 11, 2010) indicated ...

(L. Stainer, Senior Researcher, Social Insects Study Centre, personal communication, June 4, 2009)

4 - Scientific Notes

Manuscripts of anecdotal nature, and/or that merely report new geographic occurrences, trophic interactions, records of species or host associations to new localities in geographical regions that they are already known, will not be accepted. Short notes must report more elaborated work that incorporates the same aspects required for full articles (biology, ecology, genetics, behavior, reproductive biology, caste studies, etc.).

Scientific notes should be prepared as a single text and references. Do not include subtitles (Introduction, Material and Methods, and Results and Discussion). The abstract must have up to 150 words and the text no longer than 1,000 words. Figures or tables can be included if highly necessary, summing up to 3 objects (Figures + Tables) at a maximum.

5- Reviews

Extensive interpretative or evaluative articles on current topics related to the biology of social arthropods, can be published upon invitation by the Associate Editors. The Editorial Board is not responsible for the opinions expressed in the articles (Scientific notes, research articles, and reviews).

SECTION II - Important reminders on submission process

6 - Fill in Metadata Forms

It is important to fill in all metadata forms with an asterisc (mandatory fields) during the five steps of the submission process. Additionally, please include metadata on all authors that appear

in the manuscript. The first field that appears can be filled in with submitter metadata, and by clicking the button "Add author" new forms will appear for as many authors as needed. Author metadata is important for abstracting and indexing purposes. Remember that in modern days indexing agencies have online data harvesters. Any omission or lack of accuracy in authors, disciplines and keywords metadata can affect the visibility of authors work.

7 - List of Potential reviewers

Put together a list of four potential referees that you will inform in the text box "Comments to the Editor" during the electronic submission process. In the list you must provide the complete name, Institutional Affiliation, Country, e-mail address and three key words that best describe the area of expertise of each potential referee.

At least two referees must be from countries different from the author's country of origin.

8 - Journal Access

Accepted manuscripts will be published free of charges and fees, reprints will not be provided. The authors and the general public will have full online access to PDF files of all published articles. Sociobiology publishes under Creative Commons Attribution License.