

ALANE AYANA VIEIRA DE OLIVEIRA COUTO

**TERMITOFAUNA (INSECTA: ISOPTERA) EM TRÊS FITOFISIONOMIAS DO
AGRESTE PERNAMBUCANO, NORDESTE DO BRASIL**

RECIFE

2013

ALANE AYANA VIEIRA DE OLIVEIRA COUTO

**TERMITOFAUNA (INSECTA: ISOPTERA) EM TRÊS FITOFISIONOMIAS DO
AGRESTE PERNAMBUCANO, NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGE/UFRPE, como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Orientadora:

Prof^a Dr^a Cibele Cardoso de Castro

Co-orientadores:

Prof^a Dr^a Auristela Correia de Albuquerque e

Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos

RECIFE

2013

Ficha catalográfica

C871t Couto, Alane Ayana Vieira de Oliveira
Termitofauna (Insecta : Isoptera) em três fitofisionomias
do agreste pernambucano, nordeste do Brasil / Alane Ayana
Vieira de Oliveira Couto. – Recife, 2013.
53 f. : il.

Orientadora: Cibele Cardoso de Castro.
Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia,
Recife, 2013.

Inclui referências e anexo(s).

1. Agroecossistema 2. Caatinga 3. Floresta serrana
4. Isoptera 5. Região Neotropical I. Castro, Cibele Cardoso
de, orientadora II. Título

CDD 574.5

ALANE AYANA VIEIRA DE OLIVEIRA COUTO

**TERMITOFAUNA (INSECTA: ISOPTERA) EM TRÊS FITOFISIONOMIAS DO
AGRESTE PERNAMBUCANO**

Dissertação defendida e aprovada dia 27 de fevereiro de 2013, pela banca examinadora:

Prof^a Dr^a Cibele Cardoso de Castro (Orientadora/Presidente)
Unidade acadêmica de Garanhuns – UFRPE

Prof. Dr. Jorge Braz Torres (Examinador)
Departamento de Agronomia - UFRPE

Prof^a Dr^a Paula Braga Gomes (Examinadora)
Departamento de Biologia - UFRPE

Prof^a Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura (Examinador)
Departamento de Biologia - UFRPE

Prof^a Dr^a. Ana Carla Asfora El-Deir (Suplente)
Departamento de Biologia - UFRPE

RECIFE

2013

DEDICATÓRIA

Dedico a minha avó, Josefa Oliveira (*in memoriam*) e à minha mãe Maria do Carmo Oliveira, porque sem elas eu não chegaria até aqui.

"Começa por fazer o que é necessário, depois o
que é possível e de repente estarás a fazer o
impossível".
(São Francisco de Assis)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter me guiado até aqui e pelas pessoas maravilhosas que pôs em meu caminho.

À minha amada avó, Josefa Maria de Oliveira (*in memoriam*), pelo amor e apoio incondicionais a mim oferecidos e cuja lembrança levo sempre comigo.

À minha mãe, Maria do Carmo Vieira de Oliveira, pela paciência, amor e por todo o sacrifício feito para que tivesse acesso à educação.

À minha irmã Aline Vieira pela paciência e ao meu pai, João Alves do Couto Filho pelo incentivo.

À minha orientadora, Cibele Castro e aos meus co-orientadores Auristela Albuquerque e Alexandre Vasconcellos pelo respeito e apoio no decorrer deste trabalho.

Aos meus tios e primos, em especial Maria de Fátima Oliveira, Karina Cunha, Márcio Cunha e Viviane Cunha pelo incentivo para que eu ingressasse em uma pós-graduação e pelas contribuições no decorrer do trabalho.

À Prof^a Dr^a Ana Virgínia e aos estagiários do Laboratório de Ecologia reprodutiva de angiosperma (LERA) pela auxílio durante os preparativos para as coletas.

Aos meus queridos amigos e quase “primos” Danilo Bezerra e Dayana Bezerra pela amizade e pelo auxílio durante a execução deste trabalho.

À Marco Aurélio Oliveira e aos estagiários do Laboratório de Termitologia (LABOTERMES), em especial a Wandija Oliveira pelo auxílio durante as atividades de campo e de laboratório.

Aos meus amigos e colegas de turma, Carina Moura, André Ribeiro, Josivan Soares e Eliana Sofia Vega pela parceria em campo e por terem tornado os anos de mestrado mais fáceis de serem vivenciados.

Aos meus grandes amigos Luanna Cheng, Cristiano Fraga, Marcela Mendonça, Laura Costa, Cassio França pelo apoio constante e pelos ótimos momentos que vivemos juntos.

Ao Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior cujo apoio como diretor do Departamento de Biologia da UFRPE foi fundamental para a realização deste projeto.

Aos técnicos e demais funcionários da Universidade Federal Rural de Pernambuco que de alguma forma contribuíram para pleno desenvolvimento deste projeto.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia que proporcionaram minha formação universitária e à CAPES por incentivar o meu desenvolvimento acadêmico e científico através da concessão de bolsa.

Por fim, a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse onde estou.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3. REFERÊNCIAS	16
4. CAPÍTULO 1: Taxocenoses de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade na região semiárida, NE, Brasil	21
5. ANEXOS	49

RESUMO

As composições das taxocenoses de térmitas já foram estudadas em vários ecossistemas Neotropicais, de semiáridos a úmidos, porém sempre de forma isolada. Variações altitudinais bruscas existentes na região semiárida do nordeste brasileiro permite que em poucos quilômetros saíamos de uma vegetação sazonalmente seca para uma floresta úmida serrana. O objetivo deste estudo foi caracterizar e comparar as taxocenoses de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade. As coletas foram realizadas em três áreas: (i) floresta serrana úmida; (ii) floresta de encosta utilizada para o cultivo de café sombreado (*Coffea arabica* L.); (iii) floresta sazonalmente seca (Caatinga). Em cada área um protocolo padronizado de coleta ativa foi aplicado no período chuvoso e seco. As espécies foram agrupadas em categorias de acordo com os habitats e hábitos alimentares. Para cada área, de acordo com o período, foram obtidos riqueza específica e número de encontros (utilizado como um indicativo da abundância). As taxocenoses nas diferentes áreas e períodos foram ordenadas através de escalonamento multidimensional não-métrico e comparadas através de análise de similaridade. O número de encontros por habitats e grupos alimentares foram comparados entre áreas e entre períodos dentro de cada uma das áreas utilizando o teste de Kruskal-wallis também utilizado para comparar as variáveis da vegetação entre áreas. Foram encontradas ao todo 45 espécies de térmitas, pertencentes a 20 gêneros e 3 famílias. A termitofauna da Caatinga apresentou-se tão rica e abundante quanto às áreas de florestas úmidas, todavia apresentou uma composição específica bastante singular. O regime de agroecossistema (café sombreado) foi capaz de manter grande parte da termitofauna existente na área de floresta serrana, além de espécies exclusivas. A fauna da Caatinga foi a mais alterada pelo período climático, apresentando uma abundância significativamente menor no período seco. No entanto, quando considerados conjuntamente, riqueza, abundância e composição específica, o período climático não afetou de forma significativa a termitofauna em nenhuma das áreas estudadas. O número de encontro por grupo alimentar e habitats explorados não diferiram entre áreas nem entre períodos climáticos. Mesmo se tratando de áreas adjacentes, características da vegetação são capazes de manter diferenças quanto à fauna. O regime de agroecossistema pode apresentar-se como uma boa alternativa às formas tradicionais de cultivo por ser capaz de conservar uma importante parte da biodiversidade existente no ambiente não modificado.

Palavras chave: agroecossistema; Caatinga; floresta serrana; Isoptera; Região Neotropical.

ABSTRACT

The compositions of termite assemblages have been studied in several Neotropical ecosystems in semiarid to humid, but always in isolation. Abrupt altitudinal variations existing in the semiarid region of northeastern Brazil allows get out of a seasonally dry vegetation for a rainforest mountain in a few miles. The aim of this study was to characterize and compare the termite assemblages in different ecosystems along a humidity gradient. Collections were made in three areas: (i) wet mountain forests, (ii) hillside used for growing shade-grown coffee (*Coffea arabica* L.), (iii) seasonally dry forest (Caatinga). In each area a standardized protocol of active collecting was applied during the rainy season and dry. The species were grouped into categories according to the habitats and feeding habits. For each area, according to the period, were obtained species richness and number of meetings (used as an indicator of abundance). The assemblages in different areas and periods were ordered by non-metric multidimensional scaling and compared using analysis of similarity. The number of encounters by habitats and feeding groups were compared between areas and periods within each area using the Kruskal-Wallis also used to compare vegetation's variables between areas. We found a total of 45 species of termites, belonging to 20 genera and 3 families. The Caatinga's termite assemblage was so rich and abundant as to areas of rainforests, yet presented a specific composition quite unique. The agroecosystem (shaded coffee) was able to retain much of termite assemblage existing mountain in the forest area, and exclusive species. The Caatinga fauna was more modified by climatic period, showing a significantly lower abundance in the dry season. However, when taken together, wealth, abundance and species composition, the climatic period did not affect significantly the termitofauna in any of the areas studied. The number of encounter by feeding group and habitats explored did not differ between areas or between climatic periods. Even being adjacent areas, vegetation characteristics are able to maintain differences in fauna. The agroecosystem can be a good alternative to traditional forms of cultivation to be able to preserve an important part of the biodiversity in the environment unmodified.

KEY WORDS: agroecosystem; Caatinga; mountain forest; Isoptera; Neotropic.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Em ecossistemas tropicais, desde áreas de vegetação aberta, como a Caatinga, até florestas tropicais úmidas, como a Mata Atlântica, os térmitas participam ativamente do consumo de necromassa vegetal e dos processos de ciclagem de nutrientes (DANGERFIELD et al., 1998; MOURA et al., 2008; VASCONCELLOS E MOURA, 2010). Também atuam modificando propriedades físicas e químicas do solo, favorecendo a porosidade, descompactação e a troca de grande quantidade de partículas orgânicas e inorgânicas entre os diferentes perfis do solo (DANGERFIELD et al., 1998; JOUQUET et al., 2005).

Extremamente ligados ao ambiente em que vivem (ALVES et al. 2011), a taxocenose de térmitas é fortemente influenciada por fatores ambientais como precipitação, temperatura, altitude e estrutura vegetal (EGGLETON, 2000, PALIN et al., 2011). Sendo assim, diferenças em termo de riqueza, abundância, diversidade e estrutura trófica podem ser observadas entre ecossistemas contrastantes tais como as florestas úmidas e secas ou mesmo entre áreas de um mesmo ecossistema submetidos a diferentes tipos de alteração antropogênica (BANDEIRA E VASCONCELLOS, 2002, VASCONCELLOS et al., 2010).

De maneira geral, florestas tropicais úmidas apresentam maior riqueza e abundância de térmitas em relação à ecossistemas tropicais áridos ou semiáridos (EGGLETON et al., 1997; MIKLÓS, 1998; BIGNELL E EGGLETON, 2000; FLORENCIO E DIEHL, 2006; REIS E CANCELLO, 2007; VASCONCELLOS et al., 2010; ALVES et al., 2011). Diferenças relacionadas à estrutura trófica também podem ser observadas. Enquanto em florestas úmidas as espécies consumidoras de húmus são as mais abundantes e as mais sensíveis a alterações ambientais (EGGLETON et al, 1997; EGGLETON et al., 2002; VASCONCELLOS, 2010), em florestas tropicais secas o predomínio é de espécies xilófagas (VASCONCELLOS et al. 2010).

Quando comparadas, áreas de um mesmo ecossistema sob diferentes tipos de alteração apresentam diferenças consideráveis em termo de composição e estrutura (VASCONCELLOS et al, 2008; ACKERMAN et al, 2009; VASCONCELLOS et al, 2010). Normalmente, diminuições significativas na riqueza, abundância e diversidade de espécies podem ser percebidas (BANDEIRA E VASCONCELLOS, 2002; BANDEIRA et al., 2003).

Muitos trabalhos buscaram estudar a termitofauna em ecossistemas úmidos (EGGLETON et al., 2002; VASCONCELLOS, 2010) e áridos de forma isolada (VASCONCELLOS et al., 2010). Todavia, nenhum destes trabalhos buscou comparar áreas que apesar de contrastantes são adjacentes a fim de se avaliar como as mudanças entre ecossistemas alteram a termitofauna.

Uma paisagem com tal peculiaridade pode ser encontrada no Nordeste do Brasil onde grandes extensões de terra são cobertas por Caatinga, um complexo vegetacional exclusivamente brasileiro e caracterizado por uma vegetação predominantemente decídua (BARBOSA, BARBOSA E LIMA, 2003; ANDRADE-LIMA, 2007), a qual está submetida a um clima que varia de semiárido a sub-úmido seco e precipitação concentrada em um só período (normalmente de 3 a 5 meses), irregularmente distribuídas no tempo e no espaço (ALVES, 2007). Imerso nesta paisagem encontram-se as florestas serranas, localmente conhecidas por brejos de altitude, que são formações florestais úmidas pertencentes ao domínio da Mata Atlântica, cuja existência está associada à ocorrência de planaltos e chapadas com altitudes superiores a 700 m (SALES, MAYO E RODAL, 1998).

Diante do exposto, buscou-se testar a hipótese de que a estrutura da termitofauna é regida por características climáticas e da vegetação. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar e comparar a taxocenose de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade na região semiárida, Nordeste do Brasil e mais especificamente: (1) Inventariar a fauna de térmitas em cada área de estudo e em cada período climático; (2) Descrever a taxocenose de térmitas nas diferentes fitofisionomias de acordo com os períodos climáticos; (3) Determinar o recurso alimentar explorado por cada espécie; (4) Definir os habitats explorados por cada espécie de acordo com o ambiente estudado e com o período climático.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em ecossistemas tropicais, desde áreas de vegetação aberta como a Caatinga até as florestas tropicais úmidas como a Mata Atlântica, um grupo de invertebrados destaca-se pela importância funcional: os térmitas, insetos pertencentes à Ordem Isoptera, desempenham o fundamental papel de consumidores primários e decompositores, participando ativamente dos processos de ciclagem de nutrientes principalmente de carbono e nitrogênio (DANGERFIELD et al., 1998; MOURA et al., 2008; BEZERRA-GUSMÃO et al., 2011). Também, nestes ambientes, atuam como agentes modificadores do solo, uma vez que as construções de ninhos e a abertura de túneis favorecem a porosidade, contribuindo para a descompactação e melhor aeração do terreno, proporcionando uma maior infiltração da água e penetração das raízes das plantas, permitindo ainda a troca de grande quantidade de partículas orgânicas e inorgânicas entre os diferentes perfis do solo (DANGERFIELD et al, 1998; JOUQUET et al., 2005). Esta atividade pedológica é responsável ainda pelo aumento da concentração de nutrientes em

pequenos fragmentos de terra formando “ilhas de fertilidade”, o que favorece o crescimento e o sucesso reprodutivos de espécies vegetais (BROADY et al., 2010).

Os térmitas vivem em sociedades geralmente abrigadas em ninhos, denominados cupinzeiros ou termiteiros, onde grupos de indivíduos semelhantes morfológicamente e fisiologicamente denominados castas desempenham funções determinadas (GILLOT, 2005). Na maioria das espécies de térmitas estão presentes três castas: reprodutores que podem ser primários, que são alados, cuja função é deixar o cupinzeiro para fundar uma nova colônia ou secundários que pode ser do tipo suplementar ou de substituição, os quais têm a função de dividir a reprodução da colônia com o casal real ou substituir o rei e a rainha quando necessário; operários, formada por indivíduos estéreis e ápteros que apresentam polietismo, sendo responsáveis pelas atividades de forrageamento, construção e reparo do ninho, alimentação das demais castas e cuidado com os ovos e as formas jovens; e soldados, também formada por indivíduos estéreis e ápteros, porém estes são responsáveis pela defesa da colônia, apresentando algumas modificações morfológicas para exercer tal função, como a presença de mandíbulas muito desenvolvidas e/ou glândulas especiais que produzem substâncias químicas utilizadas como defesa (GRASSÉ, 1982; COSTA-LEONARDO, 2002; GILLOT, 2005; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2005; GULLAN e CRANSTON, 2007).

Extremamente ligada ao ambiente em que vive (ALVES et al., 2011), a taxocenose de térmitas é influenciada por fatores como precipitação, temperatura, altitude e estrutura vegetal (EGGLETON, 2000), o que resulta nos diferentes padrões encontrados em ecossistemas contrastantes como as florestas tropicais úmidas e secas.

Estudos desenvolvidos em florestas úmidas (EGGLETON et al., 1997; FLORENCIO e DIEHL, 2006; REIS e CANCELLO, 2007) revelam uma alta riqueza específica quando comparados a estudos desenvolvidos em ambientes áridos ou semiáridos (VASCONCELLOS et al., 2010; ALVES et al., 2011). Também a densidade apresenta valores destoantes entre esses ambientes. Enquanto em florestas úmidas a densidade de térmitas pode atingir valores acima de 7.000 indivíduos/m² (BIGNELL e EGGLETON, 2000), em ambientes semiáridos este valor é reduzido para 1.100 indivíduos/m² (MIKLÓS, 1998).

Em florestas úmidas, os térmitas são importantes componentes da fauna de macroinvertebrados do solo (ROSSI e BLANCHART, 2005; AYUKE et al. 2009), sendo encontrados fortemente concentrados entre 0 e 20 cm de profundidade. (VASCONCELLOS, 2010). Ainda se tratando de florestas úmidas, as espécies consumidoras de húmus são as mais abundantes (EGGLETON et al, 1997; EGGLETON et al., 2002; VASCONCELLOS, 2010) e as mais sensíveis a alterações ambientais. Enquanto em florestas primárias as espécies

humívoras são dominantes, em florestas secundárias as espécies xilófagas passam a ser as mais representativas (EGGLETON et al, 1997; REIS e CANCELLO, 2007).

Também, dentro de um mesmo ecossistema, a termitofauna pode variar consideravelmente quanto à riqueza, abundância, biomassa e estrutura trófica de acordo com o mosaico de tipos de vegetação que compõem o ambiente ou entre áreas semelhantes submetidas a diferentes tipos de alterações antropogênicas (VASCONCELLOS et al, 2008; ACKERMAN et al, 2009; VASCONCELLOS et al, 2010).

Em relação às florestas tropicais úmidas, grande parte das alterações que tem atingido este ecossistema diz respeito a conversão de áreas em monoculturas, campos e pastagens, o que frequentemente causa uma diminuição da riqueza e diversidade de espécies (GILLISON et al. 2003; OKWAKOL, 2000). Nesse contexto, surgem como alternativa os agroecossistemas que imitam a estrutura da floresta nativa melhor que o pasto convencional ou a monocultura (ACKERMAN et al., 2009).

Estudos realizados em florestas tropicais úmidas como o de Bandeira e Vasconcellos (2002) em uma floresta serrana no Nordeste do Brasil e o Gillison et al. (2003) em uma floresta de terras baixas na Sumatra, revelam que mesmo em um regime de agroecossistema a fauna de térmitas pode ser negativamente afetada havendo uma diminuição da riqueza e diversidade de espécies. Alterações também podem ser percebidas em relação à estrutura trófica. Enquanto em áreas não alteradas os consumidores de húmus são os mais abundantes, em áreas modificadas pelo cultivo de Banana em um regime de agroecossistema a guilda de consumidores de madeira passa a ser mais abundante (BANDEIRA e VASCONCELLOS, 2002; BANDEIRA et al., 2003). No entanto, Ackerman et al. (2009) ao comparar uma área de floresta primária com duas áreas modificadas em agroecossistema na região Amazônica observaram que não houve mudanças significativas quanto a riqueza e a funcionalidade das taxocenoses amostradas. Todavia, este resultado poderia ser decorrente de características locais e não refletir um padrão a ser observado em outras localidades.

Quanto às florestas serranas em particular, estudos relativos à biodiversidade ainda são poucos, principalmente no que diz respeito à termitofauna e sua real funcionalidade no ambiente. No entanto, trabalhos desenvolvidos no Brejo dos Cavalos, Agreste de Pernambuco, demonstraram que muitas das espécies encontradas são típicas de Floresta Atlântica e Amazônica e que, da mesma forma como ocorre nestes ambientes, o grupo dos consumidores de húmus foi o mais abundante (BANDEIRA e VASCONCELLOS, 2002; BANDEIRA et al. 2003). Estes mesmos estudos revelaram que quando comparadas, áreas preservadas e modificadas em agroecossistemas têm a riqueza e diversidade de espécies fortemente reduzidas sendo a guilda de consumidores de húmus a mais afetada.

Em ambientes áridos e semiáridos, em contraste com o que é observado em florestas úmidas, os térmitas são frequentemente encontrados em madeira (MÉLO e BANDEIRA, 2004). Também contrastando com os padrões observados em florestas úmidas, em ambientes áridos ou semiáridos, a guilda de consumidores de madeira é a mais representativa e a mais sensível a alterações do habitat tendo a riqueza e abundância relativa drasticamente reduzida com o aumento do nível de perturbação (MÉLO e BANDEIRA, 2004; VASCONCELLOS et al. 2010).

Os diferentes padrões apresentados até então foram obtidos a partir de estudos desenvolvidos em áreas úmidas e áridas de maneira isolada. Nenhum estudo buscou entender como se estrutura a termitofauna em ambientes que apesar de contrastantes são adjacentes. Esta paisagem é passível de ser encontrada no Nordeste do Brasil onde existem grandes áreas cobertas por Caatinga, um complexo vegetacional exclusivamente brasileiro e que têm como uma de suas principais características a dominância de plantas decíduas (SALES, MAYO e RODAL, 1998; BARBOSA, BARBOSA e LIMA, 2003). A precipitação média anual varia de 252 a 1200 mm e está distribuída irregularmente no tempo e concentrada na estação chuvosa, sendo esta sazonalidade climática um fator determinante na dinâmica de populações (ALVES, 2007; ARAÚJO, CASTRO e ALBUQUERQUE, 2007). Dentro da zona da Caatinga encontram-se as florestas serranas, disjunções de floresta tropical perenifólia pertencentes ao Domínio Mata Atlântica, as quais localizam-se, via de regra, nos níveis superiores das Serras, quer graníticas, quer cretácicas em cotas nunca inferiores aos 700 m e progressivamente maiores, num sentido geral SE–NW, até os 1100 m (SALES, MAYO E RODAL, 1998; ANDRADE-LIMA, 2007). Tanto a Caatinga quanto os brejos de altitude destacam-se pela importância para biodiversidade e conservação. A Caatinga, apesar de por muito tempo ser considerada erroneamente como resultado da degradação de formações vegetais mais exuberantes como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica, sabe-se hoje que é bastante heterogênea e rica em biodiversidade e endemismos sendo considerada uma formação florestal extremamente frágil (ALVES, 2007). Os brejos de altitude, além de importantes para a conservação dos recursos hídricos através do controle da erosão e da manutenção do microclima local (RODAL, SALES e MAYO, 1998), as florestas serranas configuram áreas núcleo de relevante importância para a preservação da biodiversidade, quer por sua singularidade e raridade, quer pelos muitos atributos naturais ali encontrados, em particular a diversidade natural de espécies (THEULEN, 2004). Apesar disso, têm declinado continuamente em extensão e biodiversidade devido ao aumento do uso das terras principalmente para a floricultura, cafeicultura e a fruticultura (ARAÚJO-FILHO, 2000).

3. REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, I. L. et al. Termite (Insecta: Isoptera) Species Composition in a Primary Rain Forest and Agroforests in Central Amazonia. **Biotropica**, v. 41, p. 226-233, 2009.
- ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 4, p.243-274, 2007.
- ALVES, J.J.A. Geocologia da Caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. **Climatologia e estudos da paisagem**, v. 2, n.1, p.58-69, 2007.
- ALVES, W.F. et al. Termites as Bioindicators of Habitat Quality in the Caatinga, Brazil: Is There Agreement Between Structural Habitat Variables and the Sampled Assemblages? **Neotropical Entomology**. v.40, n.1, p. 39-46, 2011.
- ARAÚJO, E.L.; CASTRO, C.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional Ecology and Communities** 1, p. 15-28, 2007.
- ARAÚJO-FILHO, J. C et al. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Embrapa Solos. **Boletim de Pesquisa**, 11. Recife: Embrapa Solos – UEP, p. 252, 2000.
- AYUKE, F.O. et al. Macrofauna diversity and abundance across different land use systems in embu, kenya. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 11, p. 371 – 384, 2009.
- BANDEIRA, A.G. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de uma floresta primária e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Zoologia, v. 5, p. 225-241, 1989.
- BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). **Sociobiology**. v. 39, p.429–439, 2002.

BANDEIRA, A.G. et al. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, v. 42, p.1–11, 2003.

BIGNELL, D.E.; EGGLETON, P. Termites in ecosystems. In: Abe, T. HIGASHI, M.; BIGNELL, D.E. (Eds.) **Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology**. Kluwer Academic Publication, Dordrecht, 2000. p. 363-387.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I.R; TABARELLI, M; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. XIII – XVII.

BROADY et al. Termites, vertebrate herbivores, and the fruiting success of *Acacia drepanolobium*. **Ecology**, v. 91, n.2, p. 399–407, 2010.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: UNESP, 2002. 128 p.

DANGERFIELD, J. M.; MACCARTHY, T. S.; ELLERY, W. N. The mound building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, Part 4. p. 507-520, jul 1998.

EGGLETON, P. et al. The species richness and composition of termites (Isoptera) in primary and regenerating lowland Dipterocarp forest in Sabah, East Malaysia. **Ecotropica**, v. 3, p. 119-128, 1997.

EGGLETON, P. Global patterns of termite diversity. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (Eds.) **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publications, 2000. p. 25-51.

EGGLETON, P. et al. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 90, p. 189-202, 2002.

FLORENCIO, D. F.; DIEHL, E. Termitofauna (Insecta, Isoptera) em Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 4, p. 505-511, 2006.

GILLISON et al. Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra. **Organisms Diversity & Evolution**, v. 3, p. 111–126, 2003.

GILLOT, C. **Entomology**. 3 ed. Canada: Springer, 2005. 831 p.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

BEZERRA-GUSMÃO, M. A. et al. Are nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) important in the C cycle in the driest area of semiarid Caatinga in northeast Brazil?. **Applied Soil Ecology**, v. 47, p. 1-5, 2011.

GRASSÉ, P.P. **Termitologia**. Paris: Masson, v.1, 1982, 676p.

JOUQUET, P et al. Impact of subterranean fungus-growing termites (Isoptera, Macrotermitinae) on chosen soil properties in a West African Savanna. **Biology and Fertility of soils**, Berlin, v. 41, n.5, p. 365-370, jul. 2005.

LEAL, I.R; TABARELLI, M; SILVA, J.M.C. Ecologia e Conservação da Caatinga: Uma Introdução ao desafio. In: LEAL, I.R; TABARELLI, M; SILVA, J.M.C. (Eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. XIII – XVII.

MÉLO A.C.S., BANDEIRA, A.G. A qualitative and quantitative survey of termites (Isoptera) in an open shrubby Caatinga, Northeast Brazil. **Sociobiology**, v.44, p.707-716, 2004.

MIKLÓS, A.A.W. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. In: Fontes, L.R. e Filho, E.B. (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. FEALQ, Piracicaba, 1998. p.227-242.

MOURA F.M.S. et al. Consumption of vegetal organic matter by *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) in an site of Caatinga, Northeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 51, p. 181-189, 2008.

OKWAKOL, M. J. N. Changes in termite (Isoptera) communities due to the clearance and cultivation of tropical forest in Uganda. **African Journal of Ecology**, v.38, p. 1–7. 2000.

REIS, Y.T.; CANCELLO, E.M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 97, p.229-234, 2007.

RODAL, M.J.N.; SALES, M.F.; MAYO, S.J. **Florestas serranas de Pernambuco: Localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 25, 1998.

ROSSI, J.P.; BLANCHART, E. Seasonal and land-use induced variations of soil macrofauna composition in the Western Ghats, southern India. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 37, p. 1093–1104, 2005.

SALES, M.F; MAYO, S.J; RODAL, M.J.N. **Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude, Pernambuco, Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 130, 1998.

THEULEN,V. Conservação dos Brejos de Altitude no Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M; CABRAL, J.J.P; PORTO, K.C. (Eds.) **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.299-302.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7^a ed. Australia: Thomson, Brooks/Cole, 2005. 864 p.

VAN DEN BERG, J.; RIEKERT, H.F. Effect of planting and harvesting dates on fungus-growing termite infestation in maize. **Suid-Afrikaanse Tydskrif Plant Grond**, v.20, p. 76–80, 2003.

VASCONCELLOS, A. Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p.455–461, 2010.

VASCONCELLOS, A. et al. Térmitas Construtores de Ninhos Conspícuos em Duas Áreas de Mata Atlântica com Diferentes Níveis de Perturbação Antrópica. **Neotropical Entomology**. v. 37, p. 15-19, 2008.

VASCONCELLOS, A. et al. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.74, p. 298-302, 2010.

VASCONCELLOS, A.; MOURA, F. M. S. Wood litter consumption by three species of termite *Nasutitermes* in an area of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 10, p. 1-9, 2010.

4. ARTIGO 1 (A SER SUBMETIDO A REVISTA BIOTROPICA)

Taxocenoses de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade na região semiárida, NE, Brasil

Alane Ayana Vieira de Oliveira Couto^{1,4}, Cibele Cardoso de Castro², Auristela Correia de Albuquerque² e Alexandre Vasconcellos³

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

³ Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil.

⁴ Autor correspondente, endereço atual: Rua dom Manuel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. E-mail atual: alane.couto@gmail.com

Recebido ____ Aceito pela revisão ____

ABSTRACT

The compositions of termite assemblages have been studied in several Neotropical ecosystems in semiarid to humid, but always in isolation. Abrupt altitudinal variations existing in the semiarid region of northeastern Brazil allows get out of a seasonally dry vegetation for a rainforest mountain in a few miles. The aim of this study was to characterize and compare the termite assemblages in different ecosystems along a humidity gradient. Collections were made in three areas: (i) wet mountain forests, (ii) hillside used for growing shade-grown coffee (*Coffea arabica* L.), (iii) seasonally dry forest (Caatinga). In each area a standardized protocol of active collecting was applied during the rainy season and dry. The species were grouped into categories according to the habitats and feeding habits. For each area, according to the period, were obtained species richness and number of meetings (used as an indicator of abundance). The assemblages in different areas and periods were ordered by non-metric multidimensional scaling and compared using analysis of similarity. The number of encounters by habitats and feeding groups were compared between areas and periods within each area using the Kruskal-Wallis also used to compare vegetation's variables between areas. We found a total of 45 species of termites, belonging to 20 genera and 3 families. The Caatinga's termite assemblage was so rich and abundant as to areas of rainforests, yet presented a specific composition quite unique. The agroecosystem (shaded coffee) was able to retain much of termite assemblage existing mountain in the forest area, and exclusive species. The Caatinga fauna was more modified by climatic period, showing a significantly lower abundance in the dry season. However, when taken together, wealth, abundance and species composition, the climatic period did not affect significantly the termitofauna in any of the areas studied. The number of encounter by feeding group and habitats explored did not differ between areas or between climatic periods. Even being adjacent areas, vegetation characteristics are able to maintain differences in fauna. The agroecosystem can be a good alternative to traditional forms of cultivation to be able to preserve an important part of the biodiversity in the environment unmodified.

Key words: agroecosystem; Caatinga; mountain forest; Isoptera; Neotropic.

RESUMO

As composições das taxocenoses de térmitas já foram estudadas em vários ecossistemas Neotropicais, de semiáridos a úmidos, porém sempre de forma isolada. Variações altitudinais bruscas existentes na região semiárida do nordeste brasileiro permite que em poucos quilômetros saíamos de uma vegetação sazonalmente seca para uma floresta úmida serrana. O objetivo deste estudo foi caracterizar e comparar as taxocenoses de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade. As coletas foram realizadas em três áreas: (i) floresta serrana úmida; (ii) floresta de encosta utilizada para o cultivo de café sombreado (*Coffea arabica* L.); (iii) floresta sazonalmente seca (Caatinga). Em cada área um protocolo padronizado de coleta ativa foi aplicado no período chuvoso e seco. As espécies foram agrupadas em categorias de acordo com os habitats e hábitos alimentares. Para cada área, de acordo com o período, foram obtidos riqueza específica e número de encontros (utilizado como um indicativo da abundância). As taxocenoses nas diferentes áreas e períodos foram ordenadas através de escalonamento multidimensional não-métrico e comparadas através de análise de similaridade. O número de encontros por habitats e grupos alimentares foram comparados entre áreas e entre períodos dentro de cada uma das áreas utilizando o teste de Kruskal-wallis também utilizado para comparar as variáveis da vegetação entre áreas. Foram encontradas ao todo 45 espécies de térmitas, pertencentes a 20 gêneros e 3 famílias. A termitofauna da Caatinga apresentou-se tão rica e abundante quanto às áreas de florestas úmidas, todavia apresentou uma composição específica bastante singular. O regime de agroecossistema (café sombreado) foi capaz de manter grande parte da termitofauna existente na área de floresta serrana, além de espécies exclusivas. A fauna da Caatinga foi a mais alterada pelo período climático, apresentando uma abundância significativamente menor no período seco. No entanto, quando considerados conjuntamente, riqueza, abundância e composição específica, o período climático não afetou de forma significativa a termitofauna em nenhuma das áreas estudadas. O número de encontro por grupo alimentar e habitats explorados não diferiram entre áreas nem entre períodos climáticos. Mesmo se tratando de áreas adjacentes, características da vegetação são capazes de manter diferenças quanto à fauna. O regime de agroecossistema pode apresentar-se como uma boa alternativa às formas tradicionais de cultivo por ser capaz de conservar uma importante parte da biodiversidade existente no ambiente não modificado.

Palavras chave: agroecossistema; Caatinga; floresta serrana; Isoptera; Região Neotropical.

APESAR DOS TÉRMITAS SEREM IGUALMENTE IMPORTANTES EM FLORESTAS TROPICAIS SECAS e úmidas, onde participam ativamente do consumo de necromassa vegetal e dos processos de ciclagem de nutrientes (Dangerfield et al, 1998; Moura et al., 2008; Vasconcellos e Moura, 2010), diferenças em termo de riqueza, abundância, diversidade e estrutura trófica podem ocorrer entre esses ecossistemas. Em florestas úmidas ocorre maior riqueza específica de térmitas em relação a ambientes áridos ou semiáridos (Eggleton et al., 1997; Florencio e Diehl, 2006; Reis e Canello, 2007; Vasconcellos et al., 2010; Alves et al., 2011), bem como maior densidade: pode atingir aproximadamente 7.000 indivíduos/m² (Bignell e Eggleton, 2000), enquanto em ambientes semiáridos é de cerca de 1.100 indivíduos/m² (Miklós, 1998). Diferenças relacionadas aos grupos alimentares também podem ser observadas, já que em florestas úmidas as espécies consumidoras de húmus são as mais abundantes (Eggleton et al, 1997; Eggleton et al., 2002; Vasconcellos, 2010) e as mais sensíveis às alterações ambientais, e em florestas tropicais secas esse grupo é constituído pelas espécies xilófagas (Vasconcellos et al. 2010).

A termitofauna pode variar consideravelmente em estrutura entre áreas de um mesmo ecossistema submetidas a diferentes tipos de alterações antropogênicas (Vasconcellos et al, 2008; Ackerman et al, 2009; Vasconcellos et al, 2010). A modificação de áreas naturais em agroecossistemas, por exemplo, acarreta em perdas significativas de riqueza, abundância e diversidade de espécies (Bandeira e Vasconcellos, 2002; Bandeira et al., 2003).

Trabalhos têm sido desenvolvidos em ecossistemas úmidos (Eggleton et al., 2002; Vasconcellos, 2010) e áridos de forma isolada (Vasconcellos et al., 2010), porém nenhum buscou comparar áreas contrastantes quanto à características climáticas e vegetacionais que são adjacentes, a fim de avaliar como as mudanças entre ecossistemas alteram a fauna de térmitas. Um cenário como este pode ser encontrado no Nordeste do Brasil onde há grandes extensões de terra coberta por Caatinga. Este ecossistema é um complexo vegetacional caracterizado por uma vegetação predominantemente decídua (Barbosa, Barbosa e Lima, 2003; Andrade-Lima, 2007), a qual está submetida a climas que variam de Semiárido a sub-úmido seco e pluviosidade concentrada em um só período (normalmente de 3 a 5 meses), irregularmente distribuídas no tempo e no espaço (Alves, 2007). Imerso nesta paisagem ocorrem as florestas serranas, localmente conhecidas por brejos de altitude, que são formações florestais úmidas pertencentes ao domínio da Mata Atlântica, cuja existência está associada à ocorrência de planaltos e chapadas com altitudes superiores a 700 m (Sales, Mayo e Rodal, 1998) e que algumas vezes são utilizados para a implantação de regimes agrocológicos, principalmente a floricultura, cafeicultura e fruticultura (Araújo-Filho, 2000).

Diante do exposto, buscou-se testar a hipótese de que a estrutura da termitofauna é regida por características climáticas e da vegetação. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar a taxocenose de térmitas em diferentes ecossistemas ao longo de um gradiente de umidade, considerando período climático, habitats e hábitos alimentares.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO – O presente estudo foi desenvolvido no município de Taquaritinga do Norte, localizado na mesorregião Agreste e na microrregião Alto Capibaribe do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. O clima local é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco (As em Köppen) e pluviosidade concentrada entre os meses de fevereiro e setembro (Mascarenhas et al., 2005).

As atividades de campo foram realizadas em três áreas: (1) Floresta serrana (FS) - remanescente de floresta serrana localizada dentre as porções mais altas do Brejo Taquaritinga do Norte (acima de 700m), onde predomina floresta subperenifólia. A área possui aproximadamente 30 ha, densidade média de árvores de $0,475/m^2$ e plantas com diâmetro à altura do solo de $13,67 \text{ cm} \pm 10,74$ (média \pm DP). Coordenadas: $7^{\circ}54'213''\text{S}$ e $36^{\circ}01'119''\text{O}$; (2) Cafezal (CF) - área de floresta serrana situada na encosta do Brejo Taquaritinga do Norte utilizada para cultivo de café sombreado a pelo menos 50 anos sem a utilização de agrotóxicos ou maquinário. A espécie cultivada no local é *Coffea arabica* L., a qual tem origem africana, é perene e apresenta porte arbóreo. A área possui aproximadamente 35 ha, densidade média de árvores de $0,545/m^2$ e plantas com diâmetro à altura do solo de $10,26 \text{ cm} \pm 9,78$ (média \pm DP). Coordenadas: $7^{\circ}59'35''\text{S}$ e $36^{\circ}2'13.8''\text{O}$; (3) Caatinga (CA) - Caatinga arbóreo-arbustiva circundada por áreas que sofrem pisoteio de gado em baixa intensidade. A área possui cerca de 60 ha, densidade média de árvores de $0,33/m^2$ e plantas com diâmetro à altura do solo de $8,66 \text{ cm} \pm 4,4$ (média \pm DP). Coordenadas: $7^{\circ}00'55''\text{S}$ e $36^{\circ}00'03''\text{O}$.

COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DE TÉRMITAS – A termitofauna em cada área de estudo foi amostrada por meio da demarcação de seis transectos de $65 \times 2\text{m}$ dispostos a uma distância mínima de 50m entre eles e em áreas sem sinal aparente de perturbação. Cada transecto continha cinco setores de $5 \times 2\text{m}$ com espaçamento de 10m entre eles. O tempo de coleta em cada setor corresponde ao esforço amostral de 1h/pessoa. Durante este tempo os térmitas foram procurados nos microhabitats onde poderiam ser encontrados, tais como solo, serapilheira, ninhos e trilhas, sob casca de árvores e madeira em diferentes estágios de composição. Este

protocolo foi aplicado no período chuvoso (maio a julho/2011) e seco (novembro/2011 a janeiro/2012), totalizando 600m² amostrados por área. Os espécimes coletados foram identificados utilizando literatura específica e por comparação com espécimes da Coleção de Isoptera da UFRPE e da Coleção de Isoptera da UFPB. Durante as coletas foram feitas anotações sobre o micro-habitat onde os espécimes foram encontrados.

GRUPOS ALIMENTARES – Uma vez identificadas, as espécies de térmitas foram agrupadas de acordo com o recuso alimentar explorado em (i) consumidores de madeira; (ii) consumidores de húmus; (iii) consumidores de madeira/húmus e (iv) consumidores de folha. Para tal, foram levadas em consideração observações *in situ*, análise do conteúdo intestinal e morfologia das mandíbulas de 10 operários de cada espécie, além dos dados disponíveis na literatura (Deligne, 1966; Bandeira, 1989; Sena et al, 2003; Reis e Canello, 2007; Vasconcellos, 2010; Alves et al., 2011).

VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DESCRIÇÃO FISIONÔMICA ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO – Para cada amostrada, de acordo com período climático foram obtidas a variação da temperatura e da umidade relativa do ar. Estes dados foram obtidos durante as coletas utilizando um termo-higrômetro portátil digital da marca Incoterm.

Para a caracterização fisionômica estrutural da vegetação, em cada área de estudo foram demarcadas duas parcelas de 20 X 5m onde foram obtidos densidade (número de indivíduos/área) e o diâmetro à altura do solo (DAS) de todas as plantas vivas que apresentaram altura ≥ 50 cm e diâmetro do caule ≥ 5 cm (Adaptado de Vasconcellos et al., 2010).

ANÁLISE DOS DADOS – A fim de se verificar a suficiência amostral, para cada área de acordo com o período climático estimou-se a riqueza utilizando o estimador Jackknife de primeira ordem do programa EstimateS 7.5 (Colwell, 2005). Para tal, foram realizadas 500 aleatorizações sem reposição de amostras. Este estimador foi considerado por Walther & Moore (2005) um dos melhores estimadores não-paramétrico de riqueza específica.

Para a comparação da riqueza de espécies entre áreas e posteriormente entre períodos climáticos dentro de cada área, foram construídas curvas de rarefação após a simulação aleatória de 500 curvas a partir dos dados iniciais coletados em cada parcela utilizando o programa EstimateS 7.5 (Colwell, 2005).

Também, para cada área de acordo com o período climático, foram obtidos riqueza observada e o número de encontros (utilizado como um indicativo da abundância). O número

de encontros por transecto dentro de cada área de estudo e posteriormente entre períodos climáticos dentro de cada área de estudo foi comparado através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com teste de Dunn *a posteriori* do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

Com o intuito de ordenar as taxocenoses de acordo com as diferentes áreas e posteriormente de acordo com as áreas e período climático realizou-se um Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS) a partir do coeficiente de distância de Bray-Curtis com o auxílio do programa Primer 6.0 (Clarke e Warwick, 2001). Este mesmo programa foi utilizado para comparar as estruturas das taxocenoses através de uma análise de similaridade (ANOSIM) com nível de significância de 5%.

Os valores das variáveis estruturais da vegetação de cada área foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e em seguida aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com teste de Dunn *a posteriori* com nível de significância estabelecido em 5%. Estes testes foram realizados com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

O número de encontros por grupo alimentar e habitats explorados foram comparados entre áreas e posteriormente entre períodos climáticos dentro de cada área de estudo através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

RESULTADOS

Foram identificadas ao todo 45 espécies de térmitas pertencentes às três principais famílias de ocorrência no Brasil (Termitidae, Rhinotermitidae e Kalotermitidae) nas três fitofisionomias estudadas (Tabela S1). Do total de espécies, 13 (28,9%) ocorreram exclusivamente no período chuvoso e 5 (11,1%) exclusivamente no período seco. A maior riqueza específica foi registrada na área de cafezal, que apresentou 25 espécies, sendo 14 exclusivas deste ambiente, seguida pela área de floresta serrana com 17 espécies sendo 6 exclusivas deste ambiente e pela área de Caatinga com 16 espécies, sendo 14 exclusivas desta área. A riqueza observada assumiu valores abaixo da estimada, todavia o esforço amostral foi suficiente para amostrar a maior parte da taxocenose local (Tabela S1).

As curvas de rarefação demonstraram que não houve diferença significativa quanto à riqueza de espécies entre as áreas estudadas e nem entre períodos climáticos dentro de cada fitofisionomia (Fig 1 e 2).

Em todas as fitofisionomias estudadas a família Termitidae foi dominante em termo de riqueza apresentando 13, 17 e 14 espécies para as áreas de floresta serrana, cafezal e Caatinga, representando 76,5%, 68% e 87,5% do total de cada área, respectivamente. A família Kalotermitidae foi a segunda em riqueza específica para a floresta serrana e o cafezal, todavia

não foi registrada na área de Caatinga. A família Rhinotermitidae foi representada por apenas uma espécie para cada uma das áreas amostradas (Tabela S1). De maneira semelhante, a família Termitidae foi dominante em número de encontros para todas as fitofisionomias registrando 105, 166 e 122 ocorrências para as áreas de floresta serrana, cafezal e Caatinga, representando 92,1%, 97% e 92,4% do total de encontros para cada área, respectivamente. A família Kalotermitidae foi a segunda em número de encontros para as áreas de floresta serrana e cafezal, seguida pela família Rhinotermitidae (Tabela S1).

Não houve diferença significativa quanto ao número de encontros por transecto entre a área de Caatinga e as demais áreas estudadas, todavia o número de encontros foi significativamente maior na área de cafezal quando comparada a área de floresta serrana (Kruskal-Wallis $H = 12,3$; $G1 = 2$; $p = 0,0021$). Entre os diferentes períodos climáticos, o número de encontros não diferiu de maneira significativa nas áreas de floresta serrana e cafezal, todavia o a área de Caatinga apresentou número de encontros significativamente maior no período chuvoso (Kruskal-Wallis $H = 17,17$; $G1 = 5$; $p = 0,0042$).

O escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) realizado considerando apenas as áreas demonstrou que a Caatinga forma um agrupamento bem definido e isolado dos demais (Fig 3). Quanto às áreas de floresta serrana e cafezal, ainda que não formem agrupamentos bem definidos, nota-se uma tendência de segregação. Todavia, ao considerar isoladamente as diferentes áreas, de acordo com o período, nota-se que não há a formação de grupos definidos (Fig 3).

Os resultados obtidos pelo NMDS considerando unicamente as áreas foram confirmados pelo ANOSIM (Teste global: $R = 0,747$; $p = 0,001$), onde a comparação entre as áreas de floresta serrana e Caatinga ($R = 0,93$; $p = 0,001$) e entre as áreas de cafezal e Caatinga ($R = 0,98$; $p = 0,001$) apresentaram altos valores do R estatístico indicando baixa similaridade entre elas, enquanto a comparação entre as áreas de floresta serrana e cafezal apresentou um R estatístico baixo ($R = 0,265$; $p = 0,001$) quando comparado aos demais, indicando a existência de uma maior similaridade entre estas duas áreas.

O ANOSIM realizado para comparar as áreas considerando também o período climático (Teste global: $0,595$; $p = 0,001$) demonstrou que este não afetou a taxocenose nem para a área de floresta serrana ($R = -0,064$; $p = 0,64$), nem para a área de cafezal ($R = 0,002$; $p = 0,48$) e nem para a área de Caatinga ($R = 0,165$; $p = 0,11$), confirmando os resultados encontrados pelo NMDS também realizado para comparar a mesma área em diferentes períodos climáticos.

Para todas as áreas amostradas o grupo alimentar ‘consumidor de madeira’ foi o que registrou o maior número de ocorrências seguido pelo grupo ‘consumidor de húmus’. O

número de encontros por grupo alimentar não variou de forma significativa entre as áreas de estudo (Kruskal-Wallis $H = 0,47$; $G1 = 2$; $p = 0,79$). Também não houve diferenças significativas quanto ao número de encontros por grupo alimentar entre os diferentes períodos climáticos dentro de cada área de estudo (Kruskal-Wallis $H = 1,69$; $G1 = 5$; $p = 0,89$).

Para a área de floresta serrana a categoria de hábitat 'madeira em decomposição' registrou o maior número de ocorrências, seguido pela categoria 'solo', enquanto o cafezal e a Caatinga registraram o maior número de ocorrências na categoria 'solo', seguida pela categoria 'madeira em decomposição'. O número de encontros por habitat não variou de forma significativa entre as áreas de estudadas (Kruskal-Wallis $H = 0,38$; $G1 = 2$; $p = 0,82$). Também não houve diferenças significativas quanto ao número de encontros por habitat explorado entre os diferentes períodos climáticos dentro de cada área de estudo (Kruskal-Wallis $H = 0,92$; $G1 = 5$; $p = 0,97$).

A densidade média de árvores não diferiu significativamente entre as áreas de estudo ($H = 2,57$; $G1 = 2$; $p = 0,27$). Já em relação aos valores de DAS, a floresta serrana apresentou valores significativamente maiores que as das demais áreas ($H = 18,98$; $G1 = 2$; $p = 0,0002$).

Na área de floresta serrana foram registrados os menores valores de temperatura e os maiores valores de umidade relativa do ar, enquanto na área de Caatinga foram registrados os maiores valores de temperatura e os menores valores de umidade relativa do ar (Tabela 1).

DISCUSSÃO

A riqueza observada na área de Caatinga foi superior àquela encontrada por Alves et al. (2011) que registraram ao todo 10 espécies de térmitas em três áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil, mas inferior àquela encontrada por Vasconcellos et al. (2010) que registraram ao todo 26 espécies de térmitas em três áreas de Caatinga sob diferentes tipos de perturbação antropogênica também no Nordeste do Brasil. Estes valores destoantes refletem a heterogeneidade da Caatinga, sendo necessário, portanto, mais trabalhos em nível de comunidade para se conhecer a real biodiversidade presente neste ecossistema.

Em relação à riqueza observada na área de floresta serrana, esta ficou pouco abaixo daquela observada por Bandeira e Vasconcellos (2002) e Bandeira et al. (2003) que registraram 18 e 23 espécies, respectivamente, em estudos realizados em áreas de vegetação primária e em diferentes estágios de regeneração em uma floresta serrana situada na região Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil. No entanto, ao compararmos a riqueza encontrada àquela registrada por outros trabalhos desenvolvidos em áreas de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil nota-se que existe uma grande variação entre os valores encontrados

por estes trabalhos. Reis e Cancelló (2007) identificaram 31 espécies para uma área de vegetação primária e 17 para uma área de vegetação secundária, Vasconcellos (2010) registrou 19, 25 e 29 espécies de térmitas em três áreas onde, no entanto, a metodologia empregada não foi específica para amostrar a biodiversidade. Já Souza, Alves e Vasconcellos (2012) registraram 13, 13, 14, 11 e 27 em cinco áreas amostradas, enquanto Vasconcellos et al. (2005) registraram 19 e 15 espécies.

Em relação à riqueza observada na área de cafezal, os valores obtidos foram muito maiores que àqueles encontrados em outras áreas floresta serrana modificadas em agroecossistema. Bandeira e Vasconcellos (2002) e Bandeira et al. (2003) registraram 7 e 5 espécies em uma plantação de bananas uma área de floresta serrana no Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

A dominância da família Termitidae tanto em riqueza de espécie quanto em número de encontros em todas as áreas é explicada por ser esta a maior e mais diversificada família de cupins, abrangendo aproximadamente 75% de todas as espécies atualmente conhecidas (Costa-Leonardo, 2002). A ausência da família Kalotermitidae na área de Caatinga pode estar relacionada com a cobertura vegetal. Uma vez que nessa área encontram-se plantas com menores médias de DAS, o que propicia uma maior incidência de radiação solar e consequente, aumento da temperatura sobre a superfície do solo, fazendo com que a madeira seca (substrato utilizado pelos representantes desta família) fique muito quente e dificulte ou mesmo impeça a sobrevivência desses animais (Vasconcellos, 2010).

Na presente pesquisa, as diferenças entre a Caatinga e as demais fitofisionomias quanto à riqueza e abundância de espécies não foram significativas, diferente do que se observa ao comparar estudos realizados apenas em florestas tropicais úmidas (Bignell e Eggleton, 2000; Florencio e Diehl, 2006) com estudos realizados apenas em florestas tropicais secas (Miklós, 1998; Alves et al., 2011), onde os primeiros apresentam riqueza e a abundância de espécies consideravelmente maiores. Este resultado pode estar associado ao fato das áreas de florestas úmidas serem florestas serranas, as quais são resultantes de tanto do isolamento de grandes blocos orográficos, quanto da área nuclear da Mata Atlântica, sob o comando dos paleoclimas associados a sua história geológica e que sofrem forte pressão antrópica (Sales, Mayo e Rodal, 1998). O Brejo de Taquaritinga em particular, vem sendo submetido a um acentuado processo de degradação ambiental que já é responsável por grandes perdas na riqueza vegetal (Rodal, Sales e Mayo, 1998) podendo, portanto, tal degradação estar afetando também a termitofauna.

A maioria dos estudos realizados para comparar áreas de vegetação nativa com áreas modificadas em um regime de agroecossistema, tanto região de floresta serrana (Bandeira e

Vasconcellos, 2002) quanto em outras regiões de florestais úmidas (Gillison et al., 2003) sugerem que a fauna de térmitas é negativamente alterada, havendo uma diminuição da riqueza e abundância de espécies, ao contrário do que foi observado no presente estudo, uma vez que não houve diferença significativa quanto a riqueza entre o cafezal e a floresta serrana e o número de encontros de térmitas no cafezal foi significativamente maior que na área de floresta serrana. No entanto, um resultado semelhante ao deste trabalho foi encontrado por Ackerman et al. (2009) ao comparar uma área de floresta primária com duas áreas modificadas em agroecossistema na região Amazônica, onde não foram constatadas mudanças significativas quanto à riqueza das taxocenoses amostradas. Os autores sugerem que o resultado poderia ser decorrente de características locais, e não refletir um padrão a ser observado em outras localidades. O mesmo poderia ter ocorrido na presente pesquisa, todavia é possível ainda que o distúrbio causado pela implantação do regime de agroecossistema tenha propiciado o surgimento de novos nichos e alterado a abundância de algumas espécies, o que conseqüentemente possibilitaria a expansão de outras populações até então suprimidas pela competição interespecífica.

Os resultados obtidos pelo NMDS e o ANOSIM mostram que quando considerado além da riqueza e abundância, a composição específica, a termitofauna da Caatinga é singular em relação às demais áreas estudadas. De fato, apenas duas espécies em comum foram observadas entre a Caatinga e as demais áreas estudadas (*Diversitermes cf. castaniceps* e *Amitermes amifer*). Isso confirma a tendência discutida por outros trabalhos de que entre ambientes úmidos e áridos existem diferenças significativas também quanto à composição específica da termitofauna (Bandeira e Vasconcellos, 2002; Bandeira et al. 2003). O presente trabalho revela ainda que tais diferenças se mantêm mesmo quando estes ambientes encontram-se adjacentes.

A alta similaridade entre a floresta serrana e o cafezal revelada pelo NMDS e confirmada pelo ANOSIM deve-se ao grande número de espécies em comum (11 espécies). De maneira semelhante, outros trabalhos realizados em florestas tropicais úmidas como o de Bandeira et al (2003) em uma área de floresta serrana e o de Ackerman et al (2009) em uma área de floresta amazônica mostraram que mesmo após a implantação do regime de agroecossistema muitas espécies presentes no ambiente não modificado conseguem permanecer.

Os resultados obtidos em relação ao período climático para as áreas de floresta serrana e cafezal corroboram com o estudo desenvolvido por Dibog et al (1998) em uma floresta tropical úmida onde a riqueza e abundância da termitofauna presente no solo não variam de maneira significativas entre períodos climáticos, mas que no entanto existe uma correlação

negativa entre tais descritores e a precipitação pluviométrica à curto prazo, uma vez que após a chuva o solo fica encharcado e impede as movimentações das térmitas até a superfície.

Em relação à caatinga, apesar do período climático não ter afetado a riqueza de espécies, o número de encontros foi significativamente menor no período seco, o que está atrelado ao aumento da temperatura e menor umidade relativa do ar registrado nesse período (Tabela 1), juntamente com uma importante característica da Caatinga que é a deciduidade das espécies vegetais no período seco (Barbosa, Barbosa & Lima, 2003) fazendo com que a superfície do solo fique exposta à radiação solar aumentando a temperatura dos substratos levando a uma diminuição da biomassa em algumas populações (Vasconcellos et al., 2007).

O maior número de encontros no grupo alimentar ‘consumidores de madeira’ seguido pelo grupo ‘consumidores de húmus’ para área de Caatinga e cafezal corrobora com outros trabalhos desenvolvidos em áreas de Caatinga (Alves et al., 2011 e Vasconcellos et al., 2010) e em áreas de floresta serrana modificadas em agroecossistema (Bandeira & Vasconcellos, 2002; Bandeira et al., 2003) apresentaram um aumento no número de espécies consumidoras de madeira. Porém, em relação ao maior número de encontros no grupo ‘consumidores de madeira’ na área de floresta serrana, este resultado se opõe àqueles encontrados em outros trabalhos desenvolvidos em áreas de floresta serrana não modificada onde houve um predomínio de espécies húmidívoras (Bandeira & Vasconcellos, 2002; Bandeira et al., 2003) tal qual ocorre na Mata Atlântica (Vasconcellos, 2010) e em outras áreas de floresta tropical úmida na África (Eggleton et al. 2002). Estes mesmos estudos mostraram que áreas de vegetação secundária apresentam um predomínio de espécies consumidoras de madeira, o que reforça a ideia de que a área de floresta serrana estudada na presente pesquisa vem sendo afetada pela pressão antropogênica.

Em suma, as seguintes observações merecem ser ressaltadas: (i) a termitofauna da caatinga apresentou-se tão rica e abundante quanto às áreas de florestas úmidas estudadas, todavia apresentou uma composição específica bastante singular. Isto demonstra, que mesmo se tratando de áreas adjacentes, as características climáticas e de vegetação são capazes de manter diferenças quanto à fauna. Ressalta-se, portanto, a importância de medidas que visem a conservação de ambos os ecossistemas, visando resguardar a biodiversidade presente nestes ambientes; (ii) O regime de agroecossistema (café sombreado) foi capaz de manter grande parte da termitofauna existente na área de floresta serrana não modificada, permitindo ainda a permanência de outras espécies. Este fato sugere que a implantação de culturas em um regime de agroecossistema pode servir como uma boa alternativa a fim de conservar uma importante parte da biodiversidade existente nos ambientes não modificados; (iii) apenas a termitofauna da caatinga sofreu algum tipo de alteração pelo período climático, apresentando uma

abundância significativamente menor no período seco. No entanto, quando considerados conjuntamente, riqueza, abundância e composição específica, o período climático não afetou de forma significativa a termitofauna em nenhuma das áreas estudadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa à primeira autora e aos estagiários do Laboratório de Termitologia da UFRPE pela ajuda durante as atividades de campo.

LITERATURA CITADA

- ACKERMAN, I. L., CONSTANTINO, R., GAUCH, J. R. H. G., LEHMANN, J., RIHA, S. J. AND FERNANDES, E. C. M. 2009. Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in Central Amazonia. *Biotropica*. 41: 226-233.
- ANDRADE-LIMA, D. 2007. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*. 4: 243-274.
- ALVES, J. J. A. 2007. Geoeecologia da Caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. *Climatologia e estudos da paisagem*. 2:58-69.
- ALVES, W. F. MOTA, A. S., LIMA, R. A. A., BELLEZONI, R. AND VASCONCELLOS, A. 2011. Termites as bioindicators of habitat quality in the Caatinga, Brazil: is there agreement between structural habitat variables and the sampled assemblages? *Neotrop. Entomol.* 40: 39-46.
- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. e SANTOS, A.A. 2007. *BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Ong Mamirauá. Belém, PA.
- BANDEIRA, A.G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de uma floresta primária e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. *Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi: Zoo.* 5: 225-241.

- BANDEIRA, A. G. AND VASCONCELLOS, A. 2002. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology*. 39: 429–439.
- BANDEIRA, A.G., VASCONCELLOS, A., SILVA, M. AND CONSTANTINO, R. 2003. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*. 42:1–11.
- BIGNELL, D.E., AND EGGLETON, P. 2000. Termites in ecosystems. *In* Abe, T., HIGASHI, M., AND BIGNELL, D. E. (Eds.). *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology*. pp. 363–387. Kluwer Academic Publication, Dordrecht.
- BARBOSA, D.C.A., BARBOSA, M.C.A. AND LIMA, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. *In* LEAL, I.R., TABARELLI, M. AND SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*, pp. XIII – XVII. Ed. Universitária da UFPE, Recife, Pernambuco.
- CLARKE, K.R. AND WARWICK R.M. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation*. PRIMER-E: Plymouth, 91p.
- COLWELL. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. (see http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates_purl.org/estimates).
- DANGERFIELD, J. M., MACCARTHY, T. S. AND ELLERY, W. N. 1998. The mound building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. *J. Trop. Ecol.* 14: 507-520.
- DELIGNE, J. 1966. Caractères adaptatifs au regime alimentaire dans la mandibula des termites (Insectes: Isoptères). *C. R. Acad. Sc. t. 263.* 18:1323-1325.
- DIBOG, L.; EGGLETON, P. AND FORZI, F. 1998. Seasonality of soil termites in a humid tropical forest, Mbalmayo, southern Cameroon. *J. Trop. Ecol.* 14: 841-850.
- EGGLETON, P., HOMATHEVI, R., JEEVA, D., JONES, D.T., DAVIES, R.G., AND MARYATI, M. 1997. The species richness and composition of termites (Isoptera) in primary and

- regenerating lowland Dipterocarp forest in Sabah, East Malaysia. *Ecotropica*. 3: 119-128.
- EGGLETON, P., BIGNELL, D.E., HAUSER, S., DIBOG, L., NORGROVE, L., AND MADONG, B. 2002. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agric., Ecosyst. Environ.* 90: 189-202.
- FLORENCIO, D. F. AND DIEHL, E. 2006. Termitofauna (Insecta, Isoptera) em Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entom.* 50: 505-511.
- GILLISON, A.N., JONES, D.T., SUSILO, F.X. AND BIGNELL, D.E. 2003. Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra. *Org. Divers. Evol.* 3: 111–126.
- MASCARENHAS, J. C., BELTRÃO, B. A., SOUZA-JÚNIOR, L. C., GALVÃO, M. J. T. G., PEREIRA, S. N., MIRANDA, J. L. F. 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Taquaritinga do Norte, estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM. 11 pp.
- MIKLÓS, A.A.W. 1998. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. *In*: FONTES, L.R. AND FILHO, E.B. (Eds.). *Cupins: o desafio do conhecimento*. pp.227-242. FEALQ, Piracicaba.
- MOURA F.M.S., VASCONCELLOS A., ARAÚJO V.F.P. AND BANDEIRA, A.G. 2008. Consumption of vegetal organic matter by *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) in an site of Caatinga, Northeastern Brazil. *Sociobiology*. 51: 181-189.
- REIS, Y.T. AND CANCELLO, E.M. 2007. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. *Iheringia: Zoo*. 97: 229-234.

- RODRIGUES, P.C.G., CHAGAS, M. G. S., SILVA, F. B.R. AND PIMENTEL, R. M. M. 2008. Ecologia dos Brejos de Altitude do Agreste Pernambucano. *Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA. 25: 20-34.*
- RODAL, M.J.N., SALES, M.F. AND MAYO, S.J. 1998. Florestas serranas de Pernambuco: Localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 25 pp.
- SALES, M.F., MAYO, S.J. AND RODAL, M.J.N. 1998. Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude, Pernambuco, Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 130 pp.
- SENA, J. M., VASCONCELLOS, A., GUSMÃO, M. A. B. AND BANDEIRA, A. G. 2003. Assemblage of termites in a fragment of Cerrado on the coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera). *Sociobiology.42: 753-760.*
- SOUZA, H. B. A., ALVES, W. F. AND VASCONCELLOS, A. 2012. Termite assemblages in five semideciduous Atlantic Forest fragments in the northern coastland limit of the biome. *Rev. Bras. Entomol. 56: 67-72.*
- VASCONCELLOS, A. 2010. Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol. 54: 455–461.*
- VASCONCELLOS, A., BANDEIRA, A.G., ALMEIDA, W.O. AND MOURA, F.M.S. 2008. Térmitas Construtores de Ninhos Conspícuos em Duas Áreas de Mata Atlântica com Diferentes Níveis de Perturbação Antrópica. *Neotrop. Entomol. 37: 15-19.*
- VASCONCELLOS, A., BANDEIRA, A.G.; MOURA, F.M.S, ARAÚJO, V.F.P., GUSMÃO, M.A.B. AND CONSTANTINO, R. 2010. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. *J. Arid. Environ. 74: 298-302.*

- VASCONCELLOS, A. AND MOURA, F. M. S. 2010. Wood litter consumption by three species of termite *Nasutitermes* in an area of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *J. Insect. Sc.* 10: 1-9.
- WALTHER, B. A. AND MOORE, J. L. 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*. 28: 815-829.

TABELA 1. *Variação das variáveis atmosféricas (temperatura e umidade relativa do ar) para os períodos de amostragem de acordo com as áreas amostradas. Floresta serrana (FS); cafezal (CF); Caatinga (CA).*

TABELA S1. *Riqueza observada e estimada e número de encontro de térmitas em três fitofisionomias do Agreste pernambucano entre abril de 2011 e janeiro de 2012. N - número de setores em que a espécie foi encontrada. S_{obs} - Riqueza observada. I.C. – Intervalo de confiança. Habitat explorado (MD – madeira em decomposição; S – solo; Se – serapilheira; N – ninho; P – planta viva). Grupo alimentar (CM – consumidor de madeira; CH – consumidor de húmus; CMH – consumidor de madeira húmus; CF – Consumidor de folha).*

TABELA 1

Período	Variável	Variação de Temperatura (°C)	Variação da Umidade Relativa (%)
Chuvoso (maio a julho de 2011)	FS	12 - 21.5	61 - 99
	CF	17.9 - 26.8	40 - 99
	CA	22.8 - 29	10 - 91
Seco (novembro/2011 a janeiro/ 2012)	FS	20 - 26.2	18 - 89
	CF	22.3 - 31	10 - 59
	CA	20.9 - 31.8	10 - 74

TABELA S1

Família/Espécie	FS (floresta serrana)			CF (cafezal)			CA (Caatinga)			Grupo alimentar
	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	
KALOTERMITIDAE										
<i>Glyptotermes</i> sp.	1	0	MD	2	0	MD	0	0	-	CM
<i>Neotermes paraenses</i> Lima	3	1	MD	0	0	-	0	0	-	CM
<i>Neotermes fulvescens</i> Silvestri	0	2	MD	0	0	-	0	0	-	CM
<i>Neotermes</i> sp.	0	0	-	1	0	MD	0	0	-	CM
<i>Rugitermes</i> sp.	0	0	-	1	0	MD	0	0	-	CM
RHINOTERMITIDAE										
<i>Heterotermes longiceps</i> (Snyder)	1	1	MD	0	1	MD	0	0	-	CM
<i>Heterotermes sulcatus</i> (Mathews)	0	0	-	0	0	-	7	3	MD	CM
TERMITIDAE: APICOTERMITINAE										
<i>Anoplotermes</i> sp. A	4	10	S/MD	0	0	-	0	0	-	CH
<i>Anoplotermes</i> sp. B	4	0	S	3	14	S	0	0	-	CH
<i>Anoplotermes</i> sp. C	0	0	-	4	0	S	0	0	-	CH
<i>Anoplotermes</i> sp. D	0	0	-	2	8	S	0	0	-	CH

<i>Família/Espécie</i>	<i>FS</i> (<i>floresta serrana</i>)			<i>CF</i> (<i>cafezal</i>)			<i>CA</i> (<i>Caatinga</i>)			Grupo alimentar
	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	
<i>Anoploterme</i> sp. E	0	0	-	5	0	S	0	0	-	CH
<i>Anoplotermes</i> sp. F	0	0	-	0	0	-	11	11	S	CH
<i>Aparatermes</i> sp. A	3	1	S	0	0	-	0	0	S	CH
<i>Aparatermes</i> sp. B	2	2	S	4	2	S	0	0	S	CH
<i>Aparatermes</i> sp. C	3	0	S	0	0	-	0	0	-	CH
<i>Aparatermes</i> sp. D	0	0	-	1	0	S	0	0	-	CH
<i>Aparatermes</i> sp. E	0	0	-	1	0	S	0	0	-	CH
<i>Aparatermes</i> sp. F	0	0	-	2	1	S	0	0	-	CH
<i>Aparatermes</i> sp. G	0	0	-	0	0	-	5	4	S	CH
<i>Aparatermes</i> sp. H	0	0	-	0	0	-	4	0	S	CH
<i>Aparatermes</i> sp. I	0	0	-	0	4	S	0	0	-	CH
<i>Grigiotermes</i> sp. A	1	0	S	0	0	-	0	0	-	CH
<i>Grigiotermes</i> sp. B	0	0	S	2	0	S	0	0	-	CH
<i>Grigiotermes</i> sp. C	0	0	S	0	0	-	5	1	S	CH
<i>Grigiotermes</i> sp. D	0	0	S	0	0	S	3	3	S	CH

Família/Espécie	FS (floresta serrana)			CF (cafezal)			CA (Caatinga)			Grupo alimentar
	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	
<i>Ruptitermes cf reconditus</i> (Silvestri)	0	0	-	3	8	S	0	0	-	CF
<i>Ruptitermes</i> sp.	0	0	-	0	0	-	0	1	S	CF
TERMITIDAE: NASUTITERMITINAE										
<i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Silvestri)	0	0	-	0	0	-	16	19	N	CM
<i>Diversitermes cf castaniceps</i> (Holmgren)	10	14	S/MD/Se	7	7	S/MD/Se	0	1	MD	CMH
<i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky)	11	10	MD/N/P	22	24	MD/Se/N/P	0	0	-	CM
<i>Nasutitermes jaraguai</i> (Holmgren)	6	4		6	5	MD/Se	0	0	-	CM
<i>Nasutitermes</i> sp.	0	0	-	0	0	-	0	2	MD	CM
<i>Subulitermes</i> sp.	0	0	-	0	1	S	0	0	-	CH
<i>Velocitermes</i> sp.	1	0	Se	1	2	Se	0	0	-	CF
TERMITIDAE: SYNTERMITINAE										
<i>Ibitermes curupira</i> Fontes	3	4	S	0	1	S	0	0	-	CH

Família/Espécie	FS (floresta serrana)			CF (cafezal)			CA (Caatinga)			Grupo alimentar
	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	N chuvoso	N seco	Habitat explorado	
TERMITIDAE: TERMITINAE										
<i>Amitermes amifer</i> Silvestri	5	5	MD	6	8	MD	5	2	MD	CM
<i>Amitermes</i> sp.	0	0	-	0	0	-	7	0	MD	CM
<i>Dentispicotermes</i> sp.	0	0	-	2	5	S	0	0	-	CH
<i>Inquilinitermes fur</i> (Mathews)	0	0	-	0	0	-	1	1	N	CMH
<i>Inquilinitermes</i> cf <i>microcerus</i> Silvestri	0	0	-	0	0	-	1	1	N	CH
<i>Neocapritermes opacus</i> Hagen	2	0	S	3	1	S	0	0	-	CMH
<i>Orthognatotermes</i> sp.	0	0	-	1	0	S	0	0	-	CH
<i>Termes medioculatus</i> Emerson	0	0	-	0	0	-	1	1	MD	CMH
S _{obs}	16	11		21	16		13	14		
Jackknife 1 (média ± I.C.)	23.5 ± 5.5	13.5 ± 4.4		26 ± 3.3	21 ± 4.7		18.1 ± 6.1	20.6 ± 4.3		
Número de encontros	60	54		79	92		79	53		

FIGURA 1. Curva de rarefação da riqueza de espécies de térmitas de três fitofisionomias do Agreste pernambucano, Nordeste do Brasil. —○— Média das espécies observadas em FS; —■— Média das espécies observadas em CF; —▲— Média das espécies observadas em CA. As barras representam o intervalo de confiança. Coletas realizadas entre abril de 2011 e janeiro de 2012.

FIGURA 2. Curva de rarefação da riqueza de espécies de térmitas de três fitofisionomias do Agreste pernambucano, Nordeste do Brasil de acordo com o período climático. —●— Média das espécies observadas em FS (período chuvoso); —○— Média das espécies observadas em FS (período seco); —■— Média das espécies observadas em CF (período chuvoso); —□— Média das espécies observadas em CF (período seco); —▲— Média das espécies observadas em CA (período chuvoso); —▽— Média das espécies observadas em CA (período seco). As barras representam o intervalo de confiança. Coletas realizadas entre abril de 2011 e janeiro de 2012.

FIGURA 3. Escalonamento multidimensional não métrico da termitofauna de três fitofisionomias do Agreste pernambucano, Nordeste do Brasil. Grupos formados a um nível de 40% de similaridade. Ordenamento realizado considerando apenas as fitofisionomia (A). Ordenamento realizado considerando a fitofisionomia de acordo com o período climático (B). Coletas realizadas entre abril de 2011 e janeiro de 2012.

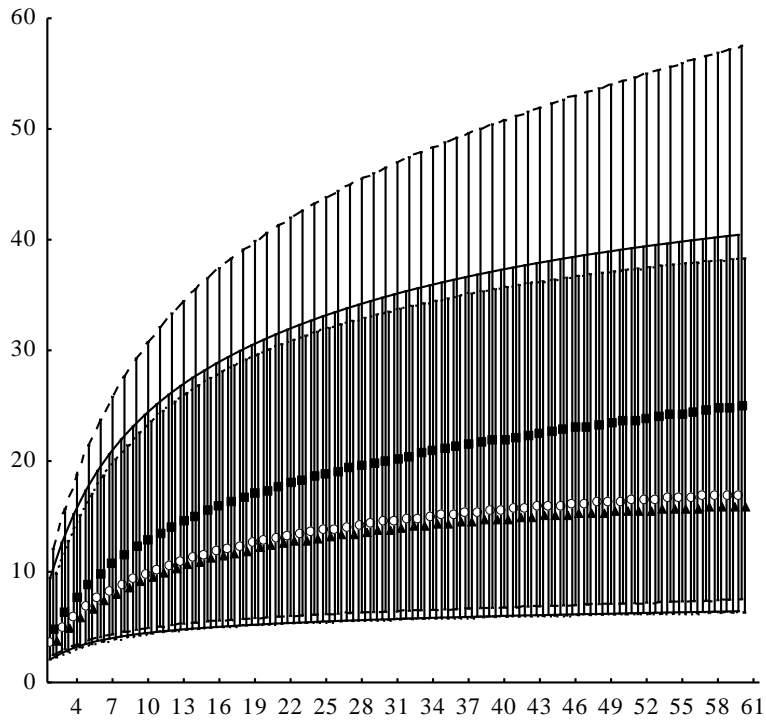


FIGURA 1

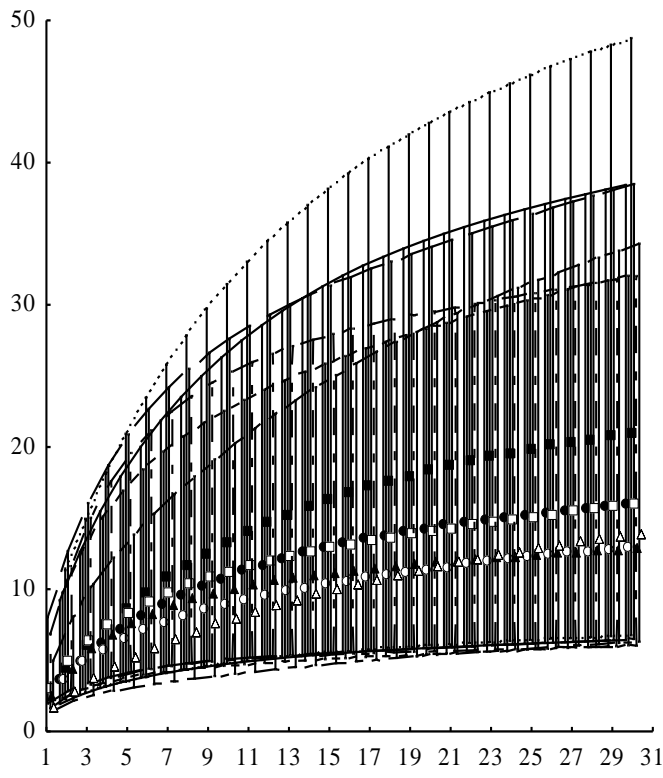


FIGURA 2

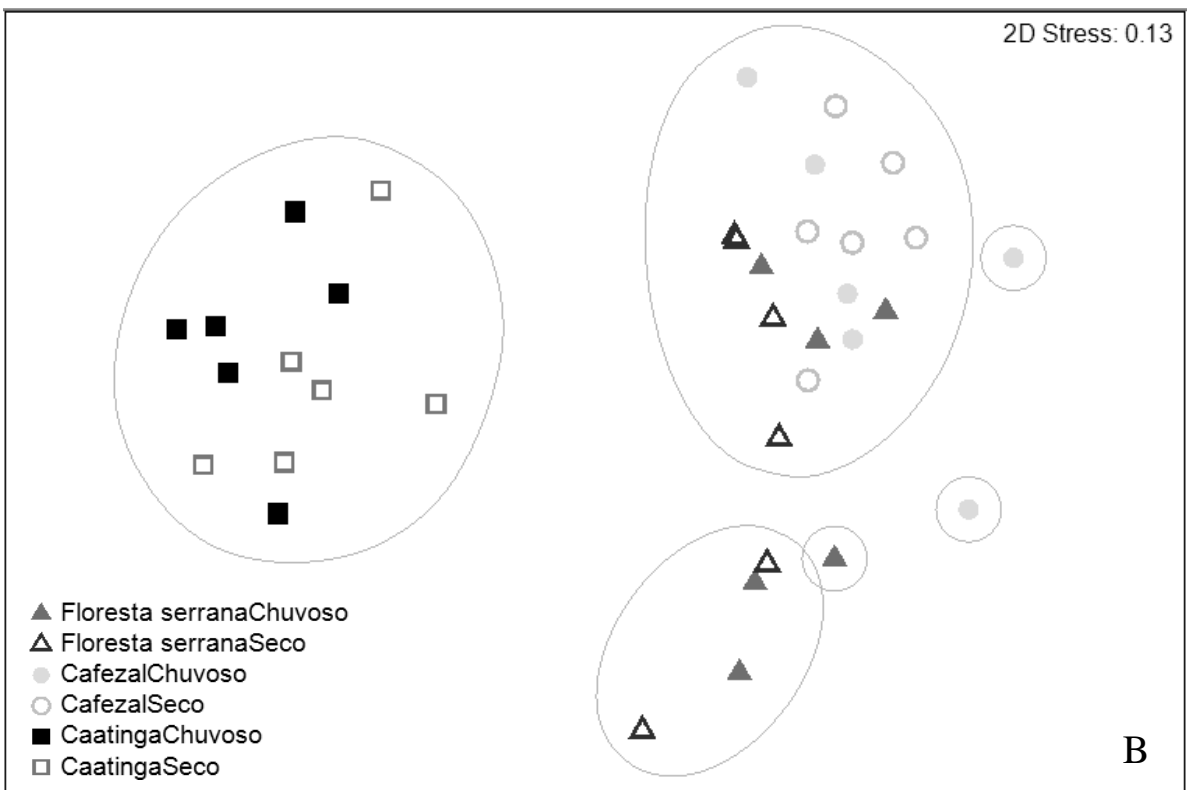
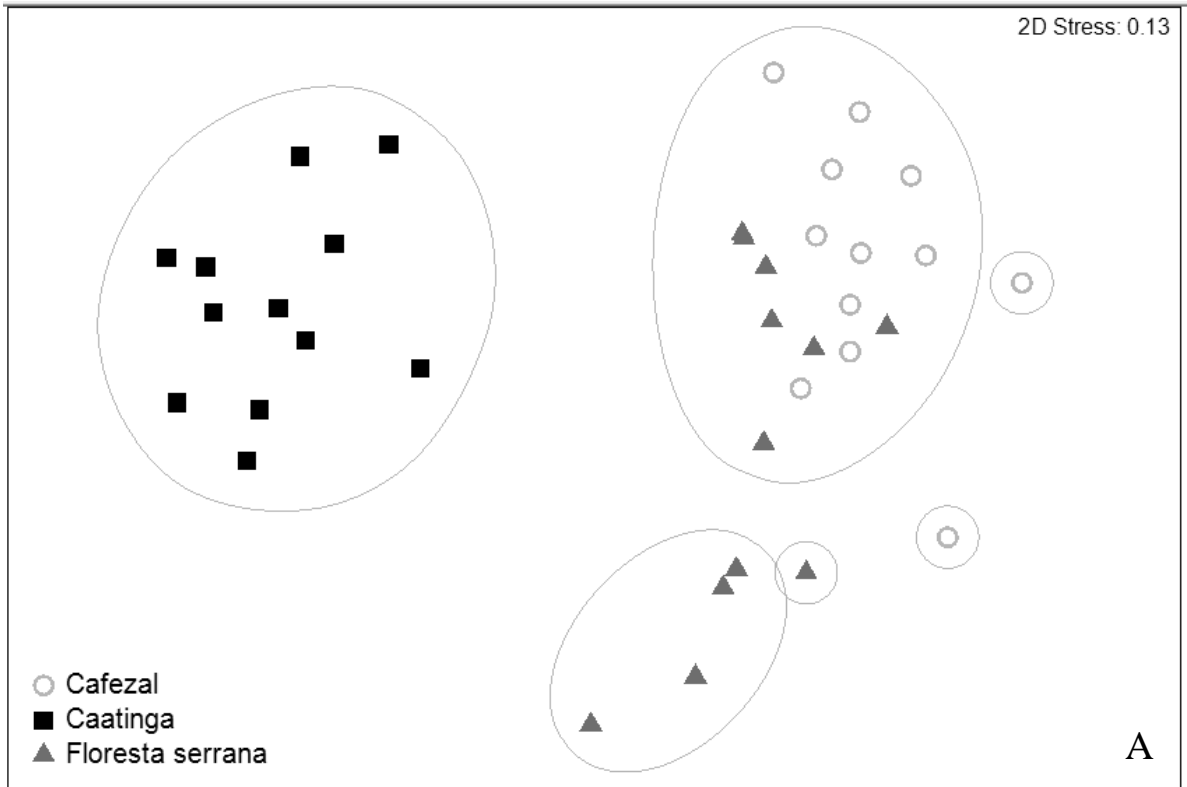


FIGURA 3

5. ANEXOS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES (REVISTA BIOTROPICA)

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated February 2010)

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 01 January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://mc.manuscriptcentral.com/bitrop>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

Authors are requested to provide a **cover letter** that details the **novelty, relevance and implications** of their work, and a brief explanation of the suitability of the work for BIOTROPICA. The number of words in the manuscript should also be given in the cover letter.

Owing to limited space within Biotropica we ask authors to place figures and tables that do not have central relevance to the manuscript as online Supporting Information (SI). SI accompanies the online version of a manuscript and will be fully accessible to everyone with electronic access to Biotropica. Authors are welcome to submit supplementary information, including photographs, for inclusion as SI, although all such material must be cited in the text of the printed manuscript. The Editor reserves the right to make decisions regarding tables, figures and other materials in SI. If authors disagree with the Editor's decision, they could ask for such tables and figures to be included in the printed article on the condition that the authors cover the additional page charges incurred at the rate of US \$60 per page.

I. General Instructions

Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as online Supporting Information. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.

Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:

- Paper (up to 5000 words)
- Insights (up to 2000 words)
- Review (up to 8000 words)
- Commentary (up to 2000 words)

Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.

Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.

Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.

Use standard 12 point type (Times New Roman). Indent all but the first paragraph of

each section.

Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being ‘vs.’ and ‘etc.’).

Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.

Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.

Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²

For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻².

Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."

Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10 × 5 m, > 7 m, ± SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).

Spell out ‘percent’ except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.

Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, *R*², *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns

Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h

Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W Above sea level is expressed as: asl

Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.

Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).

Lists in the text should follow the style: . . . : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, “The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set.”

Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.

For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)

Literature citations in the text are as follows:

One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)

Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)

Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.

Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data). Initials and last name must be provided. ‘In prep’ or ‘submitted’ are NOT acceptable, and we encourage authors not to use ‘pers. obs.’ or ‘unpubl. data’ unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).

Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).

Assemble manuscripts in this order:

Title page

Abstract (s)

Key words

Text

Acknowledgments (spelled like this)

Literature cited

Tables

Appendix (when applicable)

Figure legends (one page)

Figures

For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

Running heads two lines below top of page.

LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*) RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.

Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’

Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.

Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**

At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.

Do not use abbreviations in the abstract.

Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted, and which will be published as online Supporting Information. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.

Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words— avoid words that are too broad or too

specific.

Key words: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.— Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS. Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.

One line space between main heading and text

Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).

Use no more than second level headings. Do not use footnotes in this section.

References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to online Supporting Information is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.

Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.

Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.

List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.

Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.

Authors Names: use SMALL CAPS.

Every reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.

Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.

Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.

Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12

Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.

Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.

Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.). Do not use vertical lines in tables.

Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)

Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

Double-space legends. All legends on one page.

Type figure legends in paragraph form, starting with 'FIGURE' (uppercase) and number.

Do not include 'exotic symbols' (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.

Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in 'FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability', making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork. We urge authors to make use of online Supporting Information, particularly for tables and figures that do not have central importance to the manuscript. If the editorial office decides to move tables or figures to SI, a delay in publication of the paper will necessarily result. We therefore advise authors to identify material for SI on submission of the manuscript.

Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as 'Figures' in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.

If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.

Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production.

When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:

- Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of > 300 dpi at final size
 - Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of >300 dpi at final size
- Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size.

Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.

Do not use negative exponents in figures, including axis labels.

Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.

Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Insights (up to 2000 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above)

No section headings.

Up to two figures or tables (additional material can be published as online Supporting Information).

X. Appendices

We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as online Supporting Information in almost all cases.

Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.

Appendices must be referred to in the text, as Appendix S1. Additional figures and tables may be published as SI (as described above), but these should be referred to as Fig. S1, Table S1.

Appendices should be submitted as a separate file.

The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to SI from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

English Editorial Assistance

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English and to prepare the manuscript in accordance with the journal style. Biotropica provides this service as the cost of US\$ 25, - per hour. Please contact the Biotropica office at Biotropica@env.ethz.ch if you wish to make use of this service. The service is paid for by the author and use of a service does not guarantee acceptance or preference for publication.

Manuscripts that are scientifically acceptable but require rewriting to improve clarity and to conform to the Biotropica style will be returned to authors with a provisional acceptance subject to rewriting. Authors of such papers may use the Biotropica editing service at the cost of US\$ 25, - per hour for this purpose.

Most papers require between two to four hours, but this is dependent on the work required. Authors will always be contacted should there be any uncertainty about scientific meaning, and the edited version will be sent to authors for final approval before proceeding with publication.

Questions? Please consult the online user's guide at Manuscript Central first before contacting the editorial office

Phone: 0041 44 632 89 45 Editor's Phone: 0041 44 632 86 27 Fax: 0041 44 632 15 75
biotropica@env.ethz.ch

Please use this address for all inquiries concerning manuscripts and editorial correspondence.