

COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES TERMÍTIAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO

por

MARCO AURÉLIO PAES DE OLIVEIRA

(Sob Orientação do Professor Edmilson Jacinto Marques)

RESUMO

Fragmentos florestais de Mata Atlântica, circundados por culturas como a cana-de-açúcar, podem sofrer alterações na riqueza e na composição de comunidades termíticas. O objetivo deste trabalho foi analisar a riqueza de cupins nas regiões canavieiras de Pernambuco e comparar as comunidades termíticas existentes em cana-de-açúcar e remanescentes de Mata Atlântica, próximas a canaviais. No estudo da riqueza delimitaram-se quatro áreas de um hectare para cada Usina – Trapiche, União & Indústria, São José e Central Olho D'água. A análise comparativa entre os cupins que ocorrem em fragmentos de mata e em canavial foi realizada na Usina São José, onde foram traçados três transectos a 10, 50 e 300 metros, respectivamente, paralelos à borda de cada ambiente. Em 10 setores intercalados, de 10m², de cada transecto, os insetos foram coletados em todos os micro-habitats. O estudo de riqueza nos canaviais registrou 13 espécies pertencentes a oito gêneros e a duas famílias (Rhinotermitidae e Termitidae). O número de espécies variou de seis a nove por Usina. Em Termitidae ocorreram 12 espécies, com a subfamília Nasutitermitinae apresentando maior riqueza (S=6). Rhinotermitidae contou com apenas uma espécie da subfamília Heterotermitinae. A análise comparativa entre os dois ambientes estudados registrou 27 espécies de cupins nos fragmentos de Mata Atlântica, sendo 17 gêneros e três famílias. Termitidae apresentou maior número de espécies (24) e a maior riqueza (S=12) foi

observada na subfamília Nasutitermitinae. Em cana-de-açúcar ocorreram 10 espécies incluídas em seis gêneros e em uma família, tendo a subfamília Syntermitinae se destacado em número de espécie (S=4). Os resultados apresentaram uma riqueza de térmitas mais elevada que aquela previamente registrada para os canaviais pernambucanos e a associação termítica entre os fragmentos de mata e cana apresentaram-se distintas, havendo diminuição na riqueza de espécies, nessa última, à medida que os transectos se afastavam da borda da mata.

PALAVRAS-CHAVE: Isoptera, fragmentação em ecossistema, efeito de borda, região canavieira.

TERMITE COMMUNITY COMPOSITION IN SUGARCANE AREAS AND ATLANTIC
FOREST FRAGMENTS OF PERNAMBUCO, BRAZIL

by

MARCO AURÉLIO PAES DE OLIVEIRA

(Under the Direction of Professor Edmilson Jacinto Marques)

ABSTRACT

Atlantic forest fragments, surrounded by crops such as sugarcane, may undergo changes in terms of termite community richness and composition. This study aimed to analyze termite richness in Pernambuco's sugarcane region and to compare the communities found in sugarcane plantations and in Atlantic forest fragments near such plantations. For the richness study, four 1 ha areas were delimited within the plantations in each sugarcane processing plant selected – Trapiche, União & Indústria, São José, and Central Olho D'Água. A comparative analysis between the termites that occur in forest fragments and in sugarcane plantations was carried out at the São José processing plant, where three transects were placed 10, 50, and 300 m parallel to each environment's border, respectively. The insects were collected from all of the micro-habitats in ten intercalated sectors of 10 m² for each transect. The richness study in the sugarcane plantations recorded 13 species of eight genera and two families (Rhinotermitidae and Termitidae). The number of species varied from six to nine per processing plant. Twelve Termitidae species occurred, of which Subfamily Nasutitermitinae was the richest (S=6). Rhinotermitidae included only one species, which belonged to Subfamily Heterotermitinae. The comparative analysis between the two environments studied revealed 27 termite species in the Atlantic forest fragments, from 17 genera and three families. Termitidae had the greatest number

of species (24), Subfamily Nasutitermitinae was the richest. Ten species occurred in sugarcane, including six genera and one family; Subfamily Syntermitinae stood out in terms of species number (S=4). The results showed a higher termite richness than what had been previously recorded for Pernambuco's sugarcane plantations. Additionally, termite associations to forest fragments and sugarcane plantations were distinct – for the latter, species richness decreased the further away the transects were from the forest's edge.

KEY WORDS: Isoptera, ecosystem fragmentation, edge effect, sugarcane region

COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES TERMÍTIAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO

Por

MARCO AURÉLIO PAES DE OLIVEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Entomologia Agrícola.

RECIFE – PE

Fevereiro - 2011

COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES TERMÍTIAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO

Por

MARCO AURÉLIO PAES DE OLIVEIRA

Comitê de Orientação:

Edmilson Jacinto Marques - UFRPE

José Vargas de Oliveira – UFRPE

Auristela Correia de Albuquerque - UFRPE

COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES TERMÍTIAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO

Por

MARCO AURÉLIO PAES DE OLIVEIRA

Orientador: _____
Edmilson Jacinto Marques - UFRPE

Examinadores: _____
Adelmar Gomes Bandeira - UFPB

Paula Braga Gomes - UFRPE

José Vargas de Oliveira - UFRPE

Reginaldo Barros - UFRPE

Aos meus pais Mário Alberto e Terezinha,
que sempre me incentivaram e apoiaram
em todos os momentos de minha vida.

DEDICO

À minha esposa Auristela, à minha filha Camila,
aos meus irmãos Marinho, Cristiana e Susana e aos
meus avós Beatriz e Firmino Oliveira (*in memoriam*).

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de renascer e pela energia que sempre me dispensou para vencer os obstáculos e olhar a vida de frente, para ver o quanto é bela.

Aos meus pais Mário Alberto e Terezinha Oliveira, que sempre serviram de exemplo para minha vida e por terem me ensinado o valor de uma família unida. Serei eternamente grato.

À minha filha Camila, por seu amor e pela compreensão nos momentos difíceis que enfrentei.

Aos meus irmãos Marinho, Cristiana e Susana, por sermos irmãos na forma mais íntima que a palavra possa expressar.

A vovô Oliveira e a vovó Beatriz (*in memoriam*) por todo carinho que me deram e pelo significado de família que semearam em cada membro dela.

À minha esposa Auristela, que como o próprio nome sugere (estrela de ouro), está sempre ao meu lado com muita luz, dedicação, cumplicidade, incentivo e amor.

À minha tia Teresa (mulher de fibra), por toda ajuda, pelo carinho e pelo amor que sempre demonstrou por mim.

A Amanda e Anderson pelo incentivo e compreensão nos momentos difíceis.

A toda minha família pelo prazer de estarmos sempre juntos e por terem me aguentado até hoje.

Ao meu amigo Ricardo Lopes, por toda força que me deu num dos momentos mais difíceis de minha vida e a quem, hoje, tenho como um irmão.

Aos estagiários (quase secretários executivos), Alane Ayana Couto, Dayana Bezerra, Danilo Bezerra e Jackson Atos, pela atuação e pelo suporte imprescindível para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Às minhas amigas Laurici Pires, Suêrda Jácome, Cinthia Matias que além da amizade, da boa convivência e da alegria de estarmos juntos, participaram de nossa evolução como profissional.

A todos os meus colegas de turma, pelos bons momentos que passamos juntos e pela interação que nos foi proporcionada pelo curso.

Ao professor Severino Mendes de Azevedo Júnior, por sua amizade, compreensão, visão profissional e pela oportunidade a mim conferida.

Ao professor José Espinhara (*in memoriam*), por todo o estímulo e oportunidade que me ofereceu.

Aos professores Antônio F. de Souza Leão Veiga e Argus Vasconcelos de Almeida pela valiosa contribuição que ambos proporcionaram para o meu crescimento profissional.

Ao professor Marcos Souto Alves pela amizade e por sempre ter me incentivado a buscar novos horizontes no âmbito profissional.

Aos colegas de trabalho Pedro Monteiro Correia e Luci Duarte da Rosa Borges Régis e Maria Helena, pela amizade, incentivo e pelas grandes jornadas que já vivemos juntos e por muitas que ainda vamos passar.

Ao professor Edmilson Jacinto Marques, pela orientação, amizade e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Valéria Wanderley Teixeira e professor Álvaro Aguiar Coelho Teixeira pela amizade construída, dedicação, simplicidade e valiosa orientação, que contribuirão para o meu desenvolvimento profissional.

Aos professores José Vargas de Oliveira e Reginaldo Barros, pelos ensinamentos e orientações no transcorrer do curso.

Ao professor José Roberto Botelho de Souza da UFPE pela contribuição na análise estatística dos dados.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pela realização deste curso.

A todos os professores do curso que deram sua contribuição para o nosso desenvolvimento com relação à pesquisa.

Às Usinas Trapiche, União & Indústria, São José e Central Olho D'água pela colaboração na execução dos trabalhos.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta colaboraram para a realização dessa pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
A cultura da cana de açúcar	01
Aspectos taxonômicos, biológicos e ecológicos dos cupins	03
Ecologia nutricional e importância econômica dos cupins	08
Cupins em fragmento de Mata Atlântica	14
LITERATURA CITADA	18
2 COMPOSIÇÃO DA TERMITOFAUNA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO	28
RESUMO	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO.....	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
AGRADECIMENTOS	39
LITERATURA CITADA.....	39
3 COMUNIDADES TERMÍTIAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO.....	48
RESUMO	49

ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
AGRADECIMENTOS	59
LITERATURA CITADA.....	59

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma Poaceae, pertencente ao gênero *Saccharum* L., própria de climas tropicais e subtropicais, possivelmente originária do sudeste da Ásia, das regiões de Assam e Bengala. Há várias espécies do gênero *Saccharum* (*S. officinarum* L, *S. spontaneum* L, *S. robustum* Brandes & Jesw. ex Grassl, etc.), entretanto as variedades em uso são praticamente todas híbridas, denominadas *Saccharum* spp, nas quais procura-se aliar a rusticidade de algumas espécies, como a *S. spontaneum*, às boas qualidades das variedades nobres de *S. officinarum* (Passos *et al.* 1973).

Essa cultura foi introduzida no Brasil em 1502, sendo considerada, em nosso país, de grande importância no ponto de vista socioeconômico, devido à sua matéria prima na produção de alimento, ração animal, adubos orgânicos, além de favorecer a mão de obra e a geração de divisas com a exportação de açúcar e cachaça. É também uma alternativa para o consumo automotivo, com a produção de etanol, reduzindo, dessa forma, a importação de petróleo (Mendonça 1996, Cesnik & Miocque 2004).

Como o Brasil é um dos mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e possui grande extensão territorial, é cultivada nos mais variados tipos de solos sob a influência de diferentes climas, e graças a essa variabilidade de condições, tem-se como resultado acomodações específicas para o plantio dessa cultura (Dias *et al.* 1999), distribuída em duas macrorregiões de produção de açúcar e de álcool: o Centro-Sul e o Norte-Nordeste (Embrapa 2009).

De acordo com Alfonsi *et al.* (1987), essa planta sofre as influências das condições climáticas no curso do ano. Devido às necessidades de altas taxas de sacarose, a planta precisa encontrar condições de temperatura e umidade adequadas, que permitam um desenvolvimento suficiente durante as fases vegetativas, seguidas de um período com restrição hídrica ou térmica para forçar o repouso vegetativo e, conseqüentemente, o enriquecimento em sacarose na época do corte.

Provavelmente o Brasil seja o único país do mundo com duas épocas de colheitas anuais: uma em meados de setembro-março (na região norte-nordeste) e a outra em meados de maio-dezembro (na região centro-sul) (Severo 2003), destacando-se São Paulo como o maior produtor nacional de álcool e de açúcar, e na região Nordeste, Alagoas e Pernambuco (Mendonça 1996).

O Brasil tem expandido, nos últimos anos, a área plantada com cana-de-açúcar. Na Safra 2010/2011, o espaço destinado à colheita ultrapassou os oito milhões de hectares, um crescimento considerável de 9,20% em relação a 2009, refletindo diretamente na produção, que alcançou uma produtividade de 664,3 milhões de toneladas. A região nordeste tem uma participação de 65.4 milhões de toneladas em relação à produção nacional (Safra 2010/2011), das quais 18,8 milhões de toneladas pertencem ao estado de Pernambuco (IBGE 2010).

A produtividade dessa cultura é afetada por diversas pragas. No nordeste brasileiro, destacam-se, entre elas, a broca do colmo *Diatraea* spp. (Lepidoptera), a broca gigante *Telchin licus licus* (Drury) (Lepidoptera), as cigarrinhas, *Mahanarva posticata* (Stal) e *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera) e cupins subterrâneos (Isoptera) (Mendonça 1996).

Diversas culturas sofrem injúrias pelos cupins, dentre elas, a cana-de-açúcar, pertencente ao gênero *Saccharum* (Marques & Lima 1987), a qual é atacada durante todo seu ciclo, provocando falhas no plantio, em touceiras e colmos, causando redução do número de perfilhos, secamento e quebra dos colmos (Planalsucar 1982, Pivetta 2006).

Aspectos taxonômicos, biológicos e ecológicos dos cupins

Os cupins ou térmitas, assim popularmente conhecidos, pertencem à ordem Isoptera, e vivem abrigados em ninhos, onde existe um sistema de castas polimórficas de reprodutores, operários e soldados (Gullan & Cranston 2007, Buzzi 2010). Suas formas aladas são conhecidas por siriris ou aleluias.

São amplamente distribuídos entre as regiões tropicais e subtropicais do mundo, entre as latitudes de 52° N e 45° S. A diversidade específica e variedades de ninhos aumenta à medida que se aproximam do equador, demonstrando que a distribuição desses insetos pode estar relacionada à temperatura e à precipitação (Pearce 1997, Fontes & Araújo 1999, Eggleton 2000).

Os térmitas podem ser encontrados nas matas tropicais e temperadas, cerrados, savanas, caatingas, restingas, mangues, campos, culturas, pastagens e cidades, participando ativamente na trituração, decomposição, humificação e mineralização de uma variedade de recursos celulósicos. Uma grande diversidade de material orgânico, em vários estágios de decomposição, pode servir de alimento para os cupins, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serrapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo material orgânico presente no solo (húmus). Portanto, essa vasta gama de fontes alimentares permitiu aos cupins ocuparem quase todas as regiões quentes e temperadas da Terra, o que ocorre praticamente em todos os ambientes terrestres naturais, ou modificados pela espécie humana (Lima & Costa-Leonardo 2007).

Atualmente, cerca de 2900 espécies de cupins estão descritas em todo o mundo, as quais estão distribuídas em sete famílias: Kalotermitidae, Hodotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Termitidae e Termopsidae (Grassé 1986, Lima & Costa-Leonardo 2007). A região Neotropical conta com mais de 500 espécies descritas, distribuídas em

83 gêneros, o que a torna a segunda região zoogeográfica em número de espécies, ficando atrás apenas da região Etiópica (Constantino 1998, 1999, 2002).

Os cupins, numa outra perspectiva podem ser divididos em dois grupos – os chamados “cupins superiores” (família Termitidae) e os “cupins inferiores” (demais famílias). Tais designações são dadas em virtude dos membros da família Termitidae não dependerem de protozoários flagelados simbióticos, os quais secretam enzimas que permitem a quebra da celulose, como ocorre com os membros das demais famílias (Gullan & Cranston 2007).

O Brasil possui uma das termitofaunas mais diversas do mundo, com aproximadamente 300 espécies de cupins descritas, distribuídas entre as famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Estima-se, ainda, que o número de espécies esteja subdimensionado, visto que muitas espécies novas ainda não foram descritas e catalogada, havendo, portanto, lacunas nos levantamentos desses insetos, realizados em várias regiões brasileiras, principalmente nas regiões norte e nordeste. Acrescente-se a isso o registro de grande número de novos táxons observados em recentes levantamentos faunísticos (Constantino 1999, Potenza & Zorzenon 2006, Reis & Canello 2007).

A família Kalotermitidae é a maior dentre os ditos cupins inferiores com 21 gêneros e cerca de 350 espécies descritas. Apresenta-se amplamente difundida, com representantes em todas as regiões tropicais e em algumas regiões temperadas (Gillot 2005, Robinson 2005).

Os indivíduos desta família vivem em pequenas colônias e são comumente denominados “cupins-de-madeira-seca”, devido ao hábito de viverem no interior de madeira sólida, ainda que esta não esteja em contato com o solo. Esses insetos não constroem ninhos definitivos, como fazem os cupins superiores, mas escavam um sistema irregular de câmaras e galerias, fato que lhes permitiu escapar da concorrência com cupins superiores (Krishna 1961, Robinson 2005).

Os alados apresentam cabeça oval, com os lados um pouco achatados, e são desprovidos de fontanela. O pronoto desses alados, assim como dos outros indivíduos da colônia é tão ou mais largo que a cabeça. Os soldados, desprovidos de olhos funcionais, apresentam antenas com 10-19 segmentos e, geralmente, menores que a largura da cabeça. Em muitas espécies o terceiro antenômero apresenta-se dilatado. É comum a assimetria em relação aos dentes das mandíbulas, havendo três ou mais na mandíbula esquerda e um ou mais dentes na mandíbula direita (Gillot 2005, Robinson 2005).

A casta de operários é ausente nas colônias dessa família. Ali o trabalho é realizado por indivíduos jovens de outras castas (pseudo-operários) (Triplehorn & Johnson, 2005).

Existem muitas outras espécies, notadamente importantes, pelos danos que causam em ambiente urbano, atacando a madeira utilizada nas construções e na confecção de mobiliários (Robinson, 2005).

Já os representantes da família Rhinotermitidae são conhecidos por cupins subterrâneos, razão pela qual a maioria das espécies constrói ninhos sob o solo, formando túneis frequentemente conectados ao próprio alimento (Costa-Leonardo 2002, Triplehorn & Johnson 2005).

Ainda sobre as formas aladas Constantino (1999) e Robson (2005), analisando a morfologia da família, observaram a existência de fontanela, e a assimetria das asas, onde a escama da asa anterior apresenta-se grande e se sobrepõe à base da escama da asa posterior. As antenas apresentam entre 14 e 22 segmentos e os cercos são apenas dois segmentos. Já os soldados exibem pronoto plano e mandíbulas desprovidas de dentes conspícuos.

Desse grupo constam sete subfamílias (Heterotermitinae, Rhinotermitinae, Coptotermitinae, Psammotermitinae, Termitogetoninae, Stylotermitinae e Prorhinotermitinae), que possuem geralmente um ou dois gêneros (Costa-Leonardo 2002).

Muitas espécies são importantes do ponto de vista econômico, podendo ser encontradas em residências onde ocasionam importantes prejuízos ao danificarem a madeira utilizada na construção de móveis e estrutura de edificações (Bandeira 1998; Bandeira *et al.* 1998; Vasconcellos *et al.* 2002). São de grande vulto, também, como pragas de plantas cultivadas, como a cana-de-açúcar (Arrigoni *et al.* 1989; Miranda *et al.* 2004).

Serritermitidae é atualmente constituída pelos gêneros *Serritermes* e *Glossotermes*, que abrangem respectivamente as espécies *Serritermes serrifer* (Hagen) e *Glossotermes oculatus* Emerson (Costa-Leonardo 2002).

A espécie *S. serrifer* abrange os menores térmitas, com os alados medindo cerca de 4 mm de comprimento. Uma mistura de caracteres levou os autores anteriormente a incluir *Serritermes* nas famílias Rhinotermitidae e Termitidae. No entanto, a existência de protozoários em seu intestino posterior parece descartar a possibilidade deles pertencerem à família Termitidae (Emerson & Krishna 1975). Indivíduos da espécie *Serritermes* são encontrados em áreas de cerrado e em algumas savanas amazônicas, sempre como inquilinos em ninhos construídos por espécies de *Cornitermes*, que aparentemente se alimentam de matéria orgânica das paredes dos ninhos (Constantino 1999).

A espécie *G. oculatus*, anteriormente incluída na Família Rhinotermitidae, já foi registrada para a Guiana e para o estado do Amazonas (Constantino 1999).

Com distribuição cosmopolita, Termitidae é a maior e mais diversificada família de cupins, abrangendo aproximadamente 75% de todas as espécies atualmente conhecidas (Berti Filho 1993, Costa-Leonardo 2002). São dela reconhecidas sete subfamílias: Macrotermitinae, Sphaerotermitinae, Foraminitermitinae, Apicotermitinae, Syntermitinae, Termitinae e Nasutitermitinae (Engel *et al.* 2009).

Nesta família os cupins alados apresentam fontanela e escamas alares anteriores mais curtas que o pronoto. Nos soldados e operários o pronoto tem forma de sela com um proeminente lobo anterior. Possuem hábitos variados e constroem diferentes tipos de ninhos (arborícolas, semiarborícolas, subterrâneos, de montículos ou em outros cupinzeiros (Constantino 1999, Gallo *et al.* 2002, Buzzi 2010). Em muitas espécies a casta de soldados é composta por indivíduos que apresentam, na cabeça, um prolongamento anterior denominado nasuto, por onde é eliminada uma secreção viscosa contra os inimigos. Neste caso, as mandíbulas podem estar presentes, serem reduzidas ou atrofiadas (Costa-Leonardo 2002, Buzzi 2010).

Os ninhos dos cupins, também denominados de cupinzeiros ou termiteiros, variam quanto à forma, localização, tamanho, coloração, estrutura e material de construção. Geralmente são sistemas constituídos por uma câmara real, câmaras de cria, câmaras de armazenagem de alimento e galerias de forrageamento. Na periferia, seus limites ambientais sofrem mudanças periódicas que são alteradas de acordo com a área de forrageamento explorada. Novas colônias de cupins podem ser formadas pelos processos de revoada, brotamento e sociotomia (Menezes *et al.* 2007).

Além do casal real, dos soldados e dos operários, nessa sociedade existem, ainda, os reprodutores de substituição que atuam quando ocorre a morte da rainha e/ou o seu envelhecimento, o que acarreta a diminuição de postura de ovos. Tais reprodutores passam, então, a ser responsáveis pela produção dos ovos. Esses eventos podem ser encontrados tanto em cupins inferiores quanto em alguns superiores, como *Cubitermes*, *Macrotermes*, *Nasutitermes* e alguns *Microrcerotermes*. Diferentes espécies de térmitas (por exemplo, no gênero *Nasutitermes*) podem variar no valor de reposição reprodutiva e formação (brotamento) de novas colônias. Esses reprodutores de substituição têm importância não apenas para a sobrevivência de uma colônia, mas também pode permitir a formação de colônias satélites, intimamente relacionadas, separadas

da colônia principal. Estas colônias são muito móveis e, como ajudam na sobrevivência dos cupins em condições adversas, têm grandes implicações como pragas (Pearce 1997).

Ecologia nutricional e importância econômica dos cupins

Existem diferentes tipos de alimentação entre os cupins. Os operários alimentam as formas jovens e as castas dependentes com alimento mastigado e regurgitado oriundo do intestino médio (alimentação estomodeal) ou alimento expulso do intestino posterior (alimentação proctodeal). Os operários também podem alimentá-los com secreção salivar. Esses processos de alimentação são denominados trofaláxis (ou trofolaxia) e são muito comuns nestes insetos. Quanto à alimentação proctodeal, é praticada apenas pelos cupins inferiores (Canello *et al.* 1998).

A fonte alimentar básica desses insetos são os materiais celulósicos e lignocelulósicos sob diferentes formas: madeira viva ou morta (em vários níveis de decomposição), gramíneas, raízes, sementes, fezes de herbívoros, húmus, serrapilheira, manufaturados como papel e tecido de algodão (Canello *et al.* 1998, Lima & Costa-Leonardo 2007, Menezes *et al.* 2007). Ocasionalmente podem alimentar-se de “pele” desprendida e fezes de outros indivíduos da colônia ou mesmo de indivíduos mortos. (Buzzi 2010, Triplehorn & Johnson 2011).

Poucos organismos na natureza são capazes de utilizar a celulose devido à adesão entre as moléculas de glicose que formam sua estrutura. Assim, a celulose apresenta um caráter muito mais de estruturação dos tecidos vegetais do que uma fonte nutricional para a grande maioria dos organismos, sendo os cupins uma exceção. Esse tipo de alimentação parece conferir aos cupins duas vantagens: baixa competição interespecífica, tendo em vista que são poucos os organismos capazes de digerir a celulose; e baixa competição intra-específica, já que a celulose é extremamente abundante na natureza (Prins & Kreulen 1991).

Louzada (2009) referindo-se às adaptações para acessar nutrientes em detritos de difícil digestão, afirmou que existem substratos alimentares com energia e nutrientes em quantidades consideráveis, porém inseridas em macromoléculas e em polímeros estruturais que os tornam inacessíveis à assimilação. Exemplo disso são os detritos com grande quantidade de celulose e lignina em sua composição, requerendo dos insetos o surgimento e o desenvolvimento de estratégias adaptativas, visando a tornar esses compostos alimentares em moléculas menores facilitando, assim, a sua absorção.

Aproximadamente 78 espécies de insetos pertencentes a 20 famílias, representados por oito ordens, têm a capacidade de digerir celulose. Dentre esses, os térmitas são considerados os mais eficientes digestores de celulose, chegando a 99% a eficiência de assimilação. Alguns mecanismos têm sido propostos com relação a essa capacidade absorptiva, dentre eles, a capacidade celulolítica de protozoários simbiotes e bactérias que vivem no intestino posterior desses insetos (Martin 1991).

A alimentação dos cupins é o fator que afeta mais significativamente a história de vida e a evolução social dos Isoptera. A ecologia nutricional desses insetos é considerada fundamental para o princípio da eussociabilidade e influencia de maneira bastante consistente e penetrante em virtualmente todos os aspectos da gênese de diversificação desse grupo e da eussociabilidade (Lima & Costa-Leonardo 2007).

Importantes do ponto de vista ecológico, os cupins atuam, em ecossistemas naturais, como consumidores primários e decompositores, atuando ainda como agentes modificadores do solo. No entanto, em ambientes urbanos, bem como em ambientes agrícolas ocasionam danos expressivos, daí serem considerados pragas importantes (Novaretti & Fontes 1998, Costa-Leonardo 2002, Vasconcellos *et al.* 2002, Triplehorn & Jonnson 2005).

Existem registros de ataque de cupins à cana-de-açúcar em todo o mundo. Na Índia, por exemplo, já foram assinaladas perdas de produção de 33% (Avasthy 1967). No Brasil, porém, são poucos os dados sobre os danos causados por esses insetos na agricultura. Contudo, há registros de prejuízo em relação ao cultivo de cana-de-açúcar, arroz, milho, mandioca e eucalipto. Recentemente, notificou-se também ataque em plantas cítricas, cafeeiros e plantações de abacaxi (Ferreira & Barrigossi 2006).

No Brasil, os cupins estão disseminados em toda a cultura canavieira, ocasionando danos em cana-planta e soca, em vários estados do Brasil. Estes insetos causam redução de mais de 10 milhões de toneladas de cana por ano, com prejuízos anuais estimados em US\$ 200 milhões. Esses prejuízos são provocados principalmente pela espécie *Heterotermes tenuis* (Hagen), que está presente em praticamente todos os canaviais onde se efetuaram levantamentos de espécies de cupins. Também espécies pertencentes aos gêneros *Cornitermes*, *Syntermes*, *Nasutitermes*, *Procornitermes* e *Neocapritermes* causam prejuízos variados na produção de cana conforme a região de ocorrência (Arrigoni 1995, Alves & Almeida 1995).

A cultura da cana-de-açúcar é atacada por esses indivíduos durante todo o seu ciclo. Na fase inicial de plantio, podem atacar os toletes, provocando falhas no plantio, em touceira e colmos, causando redução do número de perfilhos, secamento e quebra dos colmos (Planalsucar 1982, Pivetta 2006). Após o primeiro corte da cana, podem atacar as soqueiras, provocando o surgimento de reboleiras. Isso, às vezes, dependendo de sua intensidade, exige a reforma do canavial. As injúrias causadas pelos cupins produzem perdas anuais de produtividade de até 10 toneladas por hectare no ano, representando entre 40 e 50 toneladas por hectare durante o ciclo da cultura (Pivetta 2006).

No nordeste do Brasil, os cupins são considerados pragas importantes da cana-de-açúcar (Guagliumi 1972-73, Marques & Lima 1987). Devido aos ataques desses insetos nesta região, as

perdas são sensivelmente maiores do que no restante do país. Além da grande população, e eventual maior agressividade de algumas espécies da fauna local, o problema é agravado pelo tipo de solo (arenoso e/ou pobre em matéria orgânica, pouco profunda), pelo clima (estação seca e quente, prolongada e bem definida), pelas condições de cultivo (encostas de morros, impossibilidade de trabalho mecânico do solo e práticas de cultivo químico e mínimo), também pela variedade de cana utilizada (Novaretti & Fontes 1998). Os autores ainda citaram que o canavial sobressai, nessas condições, como uma abundante, se não a única fonte disponível de água e alimento para a população termítica.

Cupins que ocorrem em áreas de cana-de-açúcar podem ser divididos, pelos hábitos de construir suas colônias, em dois grupos facilmente identificáveis em campo: (1) cupins de montículos (Termitidae, gênero *Cornitermes*; espécie mais comum *Cornitermes cumulans* (Kollar), que constroem colônias epígeas com envoltório terroso muito duro); e (2) cupins subterrâneos (Rhinotermitidae, espécies mais frequentes *Heterotermes longiceps* (Snyder) e *H. tenuis*, cujas colônias se distribuem em galerias difusas no solo, sob rochas, no interior de raízes, troncos e, quando eventualmente deslocam-se em locais expostos, constroem túneis com detritos vegetais, solo e fezes) (Macedo 1995).

Este segundo grupo, é de maior importância, tendo em vista que se alimenta de material lenhoso em várias fases de decomposição, é muito comum atingirem partes vitais das plantas, como toletes de cana recém plantados, sistema radicular e entrenós basais de cana em formação, adulta ou soqueiras. Entre os cupins subterrâneos há, ainda, os pertencentes à família Termitidae, cujos gêneros são *Procornitermes*, *Rhynchotermes*, *Neocapritermes*, *Nasutitermes*, *Syntermes*, *Embriatermes*, entre outros. Destes, *P. triacifer* tem sido a espécie encontrada com frequência atacando toletes de cana após o plantio, ocasionando falhas no stand (Macedo 1995).

Levantamento realizado por Guagliumi (1972-73) em cana-de-açúcar revelou a ocorrência de diferentes gêneros e espécies, a citar: *Cornitermes snyderi* Emerson, *Cornitermes*, *Nasutitermes*, *Neocapritermes descendens* (Silvestri), *Syntermes grandis* (Rambur.) e *Syntermes molestus* (Burmeister).

Os cupins das espécies *S. molestus*, *S. grandis*, *Cornitermes* spp, *Nasutitermes* spp., *Procornitermes* spp., são comuns em todas as regiões onde se cultiva a cana-de-açúcar, causando injúrias aos rebolos e à cana adulta. As colônias desses insetos geralmente são subterrâneas, podendo algumas câmaras atingir mais de quatro metros de profundidade (Planalsucar 1982).

Levantamento populacional de cupins realizado por Marques & Lima (1987) em regiões canavieiras dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, registrou, em Pernambuco, a primeira ocorrência do gênero *Heterotermes* em cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. De acordo com Fontes (1995), *H. tenuis* são cupins subterrâneos representados por indivíduos de pequeno porte, que possuem casta de soldados dimórficos (pequenos e grandes). Os danos provocados por esses insetos são registrados em ambientes agrícolas, florestais e urbanos, contudo poucas informações encontram-se disponíveis, devido ao seu hábito críptico (Pizano & Fontes 1986, Mill 1991, Camargo-Dietricee & Costa-Leonardo 2000).

Esses cupins constituem um dos fatores que contribuem de forma significativa para a baixa produtividade da cultura da cana-de-açúcar, tendo importância e abrangência transcontinental ao danificarem culturas de importância econômica na Ásia, Austrália, região do Caribe e na América do Sul (Pizano 1995).

Estudo realizado em algumas Usinas e Destilarias do Nordeste assinala o ataque de cupins em cana-de-açúcar provocando perdas significativas, confirmando a importância de espécies dos gêneros *Amitermes*, *Cylindrotermes* e *Nasutitermes*, embora espécies de *Heterotermes* e

Neocapritermes, também sejam responsáveis por perdas em algumas áreas (Novaretti & Fontes 1998).

Mais recentemente, quatro espécies foram identificadas em cana-de-açúcar no Estado da Paraíba: *Amitermes nordestinus* Mélo & Fontes, *Cylindrotermes nordenskiöldi* Holmgren, *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) e *Syntermes nanus* Constantino. Verificou-se, ainda, que *C. nordenskiöldi* causa injúrias à plantação de cana e *A. nordestinus* tem potencial como praga (Miranda *et al.* 2004).

Cupins em fragmento de Mata Atlântica

As florestas tropicais são os ecossistemas que detêm a maior diversidade de espécies, representada principalmente pela Floresta Amazônica, da África tropical e da Indo-Malaia (Silveira Neto *et al.* 1976, Lino 1992).

A Mata Atlântica destaca-se, entre os ecossistemas brasileiros, por ter os maiores índices de diversidade já encontrados em florestas tropicais e por apresentar um alto nível de endemismo (Giulietti & Forero 1990, McNeely *et al.* 1990) Por isso é considerada um dos mais importantes repositórios de biodiversidade do planeta e um dos biomas mais ameaçados do mundo, sendo acatado como um *hotspot* para a conservação (Tabarelli *et al.* 2005).

A grande diversidade biológica presente no bioma Mata Atlântica deve-se, entre outras razões, à distribuição Norte-Sul dessa floresta; à existência de consideráveis diferenças geológicas e de altitude; além das grandes transformações que a região sofreu em função das intensas mudanças climáticas pelas quais passou em distintos períodos geológicos (Lino 2003).

O Bioma Mata Atlântica, que, sob o ponto de vista legal, inclui Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista (também denominada de Mata de Araucárias), Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, bem como os

manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (Brasil - Lei nº 11.428/06), encontra-se atualmente reduzido a pequenas 'ilhas' de floresta em grande parte de sua área de distribuição original (Tabarelli *et al.* 2009).

A Mata Atlântica, que tem sido alvo de maior atenção nas últimas décadas, em função da devastação que vem sofrendo, é o ecossistema brasileiro que abrange a costa litorânea, percorrendo desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. A floresta cobria inicialmente uma superfície total estimada em mais de 1.360.000 km², o equivalente a 15% do território nacional (Almeida 2000, Peixoto *et al.* 2002). Atualmente o bioma está reduzido a menos de 7% de sua extensão original, constituído por várias manchas verdes aleatoriamente distribuídas, somando 90.000 km² e ainda abriga considerável diversidade de espécies e alto nível de endemismos (Morellato & Haddad 2000).

Embora na Mata Atlântica ainda se mantenha muito da sua riqueza biológica, o trecho desse bioma, compreendido entre o Rio Grande do Norte e a Bahia, foi o mais atingido pela ação antrópica. Essa rica vegetação foi sistematicamente arrasada por séculos de exploração: um processo que se iniciou com a extração do pau-brasil e depois com as sucessivas derrubadas e queimadas, que possibilitaram o plantio de cana-de-açúcar, café e pastagens. Durante anos, forneceu o combustível para engenhos de açúcar, locomotivas e siderúrgicas, além de madeira de lei para consumo interno e para exportação. O crescimento das principais cidades brasileiras exigiu a redução gradativa dessa área, limitando-a a localidades praticamente inacessíveis (Coimbra-Filho & Câmara 1996, Leão 2000).

Atualmente, esse bioma encontra-se reduzido a fragmentos florestais isolados, principalmente nas regiões sudeste e nordeste do Brasil, o qual está fragmentado em pequenas manchas de matas circundadas por extensas plantações de cana-de-açúcar e/ou por áreas urbanas. Estudos e coletas sistemáticas realizadas em áreas de Mata Atlântica, no Nordeste, revelaram a

existência de espécies novas e mostraram que esse bioma apresenta afinidade com a Floresta Amazônica. É esse o *hotspot* em que o ritmo das mudanças está entre os mais rápidos, e, conseqüentemente, há necessidade de medidas para a conservação ser mais urgente. Pesquisa utilizando informações de satélites, em que se considerou a existência dos fragmentos florestais com mais de 400 hectares, revelou a existência de apenas 8,8% da cobertura original revestindo 9,5 milhões de hectares (Andrade-Lima 1966, SOS Mata Atlântica 1998, Galindo-Leal & Câmara 2005).

Dessas áreas remanescentes, 79% estão localizadas nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina; somente 5% estão no Nordeste do país. A Mata Atlântica perdeu 5,7% do total (1995 – 2000), com uma pequena redução em relação ao levantamento anterior (1980 – 1985), que foi de 6,2% (Leão 2000).

De fato, o rápido crescimento e a dispersão geográfica das populações nos principais países tropicais, bem como a expansão da chamada fronteira agrícola, tendem a deixar as áreas de florestas remanescentes imersas em paisagens dominadas por plantações, pastagens e áreas urbanas (Tabarelli *et al.* 2009). É o que tem ocorrido na Mata Atlântica, considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta e um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade - que são regiões de elevada riqueza biológica - que abrigam a maior parte da biodiversidade do planeta e estão sob alto grau de ameaça com 70% ou mais da vegetação original já destruída (Backes & Irgang 2004, International Conservation 2010).

No Nordeste, a fragmentação da Mata Atlântica deu-se de forma acentuada. Nos estados de Pernambuco e Alagoas, por exemplo, grandes extensões de canaviais e pastagens substituíram as florestas, restando menos de 10 e 4% da sua cobertura original, respectivamente (Backes & Irgang 2004, Tonhasca Junior 2005).

Nos ecossistemas tropicais, desde áreas de vegetação aberta como o cerrado até as florestas tropicais úmidas, os cupins têm um papel de fundamental importância, funcionando como consumidores primários e decompositores (Zorzenon & Potenza, 1998), que atuam em processos de ciclagem de nutrientes, principalmente do carbono e nitrogênio. Também favorecem a porosidade do solo, devido a construções de túneis e galerias, o que contribui para um melhoramento da aeração do terreno, proporcionando uma maior infiltração das raízes vegetais (Wood & Sands 1978, Dangerfield *et al.* 1998, Jouquet *et al.* 2005).

Os cupins, portanto, exercem poderosa ação benéfica ao solo, canalizando-o numa proporção bem maior do que as minhocas. Os túneis termílicos contribuem para a aeração e a drenagem, pois o movimento de partículas entre os horizontes, carregadas pelos cupins, promove a descompactação e manutenção da porosidade, além de distribuir a matéria orgânica. Dessa forma, são importantes agentes de manutenção da vitalidade do solo dos ambientes naturais e de beneficiamento, também de regeneração dos solos degradados e compactados em cultivos (Fontes 1998, Fontes & Araujo 1999). Há evidências de que os cupins podem ser responsáveis pelo estabelecimento de novos solos em áreas já erodidas, pois na região Centro Oeste do Brasil, a existência de alguns deles, tanto arenosos quanto argilosos, tem sido atribuída à ação de cupins construtores de elevação no solo (Berti Filho 1995).

Nas regiões tropicais, alguns cupins são importantes no processo de fixação de nitrogênio, entre eles, os do gênero *Nasutitermes* (Sylvester-Bradley *et al.* 1978). Yamada *et al.* (2006), avaliaram a fixação de nitrogênio, mediada por térmitas, em duas florestas tropicais na Tailândia e verificaram que, além do fundamental papel no processo de decomposição, os cupins representam uma importante fonte de nutrientes, inclusive de N para diversos vertebrados ao longo da cadeia alimentar.

Pesquisadores afirmam que a distribuição de cupinzeiros numa área de maior extensão, maximiza a produtividade de todo o ecossistema. A ação dos cupins contribui de maneira relevante para a produtividade do solo, já que eles distribuem nutrientes como fósforo e nitrogênio, que acaba por estimular a produção vegetal e, por consequência, a animal (Pringle *et al.* 2010)

Apesar do essencial papel ecológico desempenhado pelos cupins, são eles mais conhecidos pelos prejuízos que causam ao danificarem culturas de importância econômica, assim como as estruturas de edificações rurais e/ou urbanas onde é utilizada a madeira como matéria-prima. Contudo, a presença desses insetos no ambiente é primordial, visto que desempenham o papel de consumidores primários e/ou decompositores nos ecossistemas naturais. Os problemas ocasionados pelos cupins devem-se, em grande parte, à devastação das florestas – seu habitat natural (Carrano-Moreira 2006, Lima & Costa-Leonardo 2007, Menezes *et al.* 2007).

Alguns cupins de solo, em determinadas circunstâncias, podem até aumentar a densidade de suas populações quando a vegetação é perturbada, provavelmente em razão da existência de espécies euriécias e do acúmulo de matéria orgânica morta no solo. Porém o mais comum é que as populações desses insetos se reduzam drasticamente quando lhes são impostas perturbações ambientais severas, tanto pelas modificações microclimáticas quanto pela redução da oferta de alimento (Silveira Neto 1976, Bandeira 1979, Basu *et al.* 1996).

Assim como em outros ambientes, nas florestas tropicais a termitofauna é suscetível às alterações dos habitats, por que o desmatamento e a fragmentação florestal interferem nos grupos funcionais, reduzindo a diversidade de espécies (Bignell & Eggleton. 2000, Jones & Eggleton 2000, Bandeira & Vasconcellos 2002). Como são sensíveis às perturbações do meio em que vivem, os cupins representam bons indicadores de distúrbios ambientais, sendo que a diversidade

tende a ser maior em florestas tropicais densas do que em áreas abertas ou sob influência de ação antrópica (Bandeira *et al.* 2003).

Dentre outras culturas, a cana-de-açúcar tem contribuído bastante para a diminuição das áreas de Mata Atlântica e conseqüentemente da diversidade de espécies nela existente. Com essa visão e perspectiva de um melhor conhecimento sobre a ecologia dos térmitas, este trabalho tem por objetivo identificar e analisar a composição e a riqueza de cupins em ambientes de fragmento de Mata Atlântica e de cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco.

Literatura Citada

- Alfonsi, R.R., M.J. Pedro, O. Brunini & V. Barbire. 1987.** Condições climáticas para a cana-de-açúcar. Cana-de-açúcar – cultivo e utilização. Fundação Cargil 1: 42-54.
- Almeida, D.S. 2000.** Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Ilhéus, Editus, 130p.
- Alves, S.B. & J.E.M.A. Almeida. 1995.** Novas alternativas para o controle microbiano de cupins, p. 95-102. In L.R. Fontes & E. Berti Filho (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, 184p.
- Andrade-Lima, D. 1966.** Contribuição ao paralelismo da flora Amazônico-Nordestina. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, Nova série, 19p.
- Arrigoni, E., L.C. Almeida, P. Kasten & A. Precetti. 1989.** Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho. COPERSUCAR, 47p. (Boletim técnico 48).
- Arrigoni, E.B. 1995.** Ocorrência, danos e controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar, p. 30-31. In Reunião Sul-Brasileira de Insetos de Solo. 5, Dourados. Ata e resumo. Dourados Embrapa, CPAO, 265p.

- Avasthy, P.N. 1967.** Sugarcane pests in India. Pans, Pest Articles and Summaries, sect. a. Insect Control, London 13: 114.
- Backes, P & B. Irgang. 2004.** Mata Atlântica: As árvores e a paisagem. Porto Alegre, Paisagem do Sul, 396p.
- Bandeira, A.G. 1979.** Ecologia de cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. Acta Amaz. 9: 481-499.
- Bandeira, A.G. 1998.** Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira, p. 87–98. In L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.), Cupins: o desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Bandeira, A.G., C.S. Miranda & A. Vasconcelos. 1998.** Danos causados por cupins em João Pessoa, p. 75 –85. In L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.), Cupins: o desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Bandeira, A.G. & 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., A. Vasconcellos, M.P. Silva & R. Constantino. 2003.** Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a Highland humid Forest in the Caatinga domain, Brazil. Sociobiology 42: 117-127.
- Basu, P., E. Blanchart & M. Lepage. 1996.** Termite (Isoptera) community in the Western Ghats, South India: influence of anthropogenic disturbance of natural vegetation. Eur. J. Soil Biol 32: 113-121.
- Berti-Filho, E. 1993.** Manual de pragas em florestas: cupins ou térmitas. Piracicaba, IPEF/SIF, 56p.
- Berti Filho, E. 1995.** Cupins e florestas, p. 127-140. In: E. Berti Filho, & L.R. Fontes (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, 184p.

- Bignell, D.E & Eggleton P. 2000.** Termites in ecosystems, p.363-388. In T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi (eds.), Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 466p.
- Buzzi, Z.J. 2010.** Entomologia Didática. Curitiba, UFPR, 536p.
- Camargo-Dietricce, C.R.R. & A.M. Costa-Leonardo. 2000.** Comportamento intra-específico do cupim *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) em condições de laboratório. Rev. Bras. Zool 17: 421-427.
- Cancello, E.M., F.J. Zorzenon, M.R. Potenza & T.B. Campos. 1998.** Biologia e sistemática, p. 8-19. In F.J. Zorzenon & M.R. Potenza (eds.), Cupins: pragas em áreas urbanas. Inst. Biol. São Paulo, 40p. (Boletim Técnico 10).
- Carrano-Moreira, A. F. 2006.** Insetos: Manual de coleta e identificação. Recife, UFRPE, 166p.
- Cesnik, R. & J. Miocque. 2004.** Histórico, p. 23-30. In R. Cesnik & J. Miocque (eds.), Melhoramento da cana-de-açúcar. Brasília, Embrapa, 307p.
- Coimbra-Filho, A.F. & Câmara, I.G. 1996.** Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. FBCN, 86p.
- Constantino, R. 1998.** Catalog of the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). Arq. Zool. 35: 135-231.
- Costantino, R. 1999.** Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupim (Isoptera) que ocorrem no Brasil. Pap. Avulsos Zool. São Paulo 25: 387-448.
- Constantino, R. 2002.** An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. Zootaxa 67: 1-40.
- Costa-Leonardo, A.M. 2002.** Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. Rio Claro, UNESP, 128p.

- Dangerfield, J.M., T.S. Maccarthy & W.N. Ellery. 1998.** The mound building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. *J. Trop. Ecol* 14: 507-520.
- Dias, F.L.F., J.A. Mazza, S. Matsuoka, D. Perecin & R.F. Maule 1999.** Produtividade da cana-de-açúcar em relação a clima e solos da região noroeste do estado de São Paulo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* 23: 627-634.
- Eggleton, P. 2000.** Global patterns of termite diversity, p. 25-51. In T. Abe, D.E. Bignell, & M. Higashi (eds.), *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, 467p.
- Embrapa. 2009.** Agência de Informação Embrapa - Cana-de-Açúcar. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/contag.html>>. Acesso em: 8/11/2009.
- Emerson, A.E. & K. Krishna, 1975.** The termite family Serritermitidae (Isoptera). *Am. Mus. Novit* 2570: 1-31.
- Engel, M.S., D.A. Grimaldi, & K. Krishna. 2009.** Termites (Isoptera): Their filogeny, clasification and rise and ecological dominance. *Am. Mus. Novit* 3650: 1-27.
- Ferreira, E. & J.A. Barrigossi, F. 2006.** Insetos orizívoros da parte subterrânea. Santo Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 52p.
- Fontes, L.R. 1995.** Sistemática geral de cupins, p. 11-17. In E. Berti Filho & L.R. Fontes (eds.), *Alguns aspectos atuais da biologia de cupins*. Piracicaba, FEALQ, 183p.
- Fontes, L.R. 1998.** Cupins nas pastagens do Brasil: algumas indicações de controle, p. 211-225. In L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.), *Cupins: o desafio do conhecimento*. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Fontes, L.R. & R.L. Araujo. 1999.** Os cupins, p. 35-90. In F.A.M. Mariconi, (ed.), *Insetos e outros invasores de residências*. Piracicaba, FEALQ, 460p.

Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara. 2005. *Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese*, p 3-11.

In C. Galindo-Leal, & I. G. Câmara (eds.), *Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte, IDM Composição e Arte, 472p.

Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti-Filho, J.R.P.

Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C.

Omoto. 2002. *Entomologia agrícola*. São Paulo, FEALQ, 920p.

Gillot, C. 2005. *Entomology*. 3 ed. Netherlands, Springer, 831p.

Grassé, P.P. 1986. *Termitologia*. Mason, Paris, Tome III, 715p.

Guagliumi, P. 1972/73. *Pragas da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil*. Instituto do Açúcar e do Alcool, Rio de Janeiro, 622p. (Coleção Canavieira, 10).

Giulietti, A.M. & Forero, E. 1990. *Diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras*. *Acta Bot. Brasílica* 4: 3-10.

Gullan, P.J. & P.S. Cranston, 2007. *Os insetos: um resumo de entomologia*. 3 ed. São Paulo: Roca, 440 p.

IBGE. 2009. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1290>. Acesso em: 02/11/2009.

International Conservation. 2010. *Biodiversity Hotspots*. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/Pages/default.aspx>>. Acessado em: 20/01/2010.

Jones, T.D. & P. Eggleton. 2000. *Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol*. *J. Appl. Ecol* 37: 191-203.

- Jouquet, P., P. Barré, M. Lepage & B. Veld. 2005.** Impact of subterranean fungus-growing termites (Isoptera, Macrotermitinae) on chosen soil properties in a West African Savanna. *Biol. Fert. Soils* 5: 365-370.
- Krishna, K. 1961.** A generic revision and phylogenetic study of the family Kalotermitidae (Isoptera). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 122: 303-408.
- Leão, R.M. 2000.** A floresta e o homem. São Paulo, EDUSP, 434p.
- Lima, J.T. & A.M. Costa-Leonardo. 2007.** Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). *Biota Neotrop* 2: 243-250.
- Lino, C. F. 1992.** Reservas da biosfera da mata atlântica: plano de ação. São Paulo, UNICAMP 2: 17-24.
- Lino, C. F. 2003.** Texto síntese: a Mata Atlântica. Portal da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: anuário Mata Atlântica. São Paulo: Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_01_sintese.asp>. Acesso em: 28/11/2009.
- Louzada, J.N.C. 2009.** Insetos detritívoros, p. 637-666. In A.R. Panizzi, & J.R.P. Parra (eds.), *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Brasília, Embrapa Informações Tecnológicas, 1164p.
- Macedo, N. 1995.** Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar, p.121-126. In L.R. Fontes & E. Berti-Filho (eds.), *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba, FEALQ, 183p.
- Marques, E.J. & R.O.R. Lima. 1987.** Ocorrência de *Heterotermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. *Anais do 4º Congresso Nacional da STAB*. Recife, STAB, p. 721-723.

- Martin, M.M. 1991.** The evolution of cellulose digestion in insects. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. Biol. Sci. B*, 333: 281-288.
- McNeely, J.A., K. R. Miller, W.V. Reid, R.A. Mittermeier & T.B. Werner. 1990.** Conserving the World's Biological Diversity. IUCN, Gland, Switzerland; WRI, CI, WWF-US, and the World Bank, Washington, 200p.
- Mendonça, A.F. 1996.** Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (ed.), *Pragas da cana-de-açúcar*. Maceió, Insetos & Cia, 239p.
- Menezes, E.B., A.M. Aquino, E.L.A. Menezes, M.E.F. Correia, J.H. Souza & R.M. Souza. 2007.** Cupins: taxonomia, biologia, ecologia e sua importância nos sistemas agropecuários. Embrapa Agrobiologia, 53p.
- Mill, A.E. 1991.** Termites as structural pests in Amazônia, Brazil. *Sociobiology* 19: 339-348.
- Miranda, C.S., A. Vasconcellos, & A.G. Bandeira, 2004.** Termites in sugar cane in Northeast Brazil: ecological aspects and pest status. *Neotrop. Entomol* 2: 237-241.
- Morellato, L.P.C. & C.F.B. Haddad. 2000.** Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 4b: 786-792.
- Novaretti, W.R.T & L.R. Fontes. 1998.** Cupins: Uma grande ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil, p. 163-171. In I.R. Fontes & E. Berti Filho (eds.), *Cupins: O desafio do conhecimento*. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Passos, S.M.G., V. Canechio Filho & A. José. 1973.** Cana-de-açúcar, p. 305-351. In Instituto Campineiro de Ensino Agrícola (ed.), *Principais culturas*. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, 551p.
- Pearce, M.J. 1997.** *Termites: Biology and pest management*. 3 ed. London, CAB International, 172p.

- Peixoto, A.L., M.M.T. Rosa, & I.M. Silva. 2002.** Caracterização da Mata Atlântica, p. 9-23. In L. Sylvestre, S. & M.M.T. Rosa (eds.), Manual metodológico para estudos botânicos na mata Atlântica. Seropédica, Edur, 123p.
- Pivetta, J.P. 2006.** Cana-de-açúcar, controle de cupins e cigarrinhas-das-raízes. Corr. Agríc. 1: 2-5.
- Pizano, M.A & L.R. Fontes. 1986.** Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *H. longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. Brasil Açuc. 104: 29.
- Pizano, M.A. 1995.** Cupins em áreas canavieiras, p. 103-113. In E. Berti Filho & L.R. Fontes (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, 184p.
- Planalsucar. 1982.** Programa Nacional de melhoramento da cana-de-açúcar. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, Instituto do Açúcar e do Alcool, 28p.
- Potenza, M.R. & F.J. Zorzenon., 2006.** Cupins: pragas em áreas urbanas. 2 ed. São Paulo, Instituto Biológico, 66p. (Boletim técnico 10).
- Pringle, R.M., D.F. Doak, A.K. Brody, R. Jocque & T.M.Palmer. 2010.** Spatial pattern enhances ecosystem functioning in an african savana. Plos Biology. www.plosbiology.org. 5: 1-12.
- Prins, R & D. Kreulen. 1991.** Comparative aspects of plant cell wall digestion in insects. Anim. Feed Sci. Technol. 32: 101-118.
- Reis, Y.T. & E.M. Canello. 2007.** Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. Iheringia, Sér. Zool. 3: 229-234.
- Robinson, W.H. 2005.** Urban insects and arachnids: a handbook of urban entomology. New York, Cambridge University Press, 472p.

- Severo, J.R. 2003.** Cana-de-açúcar: setor canavieiro terá super safra em 2003/2004. *Rev. Gleba* 196: 10.
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, Agronômica Ceres, 419p.
- SOS Mata Atlântica, INPE; ISA. 1998.** Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995. São Paulo, IDM Composição e Arte, 55p.
- Sylvester-Bradley R., A.G. Bandeira & L.A. de Oliveira 1978.** Fixação de nitrogênio (redução de acetileno) em cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central. *Acta Amaz.* 4: 621-627.
- Tabarelli, M., L.P. Pinto, J.M.C. Silva, M.M. Hirota & L.C. Bedê. 2005.** Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1: 132–138.
- Tabarelli, M., S.R. Pinto & I.R. Leal. 2009.** Floresta Atlântica nordestina: Fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. *Ciência Hoje*, 41p. (Comunicado Técnico 263).
- Tonhasca Júnior, T. 2005.** Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Interciência, 198p.
- Triplehorn, C.A. & N.F. Jonnson. 2005.** Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7 ed. Thomson, Brooks/Cole, 864 p.
- Triplehorn, C.A. & N.F. Jonnson. 2011.** Introdução ao estudo dos insetos. 1 ed. São Paulo: Cengage, 809p.
- Vasconcellos, A., A.G. Bandeira, C.S. Miranda & M.P. Silva. 2002.** Termites (Isoptera) pests in buildings in João Pessoa, Brazil. *Sociobiology* 3: 639-644.

Wood, T.G. & W.A. Sands. 1978. The roles of termites in ecosystems, p. 245-292. In M.V. Brian (ed.), Production ecology of ants and termites. Cambridge, Cambridge University, 428p.

Yamada, A., T. Inoue, D. Wiwatwitaya, M. Ohkuma, T. Kudo & A. Sugimoto. 2006. Nitrogen fixation by termites in tropical forest, Thailand. *Ecosystems* 1: 75-83.

Zorzenon, F.J. & M.R. Potenza 1998. Cupins: pragas em áreas urbanas. São Paulo, Boletim Técnico do Instituto Biológico, 40p. (Comunicado Técnico 10).

CAPÍTULO 2

TERMITOFAUNA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO¹

MARCO A.P. OLIVEIRA², EDMILSON J. MARQUES², AURISTELA C. ALBUQUERQUE³, JOSÉ V.

OLIVEIRA², ALEXANDRE VASCONCELLOS⁴ E DAYANA S. D. BEZERRA²

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE.

³Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE.

⁴Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova s/n, 59072-970 Natal, RN.

¹Oliveira, M.A.P., E.J Marques, A.C. Albuquerque, J.V. Oliveira, A. Vasconcellos, D.S.D. Bezerra. Termitofauna em áreas de cana-de-açúcar no estado de Pernambuco. A ser submetido a Neotropical Entomology.

RESUMO - A cana-de-açúcar é considerada, no Brasil, cultura de grande importância no âmbito socioeconômico. O objetivo deste trabalho foi analisar a riqueza de cupins nas regiões canavieiras de Pernambuco. Foram selecionadas quatro Usinas: Trapiche, União & Indústria, São José e Central Olho D`água, representando o Litoral Sul, a Mata Sul, o Litoral Norte e a Mata Norte, respectivamente. As coletas ocorreram de agosto de 2008 a março de 2009, delimitando-se quatro áreas de um hectare para cada Usina. Aleatoriamente, selecionaram-se 10 pontos de coleta, totalizando 40 amostras por Usina. Este procedimento foi repetido três vezes, durante o mesmo período, resultando, assim, em 120 amostras para cada uma delas. Os térmitas foram coletados em todos os micro-habitats. No total, foram registradas 13 espécies/morfoespécies pertencentes a oito gêneros e duas famílias (Rhinotermitidae e Termitidae). A riqueza variou de seis a nove espécies por Usina. Em Termitidae, registrou-se a maioria das espécies coletadas (12), com a subfamília Nasutitermitinae apresentando maior riqueza (6). Rhinotermitidae contou com apenas uma espécie da subfamília Heterotermitinae. Os resultados apresentaram uma riqueza de térmitas mais elevada que aquela previamente registrada para os canaviais pernambucanos.

PALAVRAS-CHAVE: Isoptera, canavial, ecologia

TERMITE ASSEMBLAGES IN SUGARCANE AREAS OF THE STATE OF PERNAMBUCO

ABSTRACT – Sugarcane is a crop of great socioeconomic importance in Brazil. This study aimed to analyze termite richness in the sugarcane regions of the state of Pernambuco, Brazil. Plantations of four processing plants were selected for that purpose: Trapiche, União & Indústria, São José, and Central Olho D'Água, which respectively represented the southern coast, the southern forest, the northern coast, and the northern forest regions of the state. Sampling took place between August 2008 and March 2009, when four 1 ha areas were delimited for each processing plant. Ten sampling points were selected randomly – a total of 40 samples per processing plant. This procedure was repeated three times during the same period, which resulted in 120 samples for each one. The termites were collected from all micro-habitats. A total of 13 species/morphospecies were recorded, which belonged to eight genera and two families (Rhinotermitidae and Termitidae). Richness varied from six to nine species per processing plant. Most species collected (12) were part of Family Termitidae, while Subfamily Nasutitermitinae presented the highest richness (6). Only one Rhinotermitidae species was found (Subfamily Heterotermitinae). These results include the occurrence of nine previously unrecorded species for the state of Pernambuco in sugarcane plantations.

KEY WORDS: Isoptera, sugarcane field, ecology

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil ocupa, atualmente, cerca de 8,1 milhões de ha de área colhida, com produtividade média para a indústria de 82,1 t/ha e produção total para safra 2010/2011 de 664,3 milhões de toneladas de cana (CONAB 2010). Essa atividade é considerada de grande importância no âmbito socioeconômico, devido à generosa quantidade de matéria prima usada na produção de alimento humano e ração animal. Também aparece como uma das alternativas para o consumo automotivo, com a produção de etanol. Porém sua produtividade é afetada por várias pragas. No nordeste brasileiro destacam-se *Diatraea* spp., *Telchin licus licus* (Drury), *Mahanarva posticata* (Stal), *Mahanarva fimbriolata* (Stal) e cupins subterrâneos (Mendonça 1996).

Os térmitas ocupam em média 70% da superfície terrestre e contam com aproximadamente 2.900 espécies já descritas. A região Neotropical abriga a maior parcela desses indivíduos, conta com 555 espécies. Nas regiões temperadas, esses insetos são pouco mencionados e dificilmente ocorrem acima de 45° Norte e Sul (Wood & Sands 1978, Potenza & Zorzenon 2006, Constantino 2011).

Apesar da essencial contribuição nos processos ecológicos dos ecossistemas, como a ciclagem de nutrientes, os térmitas são mais conhecidos como pragas, já que aproximadamente 10% das espécies já foram registradas, ocasionando algum tipo de injúria às culturas, como arroz, milho, mandioca, eucalipto e cana-de-açúcar, ou danos às edificações (Constantino 2002a, Costa-Leonardo 2002, Ferreira & Barrigossi 2006).

Conforme Dantas (1957) e Guagliumi (1972-73) os térmitas estão entre as pragas de mais ampla disseminação na zona canavieira de Pernambuco, os quais são responsáveis; pela destruição dos rebolos recém-plantados; pelo ataque às canas grandes e prestes a amadurecerem; pela penetração na cana já danificada por ratos, brocas ou por outros agentes externos que lesam o

córtex do colmo, permitindo a entrada desses insetos nos tecidos internos da planta; e pela invasão nas canas recém-cortadas.

Eis a razão por que os térmitas são apontados como a pior praga de solo da cana-de-açúcar no nordeste brasileiro. Vários fatores contribuem para essa situação, como: maior agressividade de algumas espécies da fauna local, tipo de solo, clima, condições de cultivo e variedade de cana utilizada. Além disso, o melhor conhecimento relacionado à biologia, à composição faunística e à identificação de espécies, ainda pouco estudadas nessa região, são algumas das necessidades determinantes para o sucesso dos métodos de controle aplicados a essa praga (Novaretti & Fontes 1998).

A cultura da cana-de-açúcar, em todo o Brasil, é afetada pelo ataque de cupins, os quais ocasionam injúrias tanto na cana planta quanto na socaria (Pizano 1995), provocando falhas no plantio e em touceiras, causando redução do número de perfilhos, secamento e quebra dos colmos. Essa redução da colheita, provocada pelos cupins, atinge mais de 10 milhões de toneladas de cana por ano, acarretando prejuízos em torno de US\$ 200 milhões (Planalsucar 1982, Arrigoni 1995, Alves & Almeida 1995, Novaretti & Fontes 1998).

Esses insetos são responsáveis por danos provocados em ambientes urbanos, florestais e agrícolas, mas, pelo fato de serem indivíduos de hábito críptico – o que dificulta as pesquisas – poucas informações encontram-se disponíveis (Pizano & Fontes 1986, Mill 1991, Camargo-Dietricce & Costa-Leonardo 2000).

Estudos relacionados a espécies de cupins com status de praga, bem como programas adotados para o seu controle, são práticas adotadas há muitos anos no Sudeste do país. A mesma importância não foi dada ao Nordeste, onde as pesquisas mais detalhadas passaram a ser intensificadas em meados da década de 90 em canaviais de algumas destilarias dessa região.

Devido ao reduzido número de trabalhos referentes à ocorrência termítica em canaviais do Nordeste, supõe-se que ocorra uma maior riqueza de espécies de cupins do que a registrada até o momento na literatura.

Diante dessa realidade e da consciência de que o Estado de Pernambuco destaca-se como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar no nordeste brasileiro, é de vital importância a implementação de pesquisas voltadas para o conhecimento dos térmitas nos canaviais dessa região. Assim este trabalho tem como finalidade estudar a riqueza dos cupins que habitam a zona canavieira de Pernambuco e fornecer subsídios para um melhor entendimento sobre a termitofauna local.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em quatro usinas, as quais representam a zona canavieira do Estado de Pernambuco, a citar: Trapiche, situada no município de Sirinhaém (Litoral Sul) a 76,4 km do Recife; União & Indústria, localizada no município de Primavera (Mata Sul) a 81,3 km de Recife; São José, pertencente ao município de Igarassú (Litoral Norte), a 29,7 km de Recife e Central Olho D`água, inserida no município de Camutanga (Mata Norte) a 111,8 km de Recife (CONDEPE/FIDEM 2011). Segundo a classificação de Köppen a região apresenta clima do tipo As', tropical chuvoso com precipitações de outono a inverno (Andrade 2007).

Informações sobre as usinas

Usina Trapiche

Coordenadas: 8° 34'45''S e 35° 7'50''W

Área: 31.500 ha (total), 19.000 ha (cultivados com cana)

Análise textural do solo: argiloso

Variedades de cana: Engenho Boca da Mata Lote – 13 = RB 86 3129

Engenho Trapiche Lote – 58 = SP 79-1011

Engenho Trapiche Lote - 61 = SP 79-1011

Engenho Pau Amarelo Lote – 75 = SP 784764

Usina União & Indústria

Coordenadas: 8° 19'53'' S e 35° 21'15''W

Área: 15.833ha (total), 11.225ha (cultivados com cana)

Análise textural do solo: argilo-arenoso

Variedades de cana: Engenho Bom Jardim Lote - 37 = RB92579

Engenho Sete Ranchos Lote - 16 = RB992506

Engenho Aurora Lote - 41 = RB92579

Engenho Mussu Lote - 10 = SP78-4764

Usina São José

Coordenadas: 7° 49'7''S e 35° 00' 45'' W

Área: 28.541ha (total), 17.128 ha (cultivados com cana)

Análise textural do solo: franco-argiloso

Variedades de cana: Engenho Araripe Lote – 1037 = RB 867515

Engenho Araripe Lote – 1041 = RB 867515

Engenho Cumbe Lote – 277 = SP 813250

Engenho Santa Helena Lote – 949 = RB 92579

Usina Central Olho D'água

Coordenadas: 7° 25'7''S e 35° 16'35''W

Área: 29.000ha (total), 20.000ha (cultivados com cana)

Análise textural do solo: franco-argiloso

Variedades de cana: Engenho Perory Lote – 29 = SP79-1011

Engenho Bonfim Lote – 49 = SP79-1011

Engenho Dela-Rosa Lote – 18 = RB92579

Engenho Laranjeira Lote – 16 = VAT90-186/RB92579

Coleta do Material. As coletas foram realizadas de agosto de 2008 a março de 2009 nas Usinas referidas. Foram delimitadas quatro áreas de um hectare para cada Usina. Em cada uma delas selecionaram-se, aleatoriamente, 10 setores de coleta – com 10m^2 (2mx5m) - totalizando 40 amostras por Usina. Este procedimento foi repetido três vezes, resultando, assim, em 120 amostras para cada uma delas. A coleta dos cupins deu-se nos vários micro-habitats existentes, fazendo-se observações nas raízes (covas de 40 x40 x 40) e folhas das canas, no palhiço e no solo e nos ninhos, com esforço amostral de 60 minutos/ (10m^2) (adaptado de Miranda et al. 2004). As coletas foram realizadas pela manhã, entre 07:30h e 11:30h. As amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro individuais contendo álcool a 80% e conduzidas ao laboratório de Térmites – Labotermes do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para posterior triagem e identificação.

Triagem e Identificação das Amostras. Os espécimes coletados foram triados, utilizando-se bandejas plásticas, pincéis e pinças e, em seguida, acondicionados em recipientes de vidro etiquetados e contendo álcool a 80%. Posteriormente, tais amostras foram identificadas ao nível de gênero com o auxílio de bibliografia especializada (Mathews 1977), e chave dicotômica proposta por Constantino (1999, 2002b). A identificação em nível específico foi realizada pelo Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. O material identificado foi depositado na coleção de Isoptera da Sala de Coleção de Insetos da Área de Zoologia do Departamento de Biologia da UFRPE.

Análise Estatística. Os dados de riqueza observados nas quatro usinas foram analisados por meio da ANOVA não-paramétrica - Kruskal-Wallis, utilizando-se o teste a posteriori de Dunn, após

terem a homocedasticidade analisada pelo teste de Bartlett (Zar 1996). Para a análise do escalonamento multidimensional (MDS), os dados não foram transformados por serem binários, tendo sido utilizado o coeficiente de associação de Bray-Curtis. O MDS foi realizado com o programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick 2001).

Resultados e Discussão

Nesta pesquisa foram registradas 13 espécies/morfoespécies de cupins pertencentes a oito gêneros e a duas famílias: Rhinotermitidae e Termitidae (Tabela 1). Nesta última família, encontrou-se a grande maioria das espécies coletadas (12), representando 92,3%, as quais estão inseridas nas subfamílias Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae e Termitinae, sendo Nasutitermitinae considerada dominante em número de espécies encontradas (6). Com relação à família Rhinotermitidae, apenas uma espécie, pertencente à subfamília Heterotermitinae foi registrada, alcançando um percentual de 7,7%.

Na Usina Trapiche encontrou-se o menor número de espécies nas coletas realizadas, seis; seguida da União & Indústria com sete representantes; já a São José e a Central Olho D'água se destacaram com a maior riqueza de cupins, com nove espécies.

Analisando-se as áreas estudadas, verificou-se que quatro espécies de térmitas foram comuns a essas áreas, *Nasutitermes* sp. A, *Cylindrotermes sapiranga* Rocha & Canello, *Neocapritermes opacus* (Hagen) e *Syntermes nanus* Constantino. Algumas espécies ocorreram apenas em uma das áreas de estudo, a saber: *Aparatermes* sp., na Usina União & Indústria; *Heterotermes longiceps* (Snyder), *Microcerotermes exiguus* (Hagen) e *Nasutitermes kemneri* Snyder & Emerson na Usina São José e; *Amitermes amifer* Silvestri e *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) na Usina Central Olho D'água.

Os resultados apresentaram a ocorrência de nove espécies de cupins ainda não citadas na literatura para o estado de Pernambuco, em canaviais, como *A. amifer* (Fig. 1A), *C. sapiranga* (Fig. 1B), *H. longiceps* (Fig. 1C), *M. exiguus* (Fig. 1D), *Nasutitermes ephratae* (Holmgren) (Fig. 2A), *N. kemneri* (Fig. 2B), *N. opacus* (Fig. 2C), e *S. nanus* (Fig. 2D), e *Aparatermes* sp. Guagliumi (1972-73), analisando dados concernentes a associação de cupins com a cultura da cana-de-açúcar no Nordeste, fez referência a apenas três espécies: *Neocapritermes descendens* (Silvestri), *Syntermes grandis* (Rambur) e *Syntermes molestus* (Burmeister).

A presença das espécies *H. longiceps* na Usina São José e *N. opacus* nas quatro Usinas estudadas, merece atenção já que as mesmas são citadas como pragas em outras regiões do país. Levantamento realizado por Marques & Lima (1987), registrou pela primeira vez a ocorrência do gênero *Heterotermes* em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. Arrigoni *et al.* (1989), relatam que *H. longiceps* e *N. opacus* estão entre as cinco principais espécies de cupins em associação com essa cultura, na região Sudeste do país. Da mesma forma Novaretti & Fontes (1998) confirmaram a importância desses dois gêneros em estudos realizados em canaviais da Paraíba.

Outra espécie que teve grande representatividade nas áreas pesquisadas foi *C. sapiranga*. Este gênero tem sido mencionado como praga em plantações de cana-de-açúcar (Novaretti & Fontes 1998), atacando caule e raízes da cana (Miranda *et al.* 2004).

A constatação de *A. amifer*, neste trabalho, deve ser observada com cautela, tendo em vista que Novaretti & Fontes (1998) registraram este gênero ocasionando grandes injúrias à cana-de-açúcar. Mais recentemente, Miranda *et al.* (2004) verificaram que estes cupins apresentam potencial como praga, por afetarem o sistema radicular da planta.

As espécies *S. grandis* e *S. nanus* também foram coletadas com frequência nos canaviais pesquisados. Algumas espécies de *Syntermes* podem ocasionar prejuízos de expressão econômica

Guagliumi (1972-73), contudo, Miranda *et al.* (2004) observaram que *S. nanus* provoca injúrias nas folhas da cana, apesar da perda de produtividade ser insignificante.

Cinco espécies/morfoespécies de *Nasutitermes* foram identificadas, destacando-se *N* sp. A, *Nasutitermes* sp. B e *N. ephratae*. Pesquisas têm relatado que espécies deste gênero são consideradas pragas dessa cultura (Guagliumi 1972-73, Novaretti & Fontes 1998, Malagodi & Veiga 1994), entretanto, estudo realizado por Miranda *et al.* (2004), demonstraram que *N. coxipoensis* não apresenta esse potencial.

Outras duas espécies/morfoespécies: *M. exiguus* e *Aparatermes* sp. foram identificadas nas Usinas União & Indústria e São José, respectivamente. O gênero *Microcerotermes* tem sido observado em áreas urbanas (Bandeira 1998, Bandeira *et al.* 1998) e em área de Mata Atlântica com menor tempo de regeneração (Vasconcellos *et al.* 2008)

A riqueza de térmitas nas usinas estudadas, variou de 1,77 a 2,09 espécies/10m², ocorrendo diferença significativa entre as localidades ($H_{(3, 203)}=22,26$; $p<0,0001$), com a usina Trapiche apresentando riqueza significativamente menor que a São José (Dunn, $z=2,65$; $p<0,05$) e marginalmente significativa em relação à União & Indústria e Central Olho D'água (Fig. 2).

Para a análise do escalonamento multidimensional (MDS), os dados não foram transformados, tendo em vista que esses se referem à presença e à ausência, utilizando-se, neste caso, o índice de Bray-Curtis. Nesta análise, a figura apresenta claramente um aglomerado central, indicando que a maioria dos setores (10m²) apresenta sobreposição de espécies. Isto é um reflexo do baixo número de espécies coletadas e comuns a todas as usinas (Fig. 3).

Os resultados obtidos nesse estudo apresentaram uma riqueza de térmitas mais elevada que aquela previamente registrada para a zona canavieira de Pernambuco, bem como para outras áreas do Nordeste.

Com esses resultados, ampliam-se as informações sobre a riqueza de térmitas na região canavieira de Pernambuco, oferecendo subsídios para estudos subsequentes a fim de determinar o status de praga das espécies registradas e, conseqüentemente auxiliar na implantação de estratégias de controle mais eficientes, com menor agressão ao ecossistema.

Agradecimentos

Ao professor Dr. José Roberto Botelho de Souza (UFPE) pelo apoio científico e pela consultoria nas análises estatísticas que contribuíram para realização deste trabalho. Às Usinas Trapiche, União & Indústria, São José e Central Olho D'água pelo suporte nos trabalhos de campo e pelas informações referentes à cultura da cana-de-açúcar.

Literatura Citada

- Alves, S.B. & J.E.M.A. Almeida. 1995.** Novas alternativas para o controle microbiano de cupins, p. 95-102. In L.R. Fontes & E. Berti Filho (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, 184p.
- Andrade, M.C.O. 2007.** Pernambuco e o trópico. Rev. Inst. Est. Bras. – USP 45: 11-20.
- Arrigoni, E., L.C. Almeida, P. Kasten & A. Precetti. 1989.** Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho. COPERSUCAR, 47p. (Boletim técnico 48).
- Arrigoni, E.B. 1995.** Ocorrência, danos e controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar, p. 30-31. In Reunião Sul-Brasileira de Insetos de Solo. 5, Dourados. Ata e resumo. Dourados Embrapa, CPAO, 265p..
- Bandeira, A.G. 1998.** Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira, p. 87-98. In L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.), Cupins: o desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.

- Bandeira, A.G., C.S. Miranda & A. Vasconcelos. 1998.** Danos causados por cupins em João Pessoa, p. 75-85. In L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.), Cupins: o desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Camargo-Dietricee, C.R.R. & A.M. Costa-Leonardo. 2000.** Comportamento intra-específico do cupim *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) em condições de laboratório. Rev. Bras. Zool. 17: 421-427.
- Clarke K.R. & R.M. Warwick. 2001.** Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd ed. Plymouth, 172p.
- CONAB. 2010.** Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20/7/2010.
- CONDEPE/FIDEM. 2011.** Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br>. Acesso em 20/1/2011.
- Costantino, R. 1999.** Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupim (Isoptera) que ocorrem no Brasil. Pap. Avulsos de Zool. São Paulo 25: 387-448.
- Constantino, R. 2002a.** The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. J. Appl. Entomol 126: 355-365.
- Constantino, R. 2002b.** An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. Zootaxa 67: 1-40.
- Constantino, R. 2011.** On-Line Termites Database. Disponível em: <http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>. Acesso em: 9/1/ 2011.
- Costa-Leonardo, A.M. 2002.** Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. Rio Claro, Unesp, 128p.
- Dantas, B. 1957.** O cupim dos rebolos da cana-de-açúcar. Rio de Janeiro, Comissão de combate às pragas da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, 7p. (Comunicado Técnico 116).

- Ferreira, E., & A. F. Barrigossi. 2006.** Insetos orizívoros da parte subterrânea. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 52p. (Comunicado Técnico 190).
- Guagliumi, P. 1972/73.** Pragas da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. Instituto do Açúcar e do Alcool, Rio de Janeiro, 622p. (Coleção Canavieira 10).
- Malagodi, M. & A.F.S.L. Veiga. 1994.** Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill sobre o cupim *Nasutitermes* (Dudley) (Isoptera: Termitidae) em laboratório. An. Soc. Entomol. Brasil 24: 315–322.
- Marques, E.J. & R.O.R. Lima. 1987.** Ocorrência de *Heterotermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) em Cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. Anais do 4º Congresso Nacional da STAB. Recife, STAB, p. 721-723.
- Mathews, A. G. A. 1977.** Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. Rio de Janeiro, Acad. Brasil. Ciênc, 267p.
- Mendonça, A.F. 1996.** Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (ed.), Pragas da cana-de-açúcar, Maceió, Insetos & Cia, 239p.
- Mill, A.E. 1991.** Termites as structural pests in Amazônia, Brazil. Sociobiology 19: 339-348.
- Miranda, C.S., A. Vasconcellos, & A.G. Bandeira, 2004.** Termites in sugar cane in Northeast Brazil: ecological aspects and pest status. Neotrop. Entomol 2: 237-241.
- Novaretti, W.R.T & L.R. Fonte. 1998.** Cupins: Uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil, p. 163-171. In I.R. Fontes & E. Berti Filho (eds.), Cupins: O desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.
- Pizano, M.A & L.R. Fontes. 1986.** Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *H. longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. Brasil Açuc. 104: 29.

- Pizano, M.A. 1995.** Cupins em áreas canavieiras, p. 103-113. In E. Berti Filho & L.R. Fontes (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, 184p.
- Planalsucar. 1982.** Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, Instituto do Açúcar e do Alcool, 28p.
- Potenza, M.R. & F.J. Zorzenon., 2006.** Cupins: pragas em áreas urbanas. 2. Ed. São Paulo: Instituto Biológico, 66p. (Boletim técnico 10).
- Vasconcellos, A., A.G. Bandeira, W.O. Almeida, & F.M.S. Moura. 2008.** Térmitas construtores de ninhos conspícuos em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica. Neotrop. Entomol 1: 15-19.
- Wood, T.G. & W.A. Sands. 1978.** The roles of termites in ecosystems, p. 245-292. In M.V. Brian (ed.), Production ecology of ants and termites. Cambridge, Cambridge University, 428p.
- Zar, J.H. 1996.** Biostatistical analysis. 3rd ed. New Jersey, Prentice-Hall, 662p.

Tabela 1. Espécies de térmitas identificadas nas quatro usinas que representam a zona canavieira do estado de Pernambuco.

Família/ Subfamília/Espécie	Usinas			
	Trapiche	União & Indústria	São José	Central Olho D'água
TERMITIDAE				
Apicotermitinae				
<i>Aparatermes</i> sp.	-	+	-	-
Nasutitermitinae				
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	-	-	-	+
<i>Nasutitermes ephratae</i>	+	+	-	+
<i>Nasutitermes kemneri</i>	-	-	+	-
<i>Nasutitermes</i> sp. A	+	+	+	+
<i>Nasutitermes</i> sp. B	-	+	+	+
Syntermitinae				
<i>Syntermes grandis</i>	+	-	+	+
<i>Syntermes. nanus</i>	+	+	+	+
Termitinae				
<i>Amitermes amifer</i>	-	-	-	+
<i>Cylindrotermes sapiranga</i>	+	+	+	+
<i>Neocapritermes opacus</i>	+	+	+	+
<i>Microcerotermes exiguus</i>	-	-	+	-
RHINOTERMITIDAE				
Heterotermitinae				
<i>Heterotermes longiceps</i>	-	-	+	-
Riqueza	6	7	9	9

(+) presença, (-) ausência

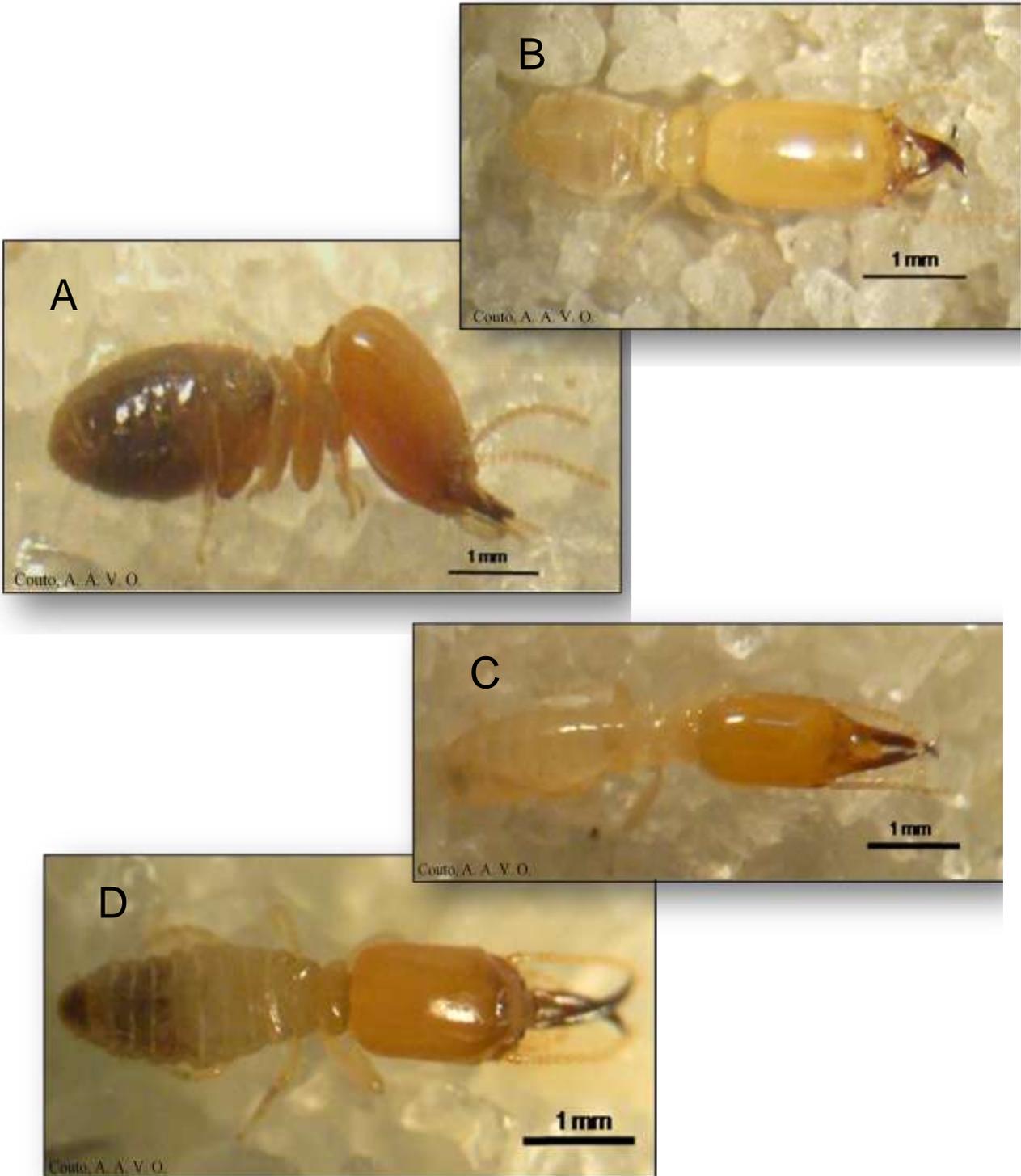


Figura 1. Espécies de cupins ainda não citadas na literatura para o estado de Pernambuco, em canaviais. (A) *Amitermes amifer*, (B) *Cylindrotermes sapiranga*, (C) *Heterotermes longiceps*, (D) *Microcerotermes exiguus*.



Figura 2. Espécies de cupins ainda não citadas na literatura para o estado de Pernambuco, em canaviais. (A) *Nasutitermes ephratae*, (B) *Nasutitermes kemneri*, (C) *Nasutitermes opacus*, e (D) *Syntermes nanus*.

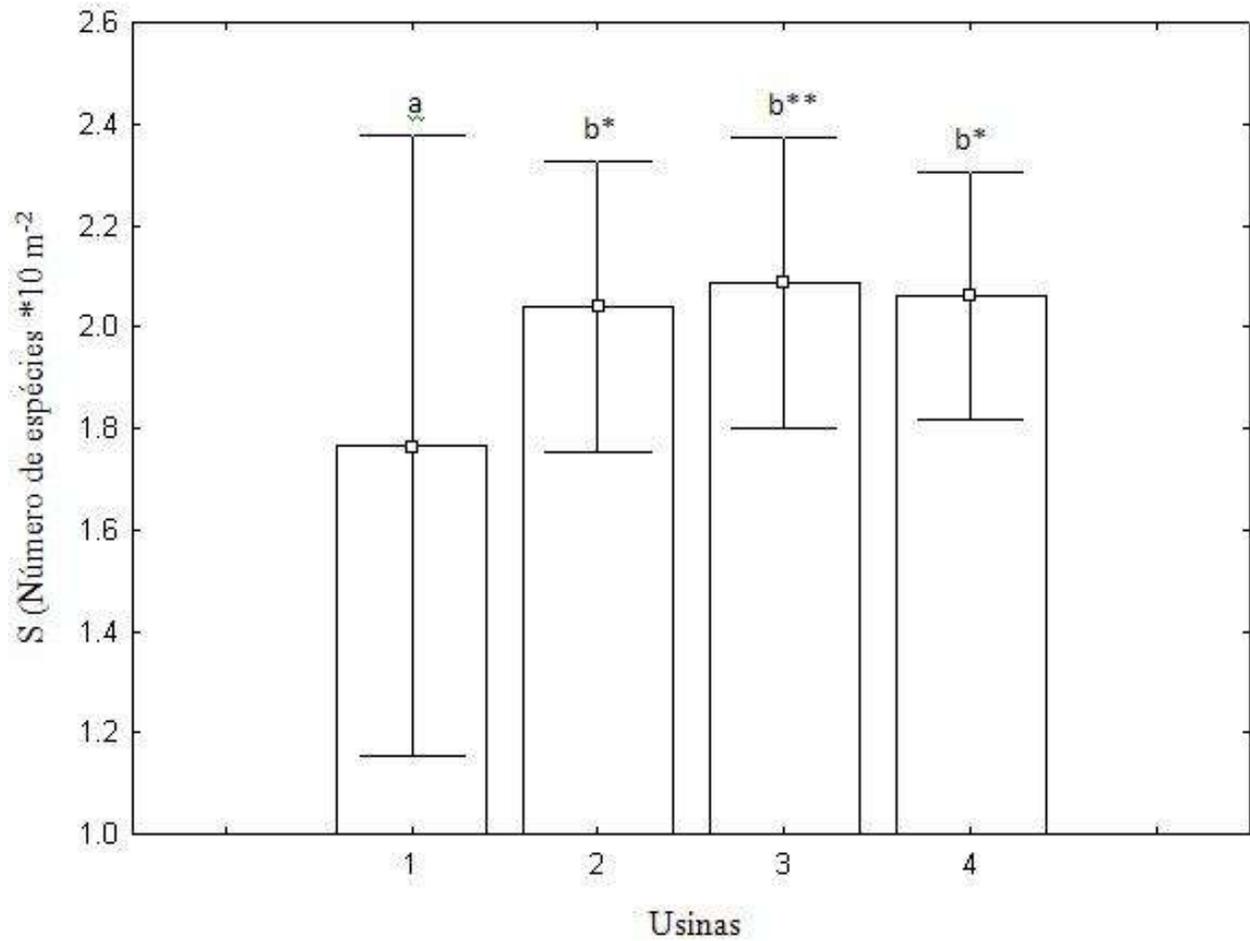


Figura 2. Média e desvio padrão da riqueza de Térmites (S) nas Usinas Trapiche (1), União & Indústria (2), São José (3) e Central Olho D'água (4), respectivamente, em Pernambuco. Colunas contendo mesma letra não diferem pelo teste de Dunn. A barra vertical indica 95% do intervalo de confiança. *Marginalmente significativa ($P < 0,1$), **Significativa ($p < 0,05$).

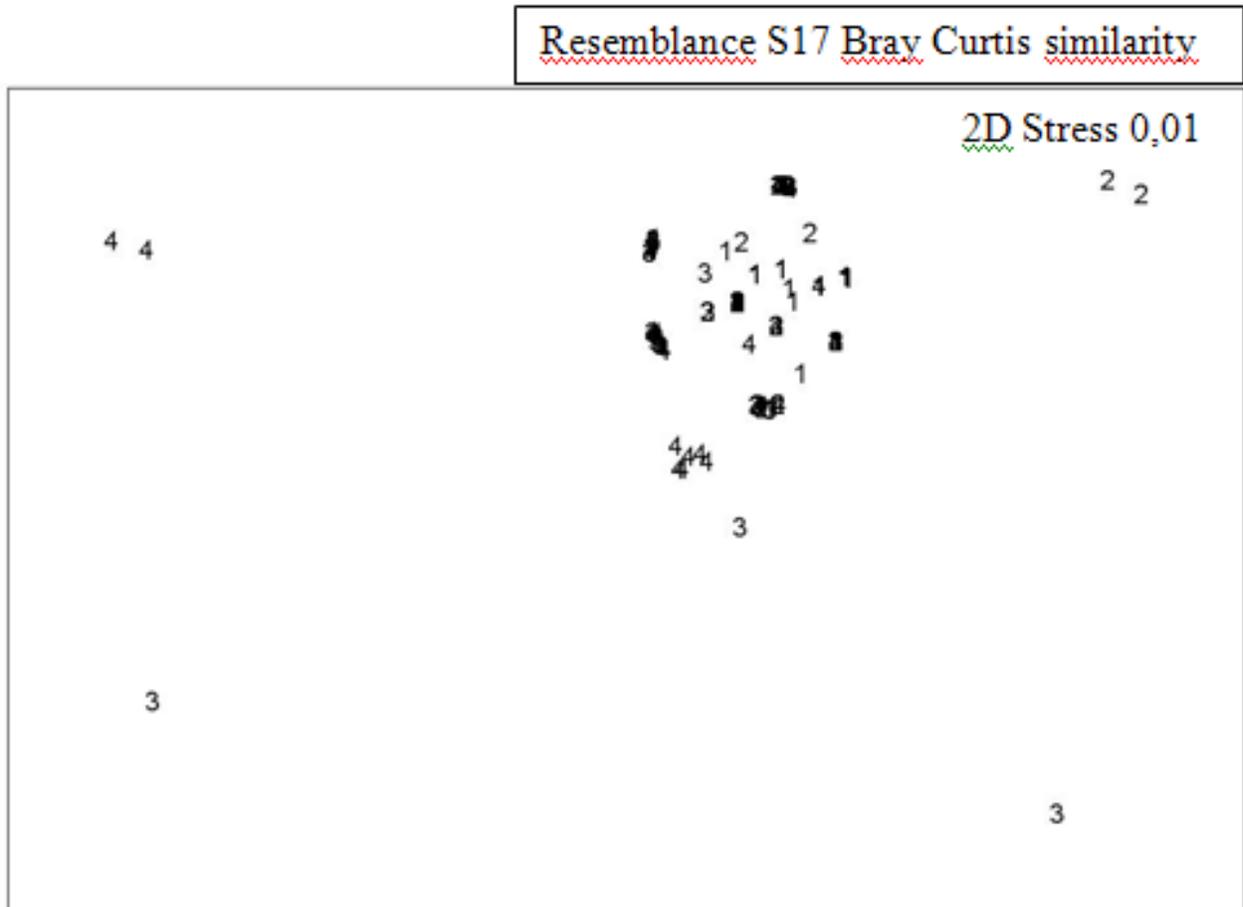


Figura 3. Escalonamento multidimensional (MDS) de térmitas nas Usinas Trapiche (1), União & Indústria (2), São José (3) e Central Olho D'água (4), respectivamente em Pernambuco. Cada amostra corresponde a uma área de 10m².

CAPÍTULO 3

COMUNIDADES TERMÍTICAS EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE PERNAMBUCO¹

MARCO A.P. OLIVEIRA², EDMILSON J. MARQUES², AURISTELA C. ALBUQUERQUE³, JOSÉ V. OLIVEIRA², ALEXANDRE VASCONCELLOS⁴, JOSÉ R.B. SOUZA⁵ E ALANE A.V.O. COUTO³

²Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE.

³Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE.

⁴Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova s/n, 59072-970 Natal, RN.

⁵Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, 50670-901 Recife, PE.

¹Oliveira, M.A.P., E.J Marques, A.C. Albuquerque, J.V. Oliveira, A. Vasconcellos, J.R.B. Souza, A.A.V.O. Couto. Comunidades termíticas em áreas de cana-de-açúcar e em fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco. Agricultural and Forest Entomology.

RESUMO – Os fragmentos florestais circundados pela cultura da cana-de-açúcar têm funcionado como “ilhas” que abrigam comunidades termíticas. O objetivo deste trabalho foi comparar as comunidades termíticas existentes em cana-de-açúcar e remanescentes de Mata Atlântica, próximas a canaviais em Pernambuco. Para análise comparativa desses ambientes foram traçados três transectos (100 x 2m) a 10, 50 e 300 metros, respectivamente, paralelos à borda de cada ambiente. Cada transecto foi dividido em 20 setores de 10m² (5 x 2m). Em 10 setores intercalados de cada transecto os insetos foram procurados, em todos os micro-habitats. As coletas foram realizadas em período seco de outubro de 2009 a janeiro de 2010. Identificaram-se 27 espécies de cupins nos fragmentos de Mata Atlântica, pertencentes a 17 gêneros e a três famílias. Termitidae apresentou maior número de espécies (24) e a maior riqueza (S=12) foi observada na subfamília Nasutitermitinae. Em cana-de-açúcar ocorreram 10 espécies, distribuídas em seis gêneros e uma família, tendo a subfamília Syntermitinae se destacado em número de espécie (S=4). Ficou evidente que a associação de cupins da mata é distinta da do canavial, havendo diminuição na riqueza de espécies na área de cana à medida que os transectos se afastavam da borda da mata, enquanto que nos fragmentos de mata, ocorreu o inverso.

PALAVRAS-CHAVE: Isoptera, efeito de borda, termitofauna em florestas, agroecossistema

TERMITE COMMUNITIES IN SUGARCANE AREAS AND ATLANTIC FOREST
FRAGMENTS OF PERNAMBUCO

ABSTRACT – Forest fragments surrounded by sugarcane plantations often work as “islands” that house termite communities. This study aimed to compare the termite communities found in sugarcane plantations and Atlantic forest remnants near such plantations in the state of Pernambuco, Brazil. In order to comparatively analyze these environments, three transects (100 x 2 m) were delineated 10, 50, and 300 m parallel to each environment's edge, respectively. Each transect was divided into twenty 10 m² parcels (5 x 2 m). Investigation for termites took place in all of the micro-habitats of ten intercalated parcels per transect. Sampling was carried out during the dry season, between October 2009 and January 2010. Twenty-seven species of termites were identified from the Atlantic forest fragments, which belonged to 17 genera and three families. Termitidae had the greatest number of species (24), while the highest richness (S=12) was observed for Subfamily Nasutitermitinae. Ten species occurred in sugarcane, distributed among six genera and one family; Subfamily Syntermitinae stood out in terms of species number (S=4). It became clear that the forest-termite association is different than the sugarcane-termite association – in the second case, species richness decreased as transects became further from the forest edge. Conversely, the opposite happened in the forest fragments.

KEY WORDS: Isoptera, edge effect, forest termite fauna, agroecosystem

Introdução

A cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L. é uma Poaceae própria de climas tropicais e subtropicais, originária do sudeste da Ásia. Introduzida no Brasil em 1502, é considerada de grande importância no âmbito socioeconômico, devido à sua matéria prima para produção de alimento, açúcar e álcool. É também uma alternativa para o consumo automotivo, com a produção de etanol, reduzindo, dessa forma, a importação de petróleo (Mendonça 1996, Cesnik & Miocque 2004).

Dentre os países produtores de cana-de-açúcar, o Brasil desponta como um dos maiores, com uma produção de aproximadamente 664,3 milhões de toneladas para a safra 2010/2011 e um rendimento em torno de 82,1 t/ha (CONAB 2010). São Paulo detém a maior parcela da produção nacional de álcool e açúcar, e na região Nordeste, Alagoas e Pernambuco destacam-se como os maiores produtores (Mendonça 1996).

A produtividade dessa cultura é naturalmente afetada por diversas pragas. No nordeste brasileiro, destacam-se entre elas as brocas do colmo *Diatraea* spp., a broca gigante *Telchin licus licus* (Drury), as cigarrinhas, *Mahanarva posticata* (Stal) e *Mahanarva fimbriolata* (Stal) e os cupins subterrâneos (Mendonça 1996), sendo estes responsáveis por perdas superiores a 10 t/ha no ano (Arrigoni 1995, Novaretti & Fontes 1998).

Os cupins ou térmitas, representantes da Ordem Isoptera, encontram-se amplamente distribuídos entre as regiões tropicais e subtropicais do mundo entre as latitudes 52° N e 45° S (Fontes & Araújo 1999, Eggleton 2000). Encontram-se distribuídos em sete famílias, dessas, quatro com ocorrências já registradas no Brasil: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, representadas por aproximadamente 300 espécies (Costa-Leonardo 2002, Bandeira & Vasconcellos 2004, Reis & Canello 2007) das 555 registradas para a região Neotropical (Constantino 2011).

A alimentação básica dos térmitas consiste de materiais celulósicos e lignocelulósicos sob diferentes formas: madeira viva ou morta (em diferentes estágios de decomposição), gramíneas, raízes, sementes, fezes de herbívoros, serrapilheira, húmus e produtos manufaturados como papel e tecido de algodão (Menezes *et al.* 2007, Lima & Costa-Leonardo 2007).

Pelo fato de atuarem na decomposição da celulose, os térmitas são insetos de grande importância ecológica, pois atuam ativamente no ecossistema, no que se refere ao processo de decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes (Constantino 2002a, Bandeira & Vasconcellos 2002).

Nos ecossistemas tropicais, os cupins têm um papel de fundamental importância. Juntamente com as formigas, constituem enorme parte da biomassa nesses ecossistemas, funcionando como consumidores primários e decompositores (Zorzenon & Potenza 1998), pois atuam em processos de ciclagem de nutrientes, principalmente do carbono e do nitrogênio. A porosidade do solo também é favorecida em virtude das construções de túneis e galerias – uma grande contribuição para melhor aeração do terreno - consequentemente para maior infiltração das raízes vegetais (Wood & Sands 1978, Dangerfield *et al.* 1998, Jouquet *et al.* 2005).

Apesar do essencial papel ecológico desempenhado pelos cupins, são eles mais conhecidos pelos prejuízos que causam ao danificarem culturas de importância econômica, além das estruturas de edificações rurais ou urbanas que levam madeira como matéria-prima. Os problemas ocasionados pelos cupins são devidos, em grande parte, à devastação das florestas – seu habitat natural (Menezes *et al.* 2007).

O rápido crescimento e a dispersão geográfica das populações nos principais países tropicais, incluindo a expansão da chamada fronteira agrícola, tendem a deixar as áreas de florestas remanescentes imersas em paisagens dominadas por pastagens, plantações e áreas urbanas (Tabarelli *et al.* 2009). É o que tem ocorrido com a Mata Atlântica, considerada um dos maiores

repositórios de biodiversidade do planeta e um dos 34 *hotspots* mundiais, regiões essas de elevada riqueza biológica, que estão sob alto grau de ameaça com 70% ou mais da vegetação original já destruída (Backes & Irgang 2004, International Conservation 2010), reduzida, assim, a pequenas “ilhas” de floresta em grande parte de sua área de distribuição original (Tabarelli *et al.* 2009).

No Nordeste, a fragmentação da Mata Atlântica deu-se de forma acentuada. Nos estados de Pernambuco e Alagoas, por exemplo, grandes extensões de canaviais e pastagens substituíram as florestas, restando menos de 10 e 4% da sua cobertura original, respectivamente (Backes e Irgang 2004, Tonhasca Junior 2005).

Diante dessa realidade, acredita-se que a riqueza da termitofauna, na cultura da cana-de-açúcar, possa estar associada à proximidade com os fragmentos de Mata Atlântica, que funcionam como “ilhas”, podendo ocorrer a migração daquelas espécies que possuam maior plasticidade e capacidade adaptativa, para o canavial. Assim, este trabalho visou analisar comparativamente as comunidades termíticas existentes em cana-de-açúcar e em remanescentes de Mata Atlântica, limítrofes a canaviais no estado de Pernambuco.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi realizada na Usina São José, localizada no município de Igarassú, na Mata Norte (7° 49'7''S e 35° 00'45''W), distando 29,7 km do Recife (CONDEPE/FIDEM 2011). Segundo a classificação de Köppen a região apresenta clima do tipo As' tropical quente e úmido, com precipitação média anual é de 1.689 mm (informação fornecida pela Usina São José). Foram selecionados dois fragmentos de Mata Atlântica, com aproximadamente 210 ha cada, e duas áreas plantadas com cana-de-açúcar, ambas circunvizinhas.

Coleta dos Cupins em Canavial. As coletas de cupins em canavial foram realizadas no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010 nas duas áreas próximas aos fragmentos de Mata Atlântica.

Inicialmente foram traçados três transectos (100m x 2m), a 10, 50 e 300 metros, respectivamente, paralelos à borda de cada canavial estudado. Cada transecto foi dividido em 20 setores de 10m² (5m x 2m) e a coleta foi efetuada em 10 setores intercalados de cada transecto, observando-se as raízes (covas de 40 x 40 x 40) e as folhas das canas, o palhiço e o solo, com esforço amostral de 60 minutos por setor (adaptado de Florencio & Diehl 2006). Tais amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro contendo álcool a 80%, individualizados, e conduzidas ao laboratório de Térmites (Labotermes) do Departamento de Biologia a Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, para posterior identificação. As coletas foram realizadas entre 7:30h e 11:30h.

Coleta dos Cupins em Fragmentos de Mata Atlântica. As coletas foram efetuadas no mesmo período das realizadas nos canaviais. A metodologia aplicada para as coletas foi semelhante à utilizada no canavial, constando, portanto, de três transectos paralelos, distantes 10, 50 e 300 metros da borda dos dois remanescentes de Mata Atlântica situado próximo ao canavial. A coleta foi efetuada na superfície do solo, serrapilheira, base de árvores, sob pedras, troncos e galhos caídos, madeira em decomposição, ninhos arborícolas e epígeos, trilhas e sob/sobre a casca de troncos. O esforço amostral, o acondicionamento das amostras e o horário das coletas, seguiu a metodologia usada nos canaviais.

Identificação das Amostras. Após a triagem dos espécimes coletados, o material foi acondicionado em pequenos recipientes de vidro contendo álcool a 80%, em seguida etiquetados. Para identificação dos espécimes, em nível genérico, adotou-se bibliografia especializada (Mathews 1977) e chave dicotômica proposta por Constantino (1999, 2002b). Após esse procedimento, as amostras, contendo os espécimes, foram encaminhadas ao Professor Dr. Alexandre Vasconcellos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para identificação das

espécies. O material obtido nessa pesquisa encontra-se depositado na coleção de Têrmites da Sala de Coleção de Insetos da Área de Zoologia do Departamento de Biologia da UFRPE

Análise Estatística: Os dados de riqueza gama foram comparados através do teste qui-quadrado.

O método de Jackknife (\hat{S}) foi utilizado para estimar a riqueza total dos fragmentos de mata estudados, com o objetivo de se ter uma estimativa com intervalo de confiança:

$$\hat{S} = s + \left(\frac{n-1}{n} \right) k, \text{ onde 's' foi o número de espécies encontrado, 'n' o número de amostras e}$$

'K' o número de espécies encontradas em apenas uma amostra. A medida de variância deste

método foi estimada por:
$$\text{var}(\hat{S}) = \left(\frac{n-1}{n} \right) \left[\sum_{j=1}^s (j^2 f_j) - \frac{k^2}{n} \right]$$

As diferenças de riqueza de espécies entre as matas e entre as distâncias amostradas foram analisadas com ANOVA, pelo programa Statistica 6.0 ($P \leq 0,05$).

Para a análise de ordenação foi utilizado o coeficiente de associação de Bray-Curtis. O MDS (escalonamento multidimensional não métrico) foi feito com o programa PRIMER 6 (Clarke & Warwick 2001), assim como os gráficos de espécie-área.

Resultados e Discussão

Nesse estudo foram identificadas 34 espécies de cupins. Nas áreas de fragmento de Mata Atlântica foram observadas 27 espécies (Figs. 1 - 5), pertencentes a 17 gêneros, três famílias e seis subfamílias (Tabela 1). Já nas áreas compostas por cana-de-açúcar foram registraram 10 espécies, inseridas em seis gêneros, uma família e quatro subfamílias (Tabela 2). Esta riqueza foi significativamente diferente entre os dois ambientes analisados ($\chi^2 = 7,811$; $p = 0,0052$). Comparando-se as coletas nas duas áreas da pesquisa (fragmento de floresta e canaviais),

verificou-se, ainda, que apenas três espécies foram comuns entre ambas: *Nasutitermes* sp. A, *Cylindrotermes sapiranga* Rocha & Canello e *Syntermes nanus* Constantino.

O gráfico espécie-área, para o ecossistema de Mata Atlântica estudado, revela que o esforço amostral empregado foi suficiente para a estimativa de riqueza deste ecossistema, sendo comprovado pela aplicação do modelo Jackknife, que apresentou riqueza de 31,94 espécies, com variância de 4,47 (Fig. 6).

Estudo nos Fragmentos de Mata Atlântica. A riqueza gama, referente aos fragmentos de mata Atlântica, foi bastante diferente em relação à distância da borda, com a distância de 10 m, apresentando 13 espécies, e as outras duas (50 e 300 m) compostas por 21 espécies (Tabela 1). Roisin & Leponce (2004), analisando comunidades de térmitas situadas da borda para o interior do fragmento de floresta, na Argentina, verificaram menor riqueza de espécies de cupins até os 20 m iniciais, havendo constância no número de espécies coletadas a partir dos 200 m.

Os transectos avaliados indicaram 10 espécies em comum: *Amitermes amifer* Silvestri, *Anoplotermes* sp. A, *Armitermes holmgreni* Snyder, *C. sapiranga*, *Heterotermes longiceps* (Snyder), *Microcerotermes exiguus* (Hagen), *Nasutitermes corniger* (Motschulsky), *Nasutitermes ephratae* (Holmgren), *Nasutitermes* sp. A e *Nasutitermes* sp. C. Apenas uma espécie de cupim no estudo de mata foi exclusiva na distância de 10 m: *S. nanus*. Para os transectos situados a 50 e a 300 m, foram identificadas quatro espécies exclusivas: *Anoplotermes* sp. B, *Subulitermes* cf. *microsoma* (Silvestri), *Termes* sp. e *Velocitermes* sp. e; *Cavitermes tuberosus* (Emerson), *Nasutitermes* sp. B, *Nasutitermes* sp. D e *Rugitermes* sp., respectivamente. Houve um aumento na riqueza alfa de térmitas (n° de espécies* 10 m²) com o aumento da distância em relação à borda, embora esta diferença não tenha sido significativa ($F_{(2,53)} = 2.2897$; $p = 0,11124$) (Fig. 7).

Tabarelli *et al.* (2009) comentaram que muitos fragmentos de Mata Atlântica são seculares e que há muito tempo estão envolvidos por uma matriz estável e homogênea, que é a cana-de-

açúcar. As bordas dessas florestas, formadas pelos limites das plantações, sofrem alterações em várias características ecológicas, como aumento na disponibilidade de luz, dessecação do hábitat e maior turbulência causada por ventos, que provavelmente impulsionam a drástica alteração das florestas fragmentadas (Fig. 8).

Estudo nos Canaviais. Nos transectos inseridos nas duas áreas de canaviais, pesquisadas neste trabalho, não foram encontrados cupins com distância de 300 m da borda da mata. Contudo, nos outros dois transectos, verificou-se diferença na riqueza conforme as distâncias preestabelecidas. A maior concentração de cupins foi registrada a 10 m da borda do canavial, diminuindo gradativamente à medida que se distanciava da borda, esse fato se deve provavelmente pela migração dos térmitas de áreas próximas a fragmentos de Mata Atlântica. A 10m foram registradas oito espécies e a 50m, cinco espécies (Tabela 2). Nesses transectos ocorreram três espécies em comum: *Nasutitermes* sp. A (Fig. 9A), *Syntermes grandis* (Rambur) (Fig. 9B). e *Neocapritermes opacus* (Hagen) (Fig. 9C). Na distância de 10m, cinco espécies foram exclusivas: *Aparatermes* sp., *Nasutitermes kemneri* Snyder & Emerson (Fig. 9D), *Syntermes* sp. A, *Syntermes* sp. B e *Ruptitermes* cf. *reconditus* (Silvestri). Para o transecto a 50 m, duas espécies apresentaram-se exclusivas: *C. sapiranga* (Fig. 9E) e *S. nanus* (Fig. 9F). Não houve diferença na riqueza alfa com relação às distâncias de 10 e 50 m da borda da mata, que apresentou 1,67 e 1,64 espécies/10 m², respectivamente.

Black & Okwakol (1997) comparando dados referentes à diversidade e à atividade de térmitas em diferentes agroecossistemas como banana, trigo, cacau e cana-de-açúcar, concluíram que a riqueza desses insetos é menor nesses ambientes do que em vegetação natural, embora possam eles assumir maior abundância em ambientes perturbados.

Analisando-se, então, toda a comunidade termítica, ficou evidente que a associação de cupins da mata é distinta da do canavial (Fig. 10), havendo diminuição na riqueza de espécies na

área de cana à medida que os transectos se afastavam da borda da mata, enquanto que nos fragmentos de mata, ocorreu o inverso, o número de espécies aumentou nos transectos situados na parte mais interna da mata. Muitas espécies ocorreram apenas nos fragmentos de mata, e com maior frequência, como: *A. amifer*, *N. corniger*, *N. ephratae* e *M. exiguus* (Tabela 1).

Reis & Canello (2007) também observaram, com maior frequência, a presença de *N. corniger* e *N. ephratae* em áreas de Mata Atlântica, primária e secundária, no sudeste da Bahia, assim como Vasconcellos (2010) observou *A. amifer* e *M. exiguus*, no Parque Estadual de Dois Irmãos, em Pernambuco, e na Área de Proteção Ambiental Mata do Buraquinho, na Paraíba.

Já as espécies *N. opacus* e *S. grandis* foram exclusiva dos canaviais e também com maior percentual de ocorrência (Tabela 2). Guagliumi (1971) observou *S. grandis* ocasionando prejuízos de expressão econômica, especialmente em novos plantios, no nordeste do Brasil. Estudos realizados em canaviais demonstraram que *N. opacus* encontra-se entre as cinco principais espécies de cupins em associação com essa cultura, na região Sudeste do país (Arrigoni *et al.* 1989). Da mesma forma Novaretti & Fontes (1998) confirmaram a importância do gênero em estudos realizados em canaviais da Paraíba.

Observou-se, neste estudo, que algumas espécies ocorreram com grande frequência nos três transectos de mata, sugerindo certa plasticidade e capacidade adaptativa desses insetos, e pelo fato de habitarem área próxima ao canavial, merecem maior atenção já que alguns desses gêneros são mencionados como pragas ou com potencial de praga para essa cultura, a exemplo de *Nasutitermes* (Novaretti & Fontes 1998) e *Amiterms* (Novaretti & Fontes 1998, Miranda *et al.* 2004).

Agradecimentos

A Usina São José pelo suporte nos trabalhos de campo e pelas informações referentes à cultura da cana-de-açúcar.

Literatura Citada

- Arrigoni, E., L.C. Almeida, P. Kasten & A. Precetti. 1989.** Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho. COPERSUCAR, 47p. (Boletim técnico 48).
- Arrigoni, E.B. 1995.** Ocorrência, danos e controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar, p. 30-31. In Reunião Sul-Brasileira de Insetos de Solo. 5, Dourados. Ata e resumo. Dourados Embrapa, CPAO, 265p.
- Backes, P & B. Irgang. 2004.** Mata Atlântica: As árvores e a paisagem. Porto Alegre, Paisagem do Sul, 396p.
- Bandeira, A.G. & A. Vasconcellos. 2002.** A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology* 39: 429-439.
- Bandeira, A.G. & A. Vasconcellos. 2004.** Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco, p. 145-52. In K.C. Pôrto, J.J.P. Cabral & M. Tabarelli (eds.), *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação*. (Série Biodiversidade, 9). Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 324p.
- Black, H.I.J & M.J.N. Okwakol. 1997.** Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites. *Appl. Soil Ecol.* 6: 37-53.
- Cesnik, R. & J. Miocque. 2004.** Histórico, p. 23-30. In R. Cesnik & J. Miocque (eds.), *Melhoramento da cana-de-açúcar*. Brasília, EMBRAPA, 307p.

- Clarke K.R. & R.M. Warwick. 2001.** Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd ed. Plymouth, 172p.
- CONAB. 2010.** Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20/7/2010.
- CONDEPE/FIDEM. 2011.** Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br>. Acesso em: 20/1/2011.
- Costantino, R. 1999.** Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupim (Isoptera) que ocorrem no Brasil. Pap. Avulsos de Zool. São Paulo 25: 387-448.
- Constantino, R. 2002a.** The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. J. Appl. Entomol. 126: 355-365.
- Constantino, R. 2002b.** An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. Zootaxa 67: 1-40.
- Constantino, R. 2011.** On-Line Termites Database. Disponível em: <http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>. Acesso em: 9/1/2011.
- Costa-Leonardo, A.M. 2002.** Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. Rio Claro, UNESP, 128p.
- Dangerfield, J.M., T.S. Maccarthy & W.N. Ellery. 1998.** The mound building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. J. Trop. Ecol. 4: 507-520.
- Eggleton, P. 2000.** Global patterns of termite diversity, p. 25-51. In T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi (eds.), Termites: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Dordrecht, Kluwer, 466p.
- Florenco, D.F. & E. Diehl. 2006.** Termitofauna (Insecta, Isoptera) em Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 4: 505-511.

- Fontes, L.R. & R.L. Araujo. 1999.** Os cupins, p. 35-90. In F.A.M. Mariconi (ed.), Insetos e outros invasores de residências. Piracicaba, FEALQ, 460p.
- Guagliumi, P. 1971.** Entomofauna della cana da zúcchero nel Nordeste del Brasile. Riv. Agric. Subtrop. Trop. 65: 4-6.
- International Conservation. 2010.** Biodiversity Hotspots. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 20/01/2010.
- Jouquet, P., P. Barré, M. Lepage & B. Veld. 2005.** Impact of subterranean fungus-growing termites (Isoptera, Macrotermitiane) on chosen soil properties in a West African Savanna. Biol. Fert. Soils 5: 365-370.
- Lima, J.T & A.M. Costa-Leonardo, 2007.** Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). Biota Neotrop. 2: 243-250.
- Mathews, A. G. A. 1977.** Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc. 267p.
- Mendonça, A.F. 1996.** Guia das principais pragas da cana-de-açúcar, p. 3-48. In A.F. Mendonça (ed.), Pragas da cana-de-açúcar. Maceió, Insetos & Cia, 239p.
- Menezes, E.B., A.M. Aquino, E.L.A. Menezes, M.E.F. Correia, J.H. Souza & R.M. Souza. 2007.** Cupins: taxonomia, biologia, ecologia e sua importância nos sistemas agropecuários. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 53p.
- Miranda, C.S., A. Vasconcellos & A.G. Bandeira. 2004.** Termites in sugar cane in Northeastern Brazil: ecological aspects and pest status. Neotrop. Entomol. 33: 237-241.
- Novaretti, W. R.T. & L.R. Fontes. 1998.** Cupins: uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil, p. 163-172. In L.R. Fontes & E. Berti Filho (eds.), Cupins, o desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, 512p.

- Reis, Y.T. & E.M. Canello. 2007.** Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. *Iheringia. Sér. Zool* 3: 229-234.
- Roisin, Y. & M. Leponce. 2004.** Characterizing termite assemblages in fragmented forests: A test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecol.* 29: 637-646.
- Tabarelli, M., S.R. Pinto & I.R. Leal. 2009.** Floresta Atlântica nordestina: Fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. *Ciência Hoje*, 41p. (Comunicado Técnico 263).
- Tonhasca Júnior, T. 2005.** Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Rio de Janeiro, Interciência, 198p.
- Vasconcellos, A. 2010.** Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol* 3: 455-461.
- Wood, T.G. & W.A. Sands. 1978.** The roles of termites in ecosystems, p. 245-292. In M.V. Brian (ed.), *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, Cambridge University, 409p.
- Zorzenon, F.J. & M.R. Potenza. 1998.** Cupins: pragas em áreas urbanas. São Paulo, Boletim Técnico do Instituto Biológico, 40p. (Comunicado Técnico 10).

Tabela 1. Espécies de térmitas identificadas nos fragmentos de Mata Atlântica na Usina São José em Igarassú, Pernambuco.

Família/Subfamília/Espécie	Fragmentos de Mata Atlântica		
	Transecto 1 (10 m)	Transecto 2 (50 m)	Transecto 3 (300 m)
KALOTERMITIDAE			
<i>Rugitermes</i> sp.	-	-	+
RHINOTERMITIDAE			
Heterotermitinae			
<i>Heterotermes longiceps</i>	+	+	+
Rhinotermitinae			
<i>Rhinotermes marginalis</i>	-	+	+
TERMITIDAE			
Apicotermitinae			
<i>Anoplotermes</i> sp. A	+	+	+
<i>Anoplotermes</i> sp. B	-	+	-
Nasutitermitinae			
<i>Diversitermes</i> sp.A	+	-	+
<i>Diversitermes</i> sp.B	-	+	+
<i>Nasutitermes corniger</i>	+	+	+
<i>Nasutitermes callimorphus</i>	-	+	+
<i>Nasutitermes ephratae</i>	+	+	+
<i>Nasutitermes longirostratus</i>	-	+	+
<i>Nasutitermes</i> sp. A	+	+	+
<i>Nasutitermes</i> sp. B	-	-	+
<i>Nasutitermes</i> sp. C	+	+	+
<i>Nasutitermes</i> sp. D	-	-	+
<i>Subulitermes</i> cf. <i>microsoma</i>	-	+	-
<i>Velocitermes</i> sp.	-	+	-
Syntermitinae			
<i>Armitermes holmgreni</i>	+	+	+
<i>Embiratermes neotenicus</i>	-	+	+
<i>Labiotermes labralis</i>	-	+	+
<i>Syntermes nanus</i>	+	-	-
Termitinae			
<i>Amitermes amifer</i>	+	+	+
<i>Cavitermes tuberosus</i>	-	-	+
<i>Cylindrotermes sapiranga</i>	+	+	+
<i>Microcerotermes exiguus</i>	+	+	+
<i>Termes medioculatus</i>	+	+	-
<i>Termes</i> sp.	-	+	-
Riqueza	13	21	21

(+) presença, (-) ausência

Tabela 2. Espécies de térmitas identificadas em canaviais na Usina São José em Igarassú, Pernambuco.

Família/Subfamília/Espécie	Ambientes de cana-de-açúcar		
	Transecto 1 (10 m)	Transecto 2 (50 m)	Transecto 3 (300 m)
TERMITIDAE			
Apicotermitinae			
<i>Aparatermes</i> sp.	+	-	-
<i>Ruptitermes</i> cf. <i>reconditus</i>	+	-	-
Nasutitermitinae			
<i>Nasutitermes kemneri</i>	+	-	-
<i>Nasutitermes</i> sp. A	+	+	-
Syntermitinae			
<i>Syntermes grandis</i>	+	+	-
<i>Syntermes nanus</i>	-	+	-
<i>Syntermes</i> sp. A	+	-	-
<i>Syntermes</i> sp. B	+	-	-
Termitinae			
<i>Cylindrotermes sapiranga</i>	-	+	-
<i>Neocapritermes opacus</i>	+	+	-
Riqueza	8	5	0

(+) presença, (-) ausência

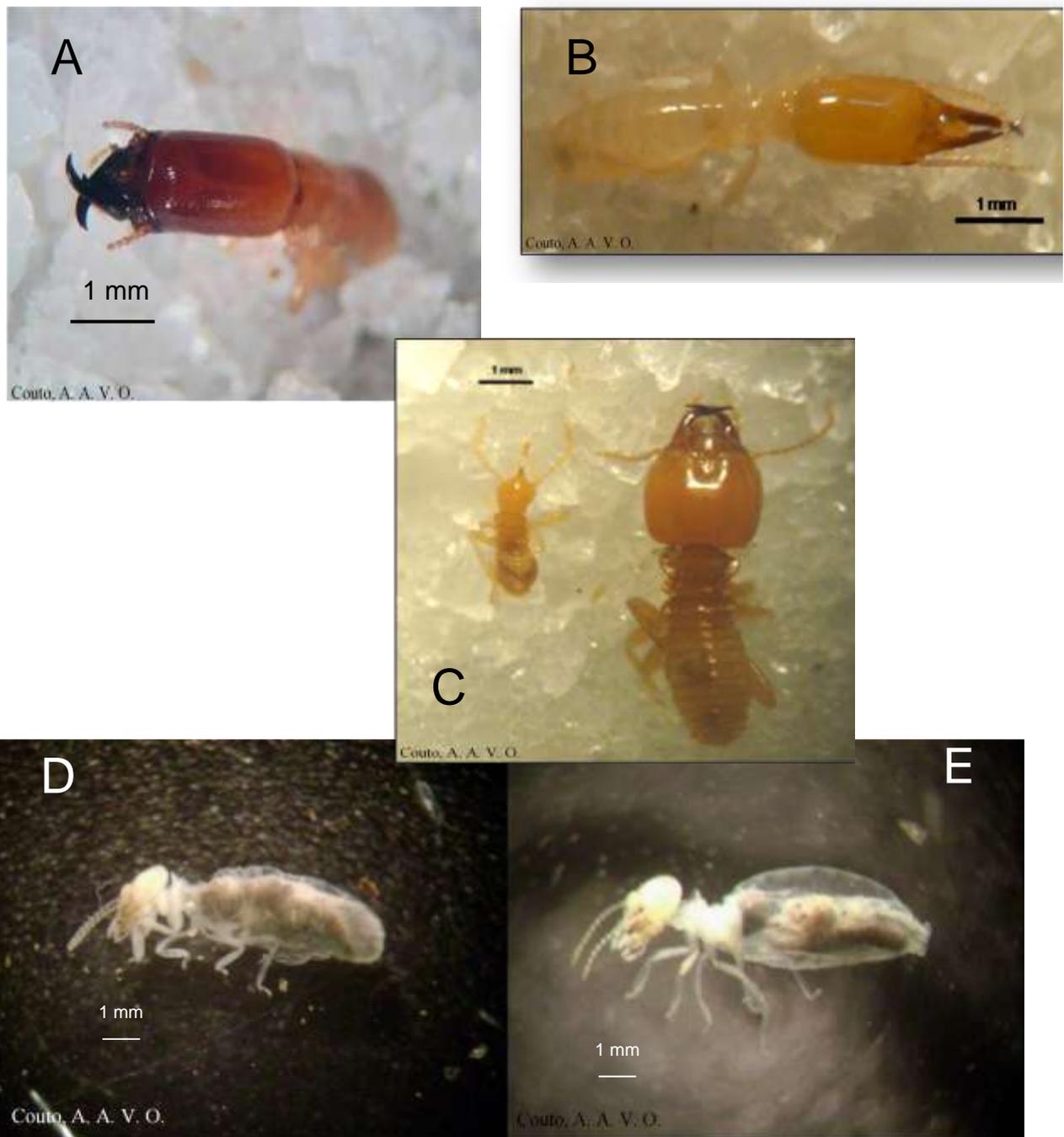


Figura 1. Espécies de térmitas coletados em fragmentos de Mata Atlântica. (A) *Rugitermes* sp., (B) *Heterotermes lonciceps*, (C) *Rhinotermes marginalis*, (D) *Anoplotermes* sp. A, (E) *Anoplotermes* sp. B.

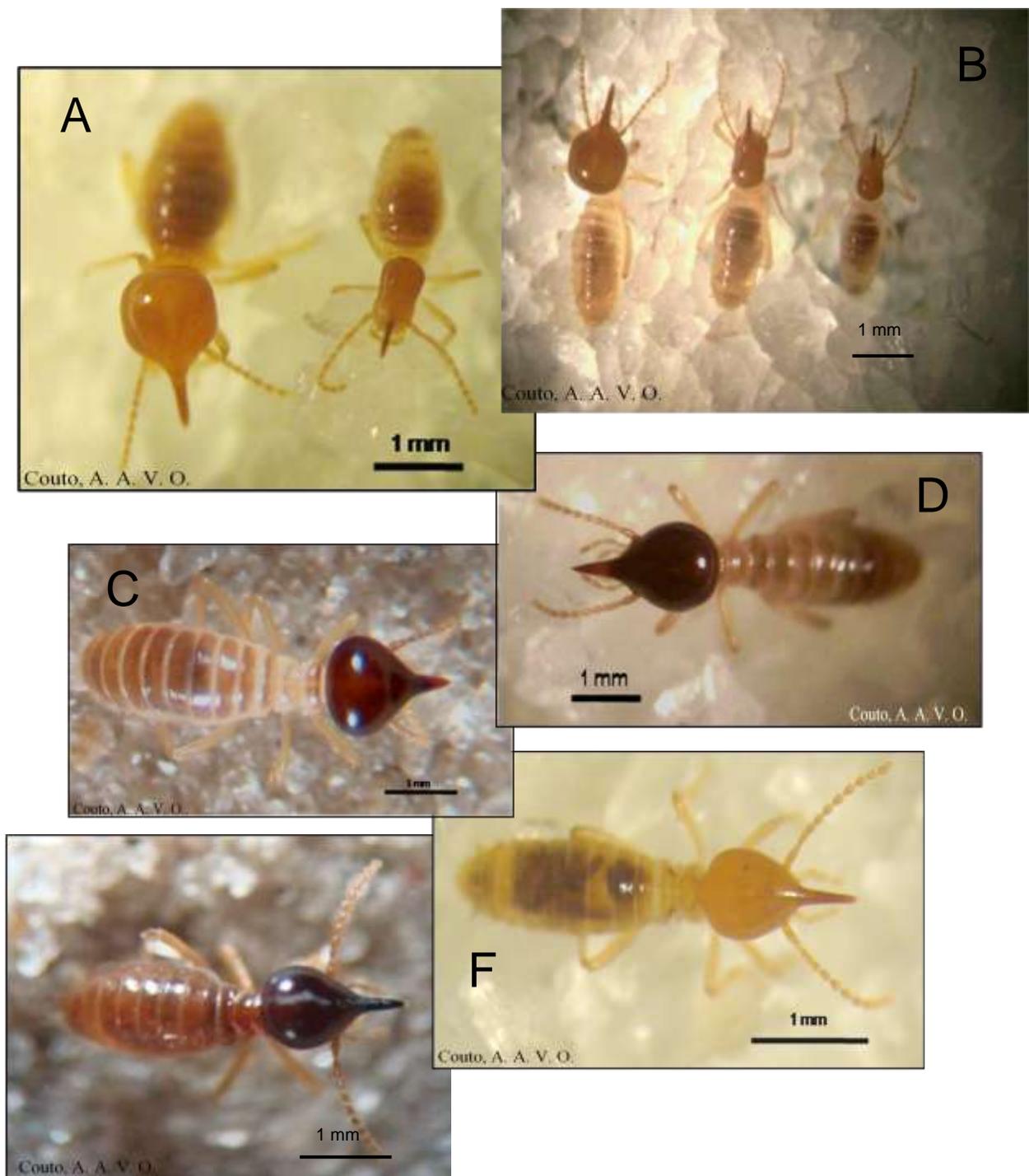


Figura 2. Espécies de térmitas coletados em fragmentos de Mata Atlântica. (A) *Diversitermes* sp. A, (B) *Diversitermes* sp. A, (C) *Nasutitermes callimorphus*, (D) *Nasutitermes corniger*, (E) *Nasutitermes ephratae*, (F) *Nasutitermes longirostratus*.

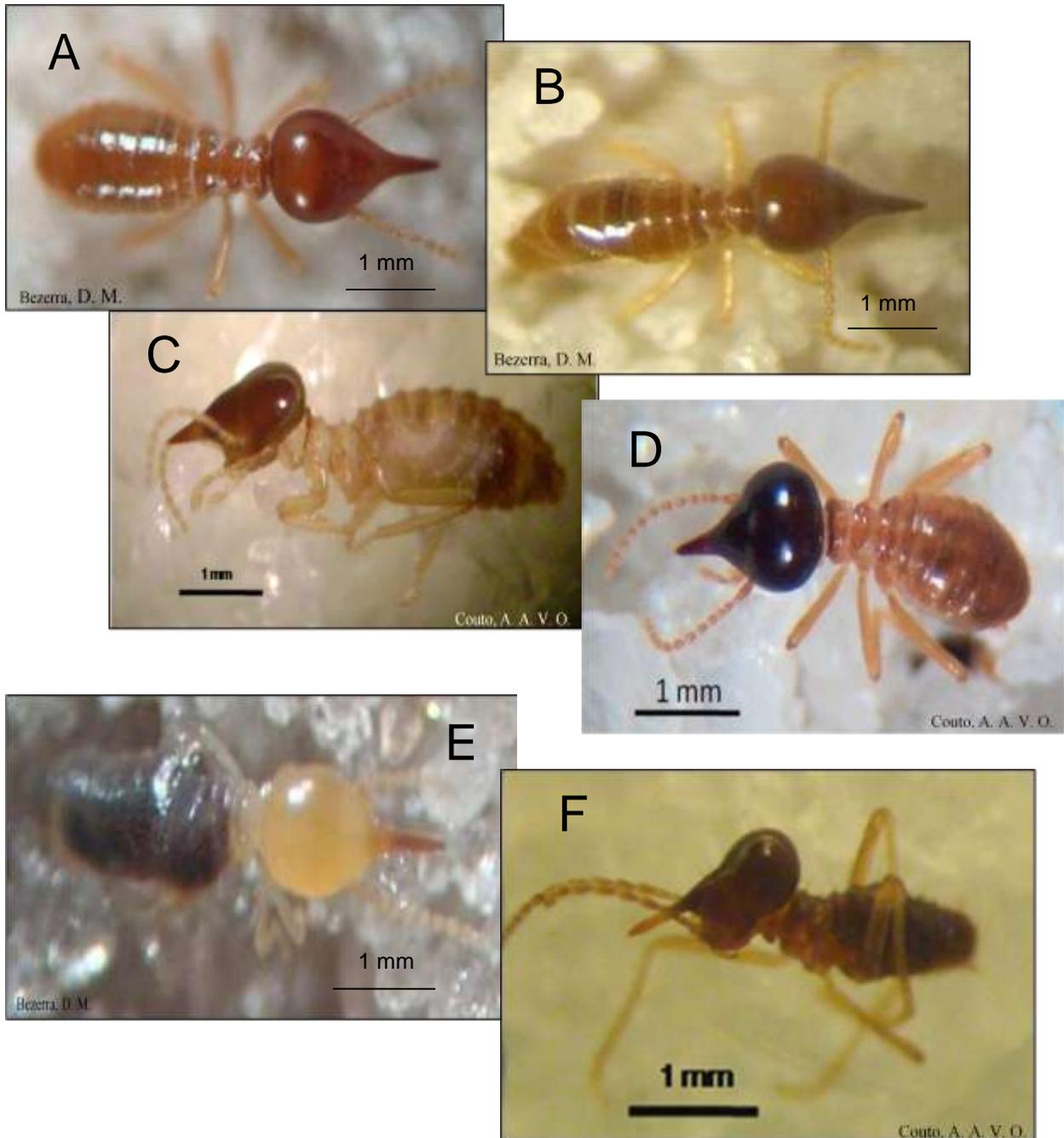


Figura 3. Espécies de térmitas coletados em fragmentos de Mata Atlântica. (A) *Nasutitermes* sp. A, (B) *Nasutitermes* sp. B, (C) *Nasutitermes* sp. C, (D) *Nasutitermes* sp. D, (E) *Subulitermes* cf. *microsoma*, (F) *Velocitermes* sp.

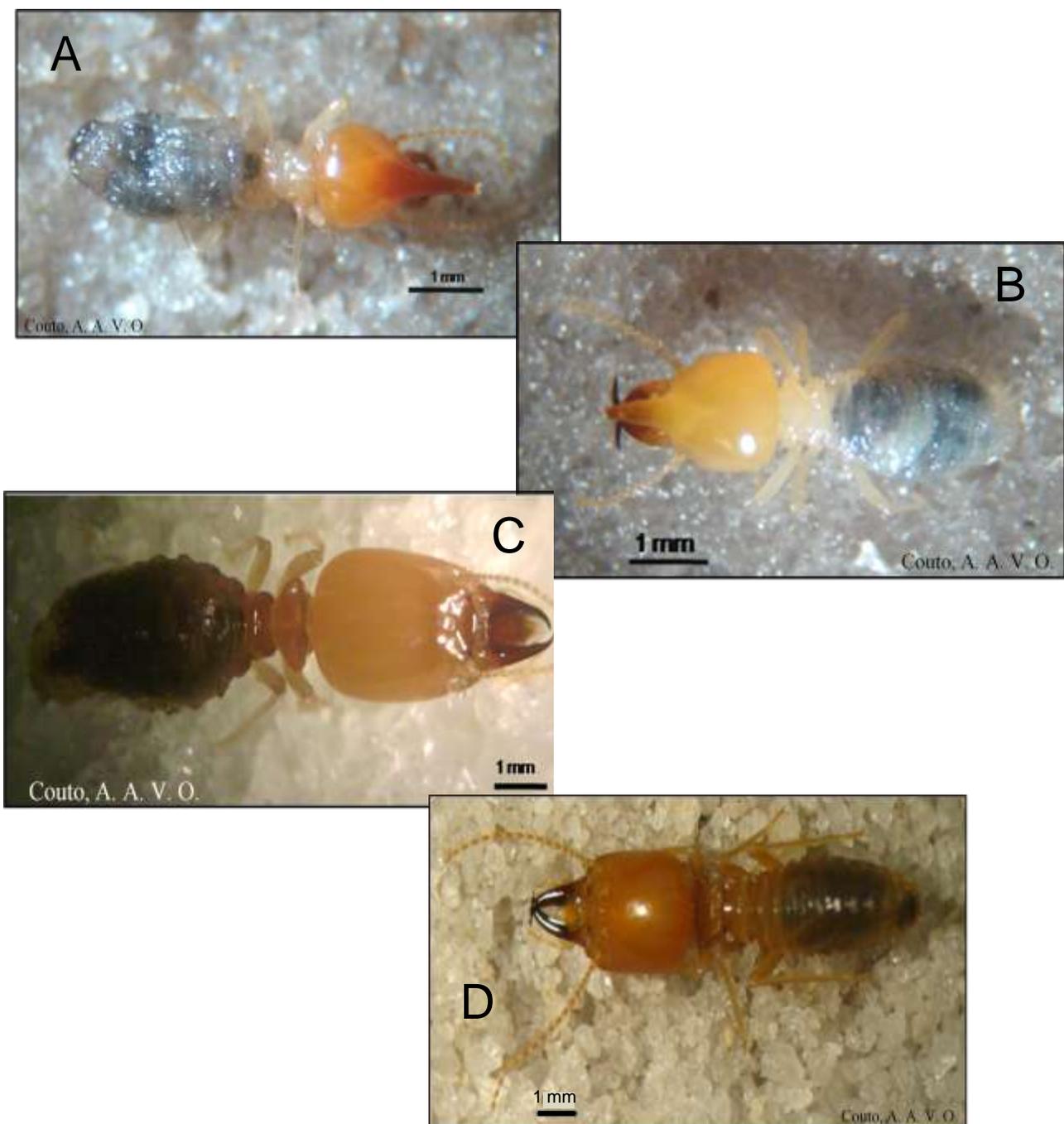


Figura 4. Espécies de térmitas coletados em fragmentos de Mata Atlântica. (A) *Armitermes holmgreni*, (B) *Embiratermes neotenicus*, (C) *Labiotermes labralis*, (D) *Syntermes nanus*.

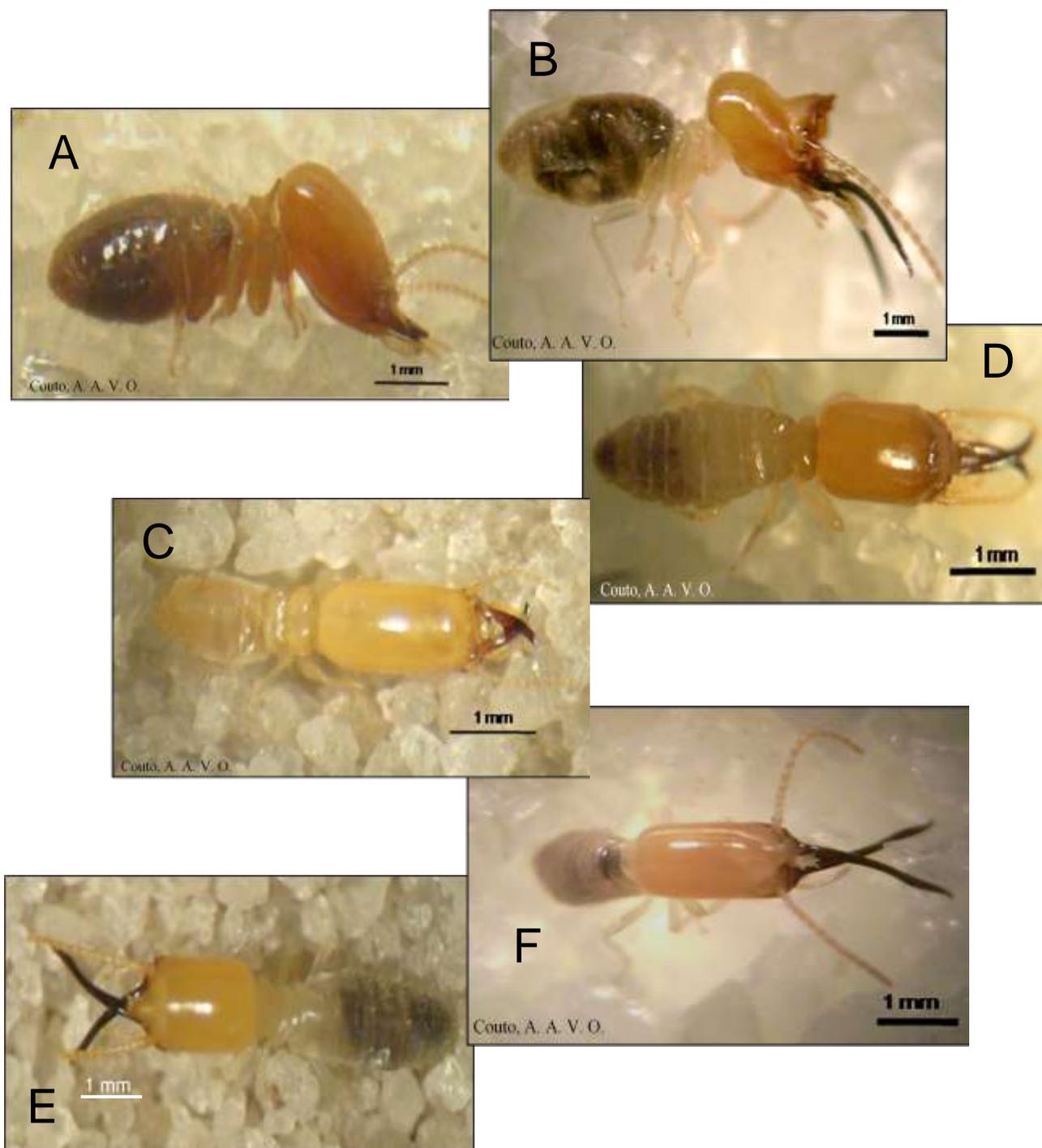


Figura 5. Espécies de térmitas coletados em fragmentos de Mata Atlântica. (A) *Amitermes amifer*, (B) *Cavitermes tuberosus*, (C) *Cylindrotermes sapiranga*, (D) *Microcerotermes exiguus*, (E) *Termes medioculatus*, (F) *Termes* sp.

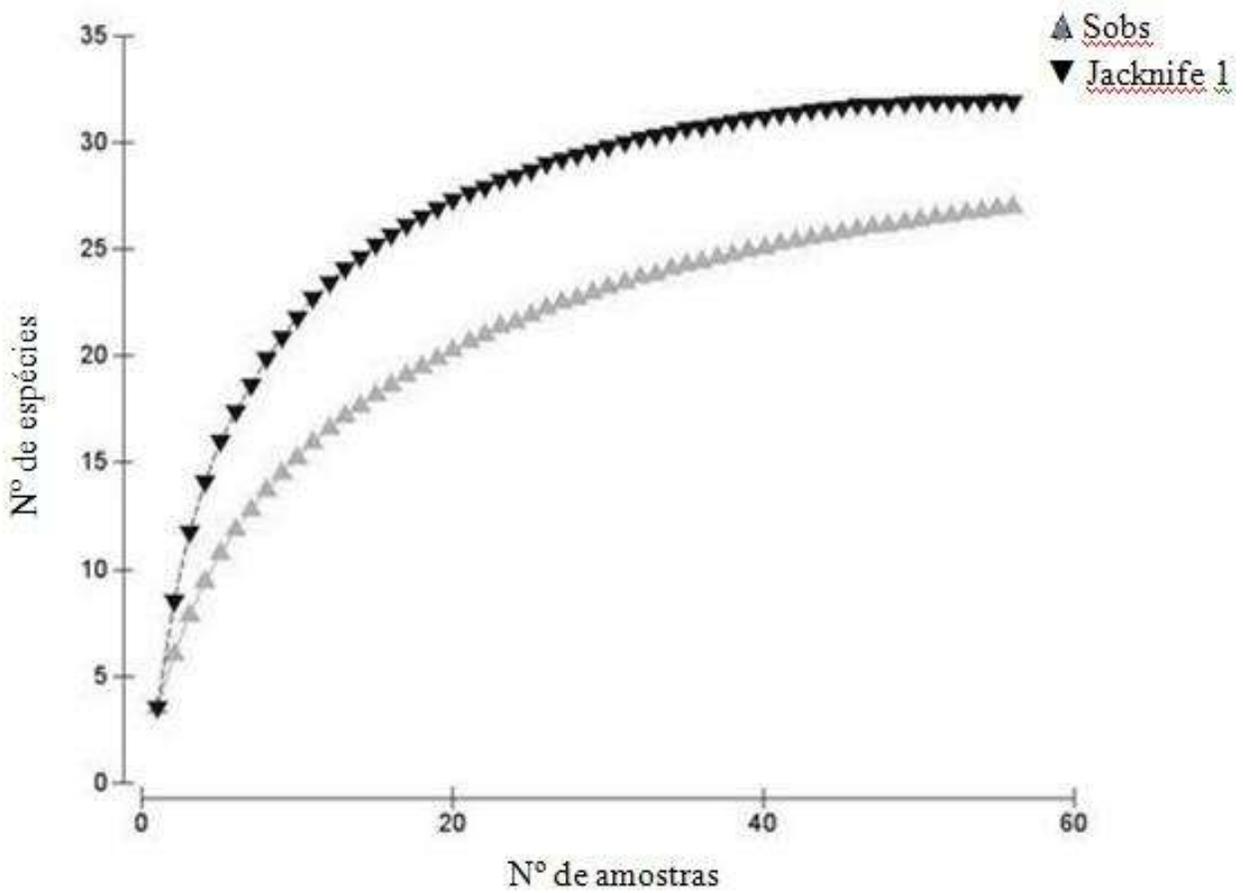


Figura 6. Curvas de riqueza, observada Δ e estimada \blacktriangledown , das espécies de térmitas em fragmentos de Mata Atlântica em Igarassu - PE. Cada unidade amostral corresponde a $10m^2$.

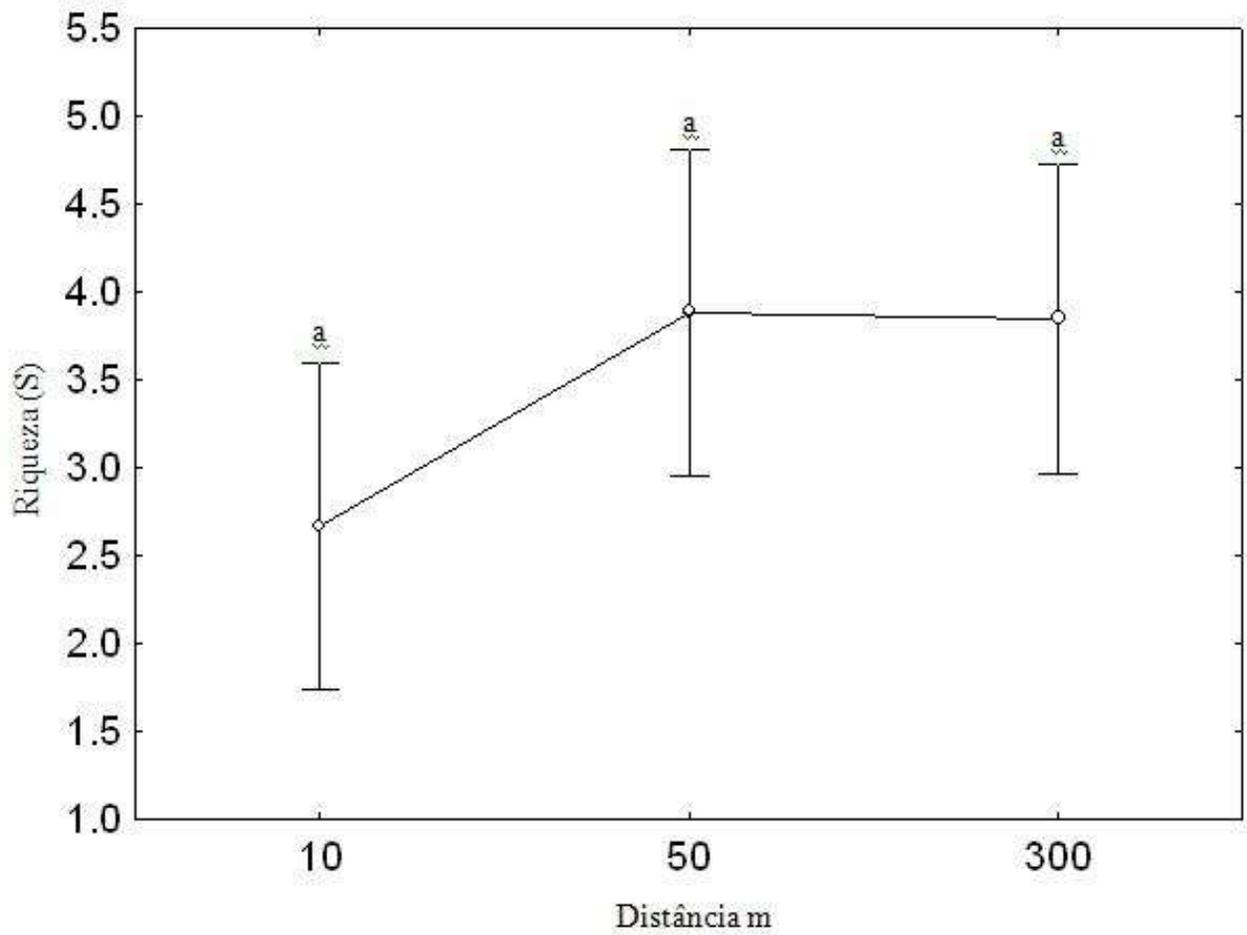


Figura 7. Riqueza média em relação à distância da borda da mata nos dois fragmentos de Mata Atlântica da Usina São José – Igarassú - PE. A barra vertical indica 95% do intervalo de confiança pelo teste ANOVA ($F_{(2,53)} = 2.2897$; $P = 0,11124$).



Figura 8. Fragmento de floresta circundado pela lavoura de cana-de-açúcar na época da colheita.

Usina Serra Grande – Alagoas (Tabareli *et al.* 2009).

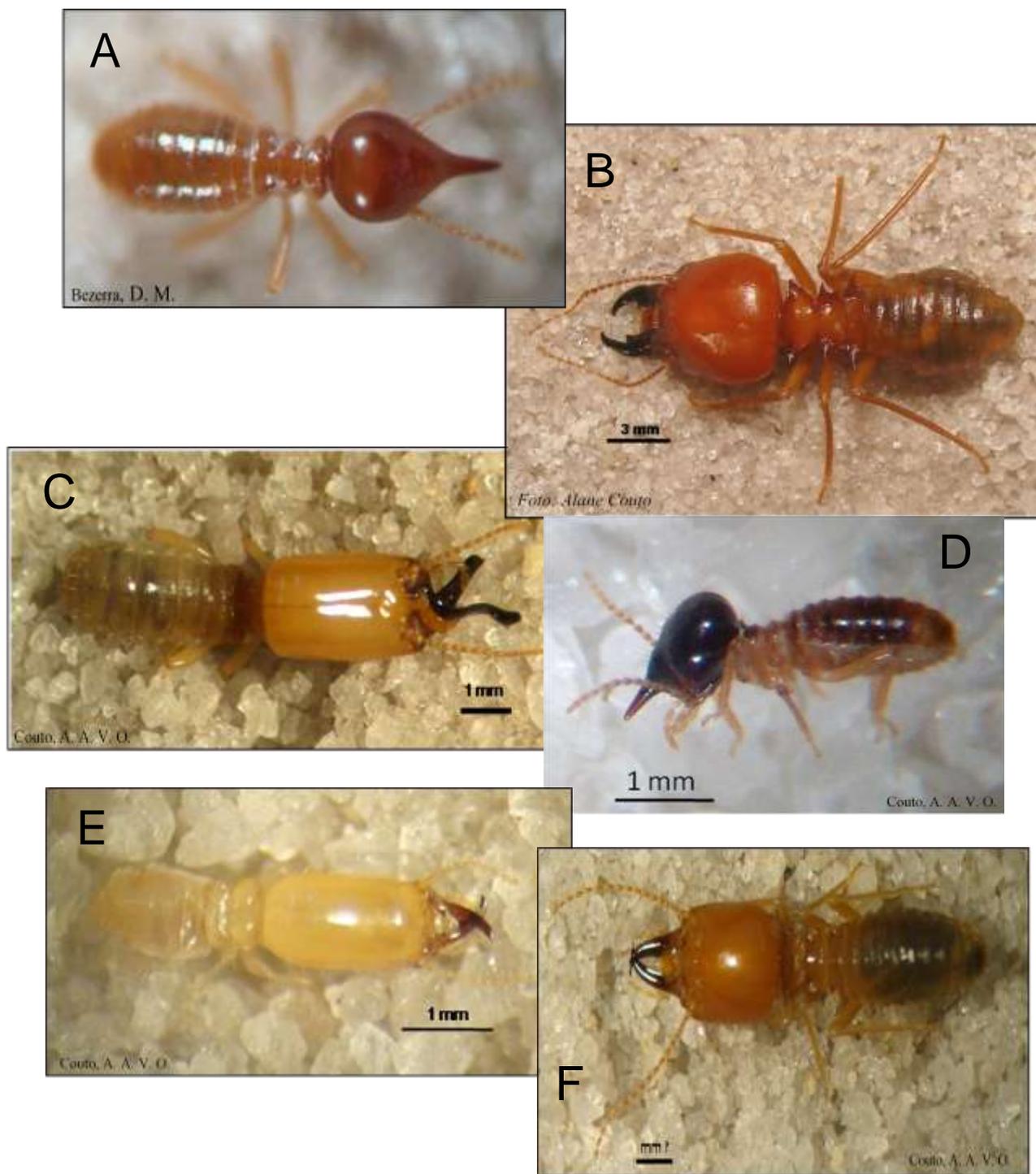


Figura 9. Espécies de térmitas coletados em canaviais. (A) *Nasutitermes* sp. A, (B) *Syntermes grandis*, (C) *Neocapritermes opacus*, (D) *Nasutitermes kemneri*, (E) *Cylindrotermes sapiranga*, (F) *Syntermes nanus*.

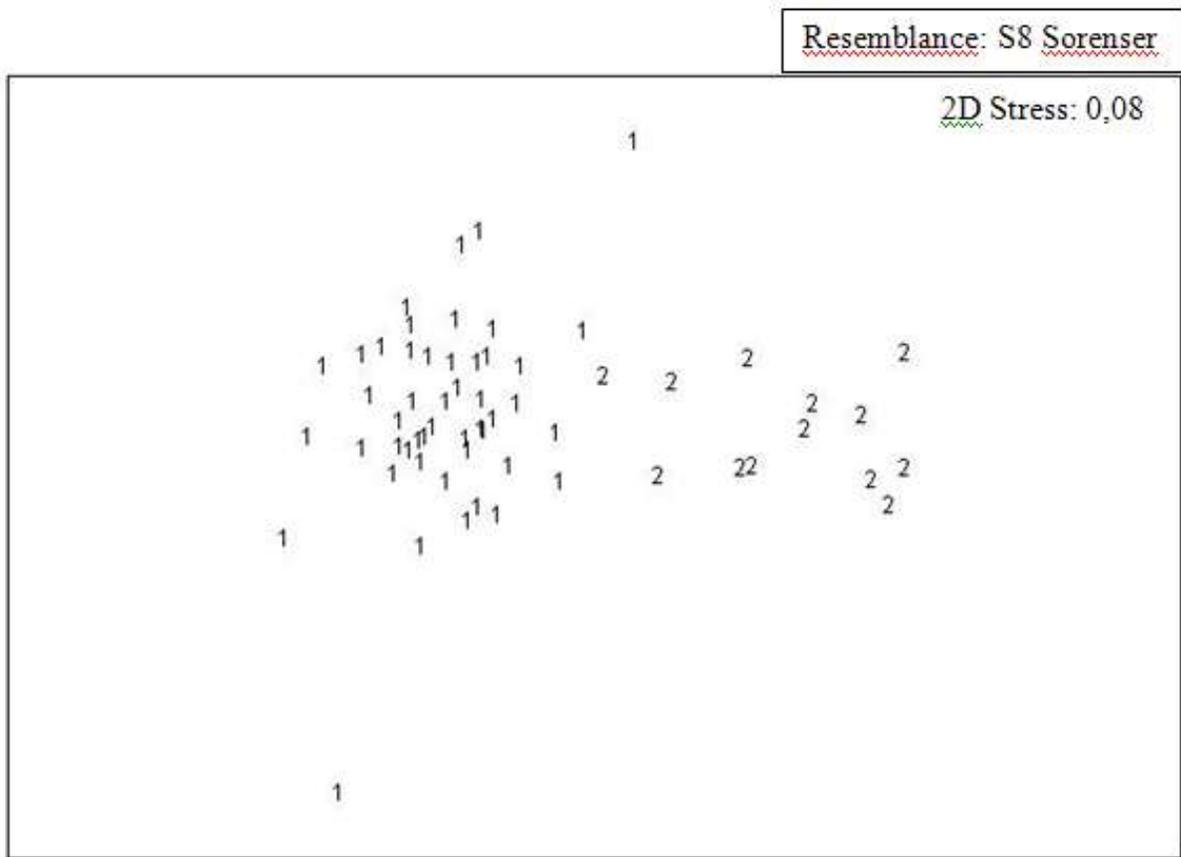


Figura 10. Ordenação (MDS) da ocorrência de térmites em fragmentos de Mata Atlântica (1) e canaviais (2). Usina São José – Igarassú - PE.