



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – *Campus I*
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – PRPGP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO – PPGEC

BRUNO GUEDES DA COSTA

**IMPACTO DA QUEIMA EM CANAVIAL SOBRE A FAUNA
DE CUPINS NO LITORAL PARAIBANO**

Campina Grande, PB.

Março / 2014

BRUNO GUEDES DA COSTA

**IMPACTO DA QUEIMA EM CANAVIAL SOBRE A FAUNA
DE CUPINS NO LITORAL PARAIBANO**

Dissertação entregue ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como exigência para obtenção do grau de Mestre em Ecologia em Conservação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Avany Bezerra Gusmão

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837i Costa, Bruno Guedes da.
Impacto da queima em canavial sobre a fauna de cupins no litoral paraibano [manuscrito] / Bruno Guedes da Costa. - 2014.
48 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) -
Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação,
2014.

"Orientação: Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão,
Departamento de Biologia".

1. Termiofauna. 2. Taxocenose de cupins. 3. Isoptera. 4.
Nasutitermes ephratae. I. Título.

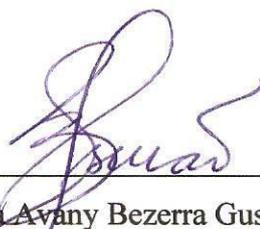
21. ed. CDD 595.736

BRUNO GUEDES DA COSTA

**IMPACTO DA QUEIMA EM CANAVIAL SOBRE A FAUNA DE
CUPINS NO LITORAL PARAIBANO**

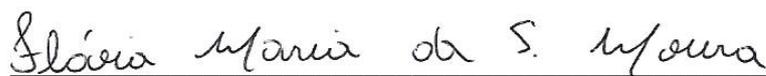
Defendida e aprovada em 27 / 02 / 2014

Banca Examinadora:



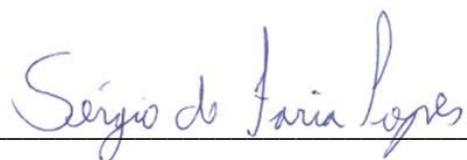
Profª Drª Maria Avany Bezerra Gusmão / UEPB

Orientadora



Profª. Drª. Flávia Maria da Silva Moura / UFCG

Examinador Externo



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes / UEPB

Examinador Interno

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antonio e Francinete, à minha orientadora, Prof^ª Avany Gusmão, e aos meus amigos, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar comigo. Foi Nele que encontrei forças para chegar até aqui.

À Professora Dr^a Avany Gusmão, pelo exemplo de profissional, por sua amizade, suas valiosas sugestões, ensinamentos e dedicação durante toda a orientação.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por permitir e dar oportunidade a todos nós mestrandos, compartilhando na realização de nossos sonhos, através de seu acolhimento e na obtenção do título de mestre. Grato também às professoras e coordenadoras do PPGEC Dr^a Thelma Dias e Dr^a Joseline Molozzi, por sempre que precisávamos termos apoio para tirar dúvidas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de pós-graduação, ao longo da pesquisa.

À Usina Miriri pelo apoio logístico e por permitir coletas nas fazendas do canavial, em especial a Dr. Carlos Henrique. Grato também a Antonio Emídio, João Henrique e toda a equipe da Tecnologia e Desenvolvimento pelo auxílio nas coletas.

Aos amigos e colegas de equipe: Gesilândia Silva, Rebeca Kianny, Amanda Cosme, Wellerson Leite, Mário Herculano, Steve Harris, Antonio Paulino, Ana Márcia, Hayanne Costa e Kátia Cristina, pelo companheirismo, amizade e auxílio na triagem do material.

À banca examinadora da versão final e da qualificação pelas valiosas contribuições.

À técnica do Laboratório de Entomologia, Renata Leandro, pelo apoio durante os trabalhos no laboratório.

Ao Prof. Dr. Roberto Wagner, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, e aos técnicos dos laboratórios de física e química do solo pelo auxílio das análises do solo.

Ao Dr. Tiago Fernandes Carrijo (pós-doutorando no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo) pela identificação dos cupins.

Ao Dr. Luiz Roberto Fontes e Prof^a Dr^a Héliida Ferreira da Cunha (UEG) pelas valiosas contribuições e sugestões.

Ao colega de turma Ronnie Carvalho, pela elaboração do mapa da área de estudo.

Aos meus pais, Antonio e Francinete, por serem maravilhosos, pelo apoio e dedicação durante a minha formação e como pessoa, por sempre estarem comigo e acreditarem em mim.

Aos colegas de laboratório Hugo Rego e Zuleica Leopoldino, que dividiram comigo o espaço no laboratório durante esse tempo e pelas conversas de apoio.

Aos colegas de turma, meus reconhecimentos, e em especial a Raiane Morena, pelas nossas conversas de estímulo.

Meus sinceros agradecimentos também a todas as pessoas que eu possa ter esquecido, mas que acreditam e torcem pela realização do meu trabalho e, de alguma forma, estão contribuindo para a realização desta pesquisa, pois continuo recebendo ajuda fundamental de muitos.

Obrigado por tudo!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização geográfica da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	18
Figura 2 –	Estrutura física dos talhões antes e depois da queima: (A) pré-queima, (B) – 10 dias pós-queima (abril), (C) – 60 dias pós-queima (abril), (D) – 120 dias pós-queima, (E) – 180 dias pós-queima e (F) – 240 dias pós-queima. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	18
Figura 3 –	Trado do tipo caneco utilizado para coletar cupins de solo até 45 cm de profundidade em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013 ..	19
Figura 4 –	Extrator de Berlese utilizado para amostragem dos cupins de solo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	19
Figura 5 –	Fragmento de Mata Atlântica preservado nas proximidades do canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	20
Figura 6 –	Curva de acumulação de espécies em canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	24
Figura 7 –	Abundância de cupins por substrato observado antes e após o fogo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	26
Figura 8 –	<i>Nasutitermes ephratae</i> (setas) forrageando em cana-de-açúcar antes da queima no canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	26
Figura 9 –	Abundância de cupins registrados por extratos de solo antes e após as queimadas observados em funil de Berlese em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	27
Figura 10 –	Riqueza de cupins observada em fragmentos de mata atlântica adjacente a área canavieira submetida a queimada. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição e abundância (número de encontros) de cupins antes e após o fogo em área canavieira. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	23
Tabela 2 – Média de Carbono (C), Nitrogênio total (N_{total}), Umidade (U%) e Matéria orgânica (MO) do solo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	24
Tabela 3 – Análise granulométrica e classificação textural do solo em área canavieira. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	24
Tabela 4 – Média e desvio padrão da abundância de cupins por substrato em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	25
Tabela 5 – Composição da fauna de cupins registrada em fragmentos florestais (Reserva Legal) adjacentes à área canavieira submetida ao fogo. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013	28

RESUMO GERAL

O fogo é frequentemente utilizado em canaviais e pode afetar diretamente a termitofauna local. O presente estudo teve como objetivo apontar como o fogo pode influenciar na taxocenose dos cupins em área de canavial, através da verificação da riqueza de espécies e abundância desses organismos. Realizaram-se coletas diretas em 30 talhões de cana, uma antes do fogo, e uma após 10, 60, 120, 180 e 240 dias, na Destilaria Miriri, Paraíba, Brasil. Em parcelas de 1 e 2 m² foram vistoriados solo (até 30 cm), raiz de cana e serapilheira. Amostras de solo de até 45 cm em três blocos de 15 cm (A, B e C) foram retiradas do centro de cada parcela com auxílio de um trado, e essas foram conduzidas ao Extrator de Berlese. Registraram-se 15 espécies de cupins das famílias Rhinotermitidae e Termitidae. *Nasutitermes ephratae* e *Amitermes nordestinus* foram as espécies mais abundantes em solo tanto antes quanto depois do fogo. A riqueza de cupins pouco variou em função do fogo, oscilando entre 10 e 12 espécies. *A. amifer* foi encontrada apenas após 10 e 60 dias pós queima no canavial. *Microcerotermes strunkii* ocorreu no pré-queima voltando a ser coletada 180 dias depois da queima. De maneira geral, a camada de solo C correspondeu a maior abundância de cupins coletados. O fogo em canavial afetou principalmente *N. ephratae* visualizado pela diminuição da abundância desses cupins logo após a queima, indicando causar desequilíbrio populacional sobre espécies de cupins mais sensíveis.

PALAVRAS-CHAVE: térmitas, abundância, *Nasutitermes ephratae*, pré e pós-queima.

ABSTRACT

Fire is often used in sugarcane and can directly affect the local termite. The present study aimed to point out how the fire may influence the assemblage of termites in the area of sugar cane, through the verification of species richness and abundance of these organisms. We carried out direct collections in 30 plots of cane, one before the fire, and after 10, 60, 120, 180 and 240 days, in the Distillery Miriri, Paraiba, Brazil. In plots of 1 and 2 m² soil (30 cm), root cane and litter were surveyed. Soil samples up to 45 cm in three blocks of 15 cm (A, B and C) were taken from the center of each plot with the aid of an auger, and these have been conducted to Berlese Extractor. We recorded 15 species of termite families Rhinotermitidae and Termitidae. *Nasutitermes ephratae* and *Amitermes nordestinus* were the most abundant species in soil both before and after the fire. The richness of termites varied slightly depending on the fire, oscillating between 10 and 12 species. *A. amifer* was found only after 10 and 60 days after burning the sugarcane fields. *Microcerotermes strunkii* occurred in the pre-burn back to be collected 180 days after burning. Generally, the layer of soil C corresponded to a greater abundance of termites collected. The fire affected mainly canebrake *N. ephratae* viewed by decreasing the abundance of these termites soon after burning, indicating cause population imbalance on the most sensitive species of termites.

KEYWORDS: termites, abundance, *Nasutitermes ephratae*, before and after burning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	2
1.1	Abundância e riqueza de cupins	2
1.2	Cupins e cana-de-açúcar	2
1.3	O solo e a fauna edáfica	4
1.4	Efeito do fogo sobre a fauna	5
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
2	OBJETIVOS	12
2.1	Geral	12
2.2	Específicos	12
3	PERGUNTA E HIPÓTESES	13
3.1	Pergunta	13
3.2	Hipóteses	13
	CAPÍTULO 1 – EFEITO DO FOGO SOBRE A TAXOCENOSE DE CUPINS EM CANAVIAL, NE DO BRASIL	14
	RESUMO	15
	INTRODUÇÃO	15
	MÉTODOS	17
	Área de estudo	17
	Procedimentos amostrais	17
	Análises físicas e químicas do solo	20
	Análises estatísticas	22
	RESULTADOS	22
	Abundância, riqueza e diversidade de cupins	22
	Abundância por micro-habitat	25
	Amostras do Extrator de Berlese	26
	Diversidade de cupins em fragmentos de mata adjacente a canavial submetido ao fogo	27
	DISCUSSÃO	29
	REFERÊNCIAS	31
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	ANEXOS	35

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Abundância e riqueza de cupins

Os cupins (Isoptera) são insetos eussociais com 3106 espécies conhecidas no mundo, amplamente encontrados principalmente nos trópicos e em áreas temperadas, conhecendo-se cerca de 330 espécies para o Brasil (KRISHNA et al., 2013). Suas colônias podem ultrapassar um milhão de indivíduos, apresentando tarefas divididas entre as castas que contribui com o funcionamento de uma sociedade eficiente, mas que pode sofrer adaptações devido às mudanças ambientais (COSTA-LEONARDO, 2002).

Esses insetos são importantes na ecologia de ecossistemas florestais, principalmente pelas modificações que podem causar na paisagem e propriedades físicas e químicas do solo, apresentando efeitos no seu processo de ciclagem de nutrientes e decomposição (HOLT; LEPAGE, 2000). A diversidade do grupo tem sido amplamente estudada em florestas tropicais da Ásia e África (MATSUMOTO, 1976; EGGLETON et al., 1995; JONES; PRASETYO, 2002) e regiões semiáridas e desérticas (HAVERTY et al., 1976; WHITFORD, 1991; SCHMIDT, 2007), com abundância em número de espécies e indivíduos em áreas de florestas, savanas e pastos (CONSTANTINO; ACIOLI, 2006). No Brasil alguns estudos também têm sido realizados mostrando a diversidade dos cupins em área florestal (SILVA; BANDEIRA, 1999; FLORENCIO; DIEHL, 2006; REIS; CANCELLO, 2007; VASCONCELLOS, 2010; SOUZA et al., 2012); ou semiárida (MARTIUS et al., 1999; MÉLO; BANDEIRA, 2004; VASCONCELLOS et al., 2010).

A abundância e riqueza de cupins têm sido associadas a fatores do solo e/ou ambientais em diferentes ambientes. Marques (2008) verificou que a matéria orgânica explicou positivamente a abundância e riqueza de cupins no solo, demonstrando que os cupins podem ser um instrumento de avaliação e monitoramento da qualidade de solos em pastagens.

1.2 Cupins e cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura perene, chegando a produzir de 4 a 6 anos. Essa cultura é relativamente fácil de ser implantada e manejada, com baixo custo, podendo atingir rendimentos de massa verde superiores a 120 t/ha/ano (TOWNSEND, 2000). Foi introduzida no Brasil em 1502, e é considerada de grande importância socioeconômica 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 (OLIVEIRA, 2011).

Os canaviais servem de abrigo para diferentes espécies de insetos, com destaque para os predadores e parasitoides, que se alimentam tanto dos insetos-pragas como dos que não são pragas (MACEDO; ARAÚJO, 2000).

Os cupins são relevantes na reestruturação dos solos em decorrência da adição de saliva e fezes ao ambiente, cumprindo um papel fundamental de desenvolvimento na participação dos processos de decomposição da matéria orgânica (LEE; WOOD, 1971). Desses insetos, os que ocorrem em áreas canavieiras podem ser divididos em dois grupos: cupins de montículos, que constroem ninhos epígeos terrosos, e cupins subterrâneos, cujas colônias se distribuem em galerias difusas no solo, sob-rochas, no interior de raízes, troncos, etc. (MACEDO, 1995).

Apesar de sua importância no solo, contudo, os cupins subterrâneos constituem-se numa das mais sérias pragas da cultura de cana-de-açúcar, presente em todos os países onde se cultiva essa monocultura, com importância econômica na Ásia, Austrália, região do Caribe e América do Sul (PIZANO, 1995). Os cupins atacam toletes, danificando as gemas e influenciando na germinação, pois o ataque leva a falhas que, em muitos casos, exigem o replantio da cana, chegando a 10 t/ha/ano, ou mesmo na cana recém-plantada, atacando o sistema radicular, debilitando a nova planta (VALÉRIO et al., 2004; LIMA, 2008).

No Brasil, os cupins têm sido relatados como uma das mais importantes causas de danos às plantações de cana-de-açúcar. Miranda et al. (2004), em Santa Rita (PB), constataram que *Cylindrotermes nordenskioeldi* Holmgren, 1906 causa danos à plantação, e *Amitermes nordestinus* Mélo & Fontes, 2003 foi indicada com potencial de praga. Já no sudeste do país, Novaretti e Fontes (1998) citam *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858), *Procornitermes triacifer* (Silvestri, 1901), *Neocapritermes parvus* (Silvestri, 1901) e *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) como sendo os únicos dentre 14 espécies registradas nessas áreas que causam danos econômicos à cultura de cana-de-açúcar.

Entretanto, Souza et al. (2009), em Igarassu (PE), coletaram *Syntermes nanus*, além de *S. grandis* (Rambur, 1842), *Cylindrotermes sapiranga* Rocha & Canello, 2007 e *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) presentes apenas no solo, não sendo verificados na cana nem no palhicho, não atingindo o status de praga. Arrigoni et al. (1989), em Sertãozinho (SP), constataram, além de algumas espécies citadas acima, *Embriatermes* sp., *S. dirus* (Burmeister, 1839), *Rhynchotermes* sp., *H. longiceps* (Snyder, 1924) e *Cornitermes bequaerti* Emerson, 1952 em levantamentos populacionais em áreas de canavial. Em Goiás, Cunha

(2006) coletou *S. nanus*, *Parvitermes bachanalisis* Mathews e *Rhynchotermes diphyes* Mathur 1977 em cana-de-açúcar.

Somados aos trabalhos de levantamentos citados, a maior parte dos estudos relacionando cupins à cana-de-açúcar concentra-se no controle de cupins por inseticidas nesses ambientes (MELO FILHO; VEIGA, 1998), ou ainda, controle biológico, utilizando os fungos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (ALMEIDA et al., 1998; ALMEIDA et al., 2003), além de nematoides (ROSA, 2007).

A plantação de cana-de-açúcar por ser geralmente estabelecida em área de mata original traz consigo as espécies termíticas do local, daí a importância da conservação de fragmentos florestais o mais próximo possível da paisagem antiga. DeSouza (1995) infere que a fragmentação é importante porque as ilhas criadas podem funcionar como refúgio de espécies e/ou fonte de espécies pragas e, uma vez determinados os efeitos da fragmentação sobre espécies potencialmente praga, estratégias de manejo de áreas de conservação poderão ser definidas de forma a contribuir para o controle de tais populações. No entanto, Dufrene e Legendre (1997) defendem que a proteção de locais de alta diversidade não dá garantia à conservação efetiva de espécies raras ou espacialmente restritas.

1.3 O solo e a fauna edáfica

Swift et al. (1979) expõe uma classificação da biota do solo baseada no tamanho corporal: microfauna (4µm a 100µm), englobando indivíduos como protozoários, rotíferos, tardígrados e nematódeos, que atuam de maneira indireta na ciclagem de nutrientes pela ingestão de bactérias e fungos; mesofauna (100µm – 2mm), correspondendo a ácaros, colêmbolos, miriápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, dentre elas, Isoptera, além de alguns oligoquetos e crustáceos que agem no consumo de microrganismos e da microfauna, como também na fragmentação do material vegetal em decomposição; macrofauna (2mm – 20mm), incluindo quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se ácaros, colêmbolos, proturos e dipluros; megafauna (acima de 20mm) englobando os oligoquetos, diplópodes, quilópodes e coleópteros. A macro e mesofauna são responsáveis pela fragmentação de detritos vegetais e animais, além de modificar a estrutura do solo, através da atividade de escavação e produção de coprólitos (SWIFT et al., 1979).

O compartimento formado pela serapilheira e solo é o sítio por excelência de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica, onde se concentram os organismos responsáveis

pela tarefa de desmontar as cadeias carbônicas elaboradas de maneira complexa por outros organismos produtores (MERLIM, 2005). Entre os processos que ocorrem no solo, a decomposição é considerada como um processo chave, pois disponibiliza nutriente (mineralização) para o crescimento das plantas e beneficia os organismos do solo, visto que, esses se alimentam de detritos e utilizam a energia e os nutrientes para o seu próprio crescimento (COSTA, 2004). A produção seguida pela decomposição da camada de serapilheira é o principal meio de transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando a sua reabsorção pelos vegetais vivos (MERLIM, 2005).

Os cupins que compõem parte dessa fauna de solo, incluindo serapilheira, podem causar a perda de inúmeras espécies de outros organismos que dependem desses insetos para sobreviver e se reproduzir, caso ocorra a eliminação de algumas espécies de térmitas de um ecossistema (CONSTANTINO, 2005). Perturbações na diversidade biológica geram um mecanismo de resposta que desencadeia alterações nos sistemas abióticos, devido à falta de determinadas espécies que exercem determinadas funções no ambiente, podendo ser observadas variações no clima, no solo e na rede hídrica (ESPIRITO-SANTO FILHO, 2005).

1.4 Efeito do fogo sobre a fauna

O fogo é um dos agentes com maior potencialidade de modificar drasticamente o ambiente e a paisagem por gerar danos irreparáveis à fauna e a flora, provocando prejuízos tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, apesar de ser largamente usado em várias regiões do mundo como ferramenta de manejo do ambiente (SILVA et al., 2011). Também pode afetar a riqueza das comunidades ecológicas através de efeitos diretos (mortes, queimaduras e intoxicações) e/ou indiretos, sendo a mortalidade que pode ser facilmente medida através da contagem de indivíduos mortos logo após a passagem do fogo ou através de um censo das populações antes e após a queimada (FRIZZO et al., 2011).

Tanto o fogo quanto os insetos fazem parte dos ecossistemas florestais intrinsecamente, cujas interações entre ambos podem retardar ou redirecionar a sucessão florestal, podendo ter consequências significativas para a produtividade florestal e diversidade biológica (McCULLOUGH et al., 1998).

Acrescido às queimadas não controladas, o fogo provoca alterações diversas em comunidades de invertebrados que desempenham papel chave nesses ecossistemas (ARAÚJO et al., 2005). Apesar disso, os estudos sobre as relações entre o fogo e os efeitos diretos sobre determinados grupos da fauna de solo são poucos (OLIVEIRA; FRANKLIN, 1993;

MACEDO; ARAÚJO, 2000; ARAÚJO et al., 2005; FÁVERO et al., 2010; PIANKA; GOODYEAR, 2012).

De acordo com Ribeiro e Ficarelli (2010), em canaviais, a queima das lavouras na pré-colheita torna a planta mais quebradiça, maximizando a capacidade de corte e reduzindo o tempo de colheita. Os mesmos autores ainda enfatizam que essa queima traz algumas vantagens agrícolas, além da facilitação do corte. Porém, a queima da palha da cana-de-açúcar provoca a degradação do meio ambiente, eliminando um número incalculável de espécies da fauna nativa (de insetos até mamíferos), fazendo com que muitas vezes não ocorram condições de fuga aos animais, ocasionando mortes e destruição de ninhos e filhotes (RONQUIM, 2010).

A queda e posterior recuperação das populações de animais após um incêndio dependem da história de vida do organismo, do seu micro-habitat (se vive no solo ou vegetação) (MARINI-FILHO, 2000). O fogo é apenas um dos fatores que podem influenciar a população de cupins e, conforme Espírito-Santo Filho (2005), desvendar o padrão com que a comunidade de cupins responde a esses desequilíbrios pode constituir uma ferramenta fundamental no auxílio às práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JR, A.; LOPES, R. B. Controle do Cupim Subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com Iscas Termitrap Impregnadas com Inseticidas e Associadas ao Fungo Entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 27, n. 4, 1998.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; ALVES, S. B.; SHITARA, T. Avaliação de inseticidas e fungos entomopatogênicos para o controle de cupins subterrâneos da cana-de-açúcar. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.70, n.3, p.347-353, 2003.
- ARAÚJO, R. A.; ARAÚJO, M. S.; GONRING, A. H. R.; GUEDES, R. N. C. Impacto da Queima Controlada da Palhada da Cana-de-açúcar Sobre a Comunidade de Insetos Locais. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, 2005.
- ARRIGONI, E. B. et al. **Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho-SP.** Boletim Técnico COPERSUCAR, Piracicaba, v. 48, p. 38-45, 1989.
- CONSTANTINO, R. **Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no Bioma Cerrado.** In: SCARIOT, A. O.; SILVA, J. C. S.; FELFILI, J. M. (editors). Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 319-333, 2005.
- CONSTANTINO, R.; ACIOLI, A. N. S. **Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera)**, p.117-128. In: MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (eds.), Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems, CAB International, Wallingford, 28p., 2006.
- COSTA, P. **Fauna edáfica e sua atuação em processos do solo.** Boa vista: Embrapa, 2004.
- COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle.** Rio Claro: Divisa, 2002.
- Cunha H. F. (2006) *Cupins (Isoptera) bioindicadores para conservação do Cerrado em Goiás.* Goiânia, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, UFG.
- DESOUZA, O. **Efeitos da fragmentação de ecossistemas em comunidades de cupins.** In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Ed). Aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba: FEALQ, 1995.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345-366. 1997.
- EGGLETON, P.; BIGNEL, D. E.; SANDS, W.A.; WAITE, B; WOOD, T. G.; LAWTON, J. H. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserv, Southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 85-98, 1995.

ESPÍRITO-SANTO FILHO, K. **Efeito de distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) e seu papel como bioindicador**. Dissertação de Mestrado, Universidade Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro. 113 pg. 2005.

FÁVERO, K.; BORDIGNON, L.; VECCHI JUNIOR, K.; DINIZ, S. Efeito do Tempo Pós-Queimada Sobre Comunidades de Tephritidae (Diptera) em Áreas de Cerrado na Chapada dos Guimarães – MT. **EntomoBrasilis**, v. 3, n.2, 2010.

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

FRIZZO, T. L. M.; BONIZÁRIO, C.; BORGES, M. P.; VASCONCELOS, H. L. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 365-379, 2011.

HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L.; LAFAGE, J. P. A Comparison of two techniques for determining abundance of subterranean termites in an Arizona Desert Grassland. **Insects Sociaux**, Paris, v. 23, n.2, p. 175-178, 1976.

HOLT, J. A.; LEPAGE, M. **Termites and soil properties**. In: Abe, T. BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 389 – 407, 2000.

JONES, D. T.; PRASETYO, A. H. A survey of the termites (Insecta. Isoptera) of Tabalong District, South Kalimantan, Indonesia. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 50, p. 117-128, 2002.

KRISHNA, K; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 377, 2704 pp., 2013.

LEE, K. E.; WOOD, T. G. **Termites and Soils**. London (Academic Press), 251 pp., 1971.

LIMA, M. M. **Níveis de dano econômico para cupins (Insecta: Isoptera) em cana-de-açúcar**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de mestrado, 2008.

MACEDO, N. **Atualização no controle de cupins subterrâneo em cana-de-açúcar**. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Ed). Aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba: FEALQ, 1995.

MACEDO, N.; ARAÚJO, E. J. R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 71-77, 2000.

MARINI-FILHO, O. J. Distance-Limited Recolonization of Burned Cerrado by Leaf-Miners and Gallers in Central Brazil. **Environmental Entomology**, v. 29, n. 5, 2000.

MARQUES, A. L. **Termitofauna associada a pastagens cultivadas: parâmetros para sua utilização como indicador ecológico na pecuária**. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2008.

- MARTIUS, C.; TABOSA, W. A. F.; BANDEIRA, A. G. AMELUNG W. Richness of térmita genera in a semi-arid region (Sertão) in NE Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, v. 33, p. 357-365, 1999.
- MATSUMOTO, T. The role of termites in an equatorial rain Forest ecosystem of West Malaysia: population density, biomass, carbon, nitrogen and calorific content and respiration rate. **Oecologia**, v. 22, p. 153-178, 1976.
- McCULLOUGH, D. G.; WERNER, R. A.; NEUMANN, D. Fire and insects in Northern and boreal forest ecosystems of North America. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 43, p. 107 – 127, 1998.
- MÉLO, A. C. S.; BANDEIRA, A. G. A qualitative and quantitative survey of térmitas (Isoptera) in an open shrubby caatinga in Northeast Brazil. **Sociobiology**, v. 44, n. 3, 2004.
- MELO FILHO, R. M.; VEIGA, A. F. S. L. **Eficiência do fipronil no controle do cupim de montículo, *Nasutitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em cana-de-açúcar.** Anais da S. E. B. 27: 149-152, 1998.
- MERLIM, A. O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP.** Piracicaba: USP, dissertação de mestrado, 2005.
- MIRANDA, C. S.; VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G. Termites in sugarcane in Northeast Brazil: ecological aspects and pest status. **Neotropical Entomology**, v. 2, p. 237-241, 2004.
- NOVARETTI, W. R. T; FONTES, L. R. **Cupins: Uma grande ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil.** In: FONTES, I. R.; BERTI FILHO, E. (eds.), Cupins: O desafio do conhecimento. Piracicaba, FEALQ, p. 163-171, 1998.
- OLIVEIRA, E. P.; FRANKLIN, E. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: recomendações em áreas queimadas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 28, n. 3, 1993.
- OLIVEIRA, M. A. P. **Composição de comunidades termíticas em áreas de cana-de-açúcar e em fragmentos de mata atlântica de Pernambuco.** Recife: UFRPE, 2011.
- PIANKA, E. R.; GOODYEAR, S. E. Lizard responses to wildfire in arid interior Australia: Long-term experimental data and commonalities with other studies. **Austral Ecology**, v. 37, 2012.
- PIZANO, M. A. **Cupins em áreas canavieiras.** In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds.), Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ, p. 103-113. 1995.
- REIS, Yana T.; CANCELLO, E. M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 97, n.3, pp. 229-234, 2007.
- RIBEIRO, H.; FICARELLI, T. R. A. Queimadas nos Canaviais e Perspectivas dos Cortadores de Cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. **Saúde Soc.** São Paulo, v.19, n.1, p.48-63, 2010.

RONQUIM, C. C. Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos. **Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas, 2010.

ROSA, J. M. O. **Potencial de utilização de nematóides entomopatogênicos (Nematoda: Rhabditida) no controle do cupim de montículo (*Cornitermes cumulans* Kollar)**. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2007.

SCHMIDT, K. **Distribuição potencial de Isoptera e Conservação do Cerrado**. Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, E. G. S.; BANDEIRA, A. G. Abundância e distribuição vertical de cupins (Insecta: Isoptera) em solo de Mata Atlântica, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 13, p. 13 – 36, 1999.

SILVA, R. F.; SAIDELLES, F. L. F.; VASCONCELLOS, N. J. S.; WEBBER, D. P.; MANASSERO, D. Impacto do fogo na comunidade da fauna edáfica em florestas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda*. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n. 2-4, 2011.

Souza J. A. F., Couto A. A. V. O., Bezerra D. M., Dutra D. S., Oliveira M. A. P., Albuquerque A. C. (2009) *Termitofauna em cana-de-açúcar e fragmento de mata atlântica em Igarassu, Pernambuco*. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0323-1.pdf>>. Acesso: 01 Jul 2013.

SWIFT, M. A.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystem**. Univ. of California Press, Berkeley, 372 pp, 1979.

SOUZA, H. B. A. S.; ALVES, W. F.; VASCONCELLOS, A. Termite assemblages in Five semideciduous Atlantic Forest fragments in the northern coastland limit of the biome. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 1, p. 67 – 72, 2012.

TOWNSEND, C. R. Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. N. 21, 2000.

VALÉRIO, J. R.; MACEDO, N.; WILCKEN, C. F.; CONSTANTINO, R. **Cupins em pastagens, cana-de-açúcar e plantações florestais**. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (ed.). Pragas de solo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 400-456, 2004.

VASCONCELLOS, A. Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 3, p. 455–461, 2010.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; MOURA, F. M. S.; ARAÚJO, V. F. P.; BEZERRA-GUSMÃO; CONSTANTINO, R. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 8, p.437, 2010.

WHITFORD, W. G. Subterranean termites and long-term productivity of desert rangelands. **Sociobiology**, v. 19, p.235-243, 1991.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Avaliar o efeito do fogo sobre a riqueza e abundância de espécies de cupins de solo e serapilheira em área de canavial no litoral paraibano, a fim de saber se o fogo pode influenciar a estrutura da comunidade termítica.

2.2 Específicos:

- ✓ Verificar qual o efeito do fogo sobre a abundância, composição e riqueza de cupins em área de canavial sem tratamento químico;
- ✓ Comparar a riqueza de espécies de cupins de solo de canavial submetidas ao fogo com áreas de vegetação preservada (reserva legal);
- ✓ Analisar se há deslocamento das populações de cupins da camada superficial para as camadas mais profundas do solo;
- ✓ Caracterizar e avaliar a recomposição da taxocenose dos térmitas após o fogo no período de 240 dias em área de canavial.

3 PERGUNTA E HIPÓTESES

3.1 Pergunta:

O fogo em canavial promove redução da abundância e riqueza de cupins, promovendo deslocamento das populações para as camadas mais profundas do solo?

3.2 Hipóteses:

- O fogo não altera a abundância e riqueza de térmitas em canavial após a queima.
- O fogo altera a abundância e a riqueza de térmitas em canavial após a queima.

- O fogo não promove deslocamento dos cupins das camadas superficiais do solo para as camadas mais profundas.
- O fogo promove deslocamento dos cupins das camadas superficiais do solo para as camadas mais profundas.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO FOGO SOBRE A TAXOCENOSE DE CUPINS EM CANAVIAL DO LITORAL PARAIBANO

Normas de acordo com a Revista Austral Ecology

Efeito do fogo sobre a taxocenose de cupins em canavial do litoral paraibano

BRUNO G. DA COSTA^{1*}; MARIA A. BEZERRA-GUSMÃO^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, UEPB, R. Juvêncio Arruda, S/N-Bodocongó, 58109 - 790, Campina Grande/PB; *(E-mail: brunogcnet@hotmail.com) e ² Departamento de Biologia, UEPB, R. Juvêncio Arruda, S/N-Bodocongó, 58109 - 790, Campina Grande/PB.

Resumo O fogo pode afetar a riqueza das comunidades ecológicas através de efeitos diretos e/ou indiretos. O objetivo deste estudo foi apontar como o fogo pode influenciar a taxocenose dos cupins em área de canavial, através da verificação da abundância e riqueza de cupins. Esses foram amostrados em solo, serapilheira e raiz de *Saccharum officinarum* em 30 parcelas de 1 m² e 2 m², no período antes da queima e de 10 a 240 dias após a queima, com coletas a cada 60 dias. Realizaram-se coletas em fragmentos florestais com fins de comparação dos dados. Registraram-se 15 espécies de cupins no canavial e 22 nos fragmentos, duas delas comuns aos dois ecossistemas (*Cylindrotermes sapiranga* e *Amitermes amifer*). *Nasutitermes ephratae* apresentou decréscimo em abundância em função da queima, o que demonstra ser a espécie mais prejudicada pela ação do fogo. Houve aumento da abundância de cupins em raízes de cana-de-açúcar após o fogo, com decréscimo depois de 180 dias após a queimada. Observou-se que o fogo causa desequilíbrio populacional sobre espécies de cupins mais sensíveis.

Palavras-chave: térmitas, *Nasutitermes ephratae*, riqueza, abundância, cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos eussociais com 3106 espécies conhecidas no mundo, amplamente encontrados principalmente nos trópicos e em áreas temperadas, conhecendo-se cerca de 330 espécies para o Brasil (Fontes & Araújo 1999; KRISHNA et al., 2013). Como membro integrante da fauna edáfica, os cupins de solo são capazes de alterar sua composição química e estrutural, aumentar a porosidade e aeração do mesmo, deslocando material orgânico para as camadas mais profundas e partículas minerais das camadas mais profundas para a superfície (Lee & Wood 1971). Pelo seu importante papel em ecossistemas tropicais, os cupins são considerados “engenheiros do ecossistema” (Lavelle *et al.* 1997).

Em *Saccharum officinarum* L., esses insetos também têm sido apontados como causas de danos, o que tem resultado na antecipada renovação dos canaviais, até mesmo a partir do segundo corte, em decorrência, por exemplo, da destruição de gemas e morte de touceiras (Novaretti & Fontes 1998). Os cupins subterrâneos são mencionados como um dos que mais causam danos à cana-de-açúcar, ocorrendo em todos os países onde se cultiva essa monocultura (Pizano 1995). No Brasil, *Procornitermes triacifer* (Silvestri, 1901), *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858), *Neocapritermes parvus* (Silvestri, 1901) e *Cornitermes cumulans* (Kollar in Pohl, 1832) têm sido registradas com frequência em cana-de-açúcar após o plantio, causando danos à plantação (Macedo 1995; Novaretti & Fontes 1998).

Estudos têm mostrado o efeito do fogo sobre a entomofauna de solo em cana-de-açúcar (Oliveira & Franklin 1993; Araújo *et al.* 2005; Portilho *et al.* 2011), porém sem dar um enfoque aos cupins, que assim como outros animais, estão sujeitos à ação de elementos naturais. O fogo como um desses elementos pode afetar a riqueza das comunidades através de efeitos diretos (mortes, queimaduras e intoxicações) e/ou indiretos, sendo a mortalidade o que pode ser facilmente medida através da contagem de indivíduos mortos logo após a passagem do fogo ou através de um censo das populações antes e após a queimada (Frizzo *et al.* 2011).

A perturbação exercida no ambiente devido ao fogo resulta no desaparecimento de vários grupos taxonômicos, principalmente nos períodos iniciais após a queima, que sendo de pequena intensidade deixa ilhas de vegetação e troncos mal queimados, servindo de abrigos para os invertebrados durante esse processo (Oliveira & Franklin 1993). Para Uys *et al.* (2006) as espécies de invertebrados que não podem se locomover para longe do fogo e são capazes de sobreviver a uma queimadura poderiam ser consideradas como tolerantes, e por não possuírem asas usam o solo ou área adjacente como refúgio. Abensperg-Traun & Milewski (1995) verificaram que cupins *Drepanotermes* sp. e *Tumulitermes westraliensis* (Hill, 1921) conseguem sobreviver ao fogo intenso pela estrutura dos ninhos que são duras devido a mistura de areia e argila, assegurando a proteção efetiva aos cupins.

Avaliações do efeito do fogo sob a fauna de cupins são restritos a algumas áreas em que o fogo muitas vezes se apresenta de maneira natural como no Cerrado (DeSouza *et al.* 2003). Davies *et al.* (2010) expuseram a necessidade de estudos sobre a relação dos cupins com o fogo de modo que isto assegure a gestão e conservação eficaz dos ecossistemas de savana, indicando que é esperado interações entre cupins e fogo em diferentes continentes, diferindo ligeiramente.

Sabendo-se que o efeito do fogo acarreta alterações na estrutura de comunidades animais devido às mudanças na paisagem, tentar compreender e mostrar o padrão com que os

cupins respondem a desequilíbrios ambientais pode constituir uma ferramenta fundamental no auxílio às práticas conservacionistas (Frizzo *et al.* 2011; Espírito-Santo Filho 2005). Este estudo teve como objetivo central apontar como o fogo pode influenciar na taxocenose dos cupins em área de canavial, através da verificação da sua abundância e riqueza no solo e serapilheira, averiguando se há deslocamento das populações para as camadas mais profundas do solo.

MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido em área de canavial da Destilaria Miriri Alimentos e Energia (07°07'28.72''S 34°56'44.26''W), situada no município de Santa Rita, litoral da Paraíba, Nordeste do Brasil. A usina iniciou suas atividades em 12 de abril de 1976 e atualmente produz álcool e açúcar utilizando a *Saccharum officinarum* L. como matéria prima. A sua área total corresponde a 22 000 ha, 9 000 deles com cobertura canvieira, localizada em área de Floresta Atlântica, com 26% de Reserva Legal. O clima local é do tipo AS' segundo classificação de Köppen, quente, úmido com chuvas no outono e inverno, com predominância de solo podsólico, vermelho amarelo distrófico (argissolo), com variação acinzentado. Apresenta média anual de temperatura de 28°C, umidade de 74,22% e pluviosidade variando entre 1200 e 1300 mm/ano (Ribeiro & Ribeiro Filho 2010; INPE 2013).

Procedimentos amostrais

A composição da termitofauna foi realizada antes e após a queimada em 30 pontos (talhões - um em cada talhão), distante pelo menos 100 m entre si. Quinze pontos localizavam-se próximos a fragmentos florestais. Foram utilizadas duas amostragens: coleta direta em solo e serapilheira. Os pontos de coleta (Anexo 1) foram distanciados no mínimo 20 m da borda dos talhões e foram tomados em áreas que abrigavam os municípios de Rio Tinto, Cruz do Espírito Santo e divisa entre Sapé e Santa Rita, áreas de propriedade da Usina Miriri (Fig. 1). Os talhões foram escolhidos de acordo com o plano de queima da Usina, que ocorreu entre janeiro e fevereiro de 2013 (Anexo 1).

Para o acompanhamento da reestruturação da comunidade termítica, efetuaram-se coletas depois de transcorridos 10, 60, 120, 180 e 240 dias após a queima (Fig. 2). Todas as coletas foram realizadas entre 07h30 e 11h30 da manhã.

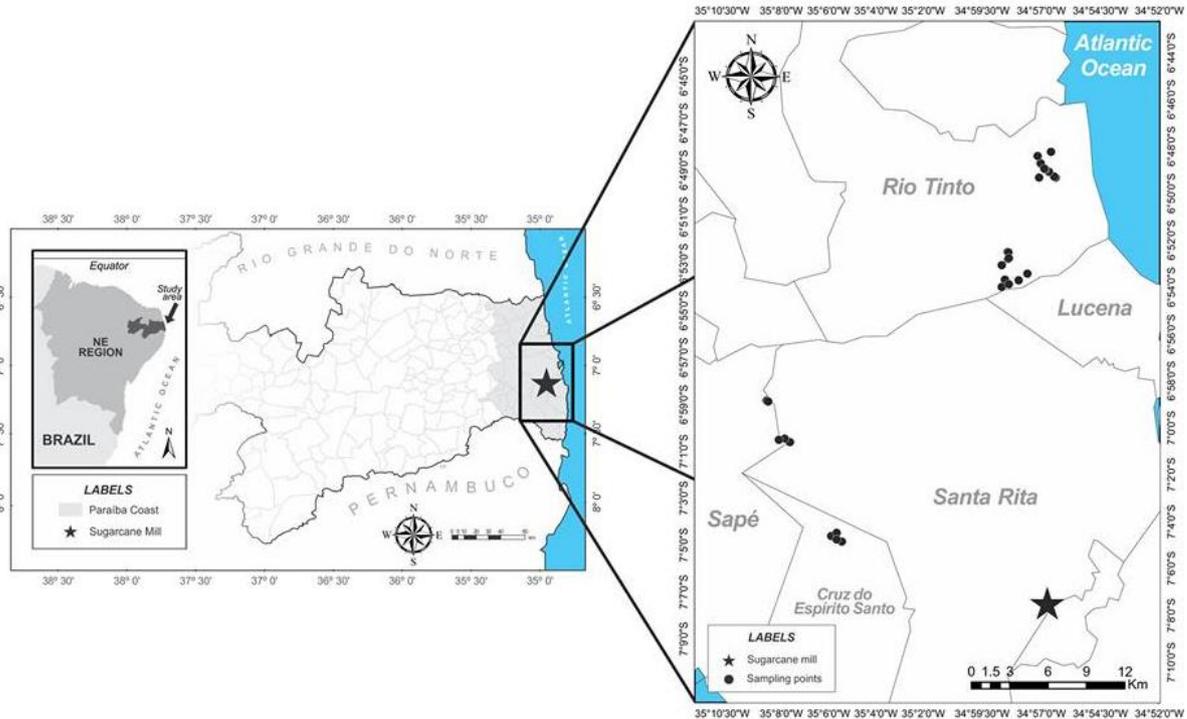


Fig. 1. Localização geográfica da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

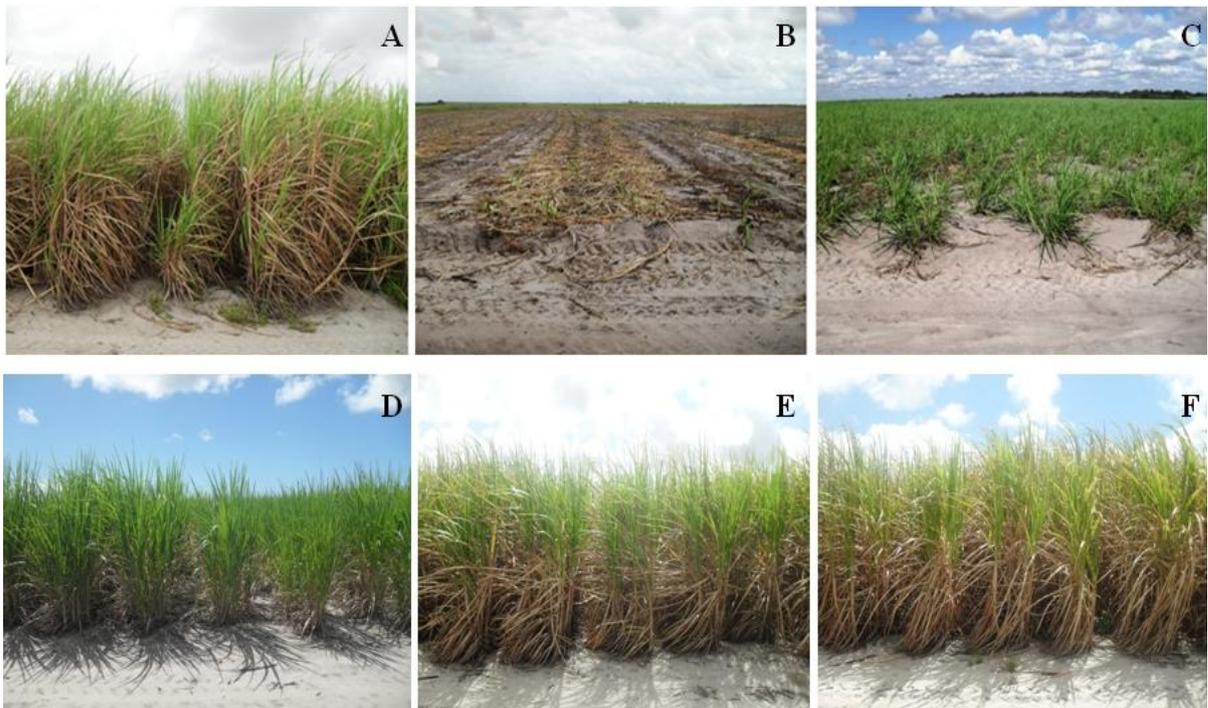


Fig. 2. Estrutura física dos talhões antes e depois da queima: (A) pré-queima, (B) – 10 dias pós-queima, (C) – 60 dias pós-queima (abril), (D) – 120 dias pós-queima, (E) – 180 dias pós-queima e (F) – 240 dias pós-queima. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Amostras da serapilheira foram coletadas em parcela de 1 m² em cada ponto. No centro das parcelas foi utilizado um trado do tipo caneco (Fig. 3), com área de 15 x 9,5 cm para coleta dos cupins de solo, divididos em três camadas: 0 a 15 cm (camada A), 15 a 30 cm (camada B) e 30 a 45 cm (camada C), retiradas uma a uma, até atingir os 45 cm.



Fig. 3. Trado do tipo caneco utilizado para coletar cupins de solo até 45 cm de profundidade em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

As amostras de solo foram levadas ao funil de Berlese-Tüllgren (montado em um espaço do setor de Tecnologia e Desenvolvimento da Usina Miriri) no mesmo dia de cada coleta (Fig. 4), permanecendo por oito dias cada uma. Procurou-se evitar o empilhamento das amostras, a exposição ao sol e calor excessivos para que não ocorresse a morte dos invertebrados edáficos (Rodrigues *et al.* 2008). Passados os oito dias, os funis e os frascos contendo a solução fixadora (formalina 1%) foram retirados do Berlese, e os cupins foram triados e transferidos para potes de vidro contendo álcool 80%. Essa técnica tem alta eficiência de extração de microartrópodes e pouca necessidade de mão de obra para a amostragem, mas destaca-se a baixa eficiência para acondicionamento de solos arenosos (Aquino *et al.* 2006).



Fig. 4. Extrator de Berlese utilizado para amostragem dos cupins de solo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Em cada ponto por talhão, cada parcela de 1 m² foi ampliada a 2 m² para se procederem às coletas diretas no solo. Nesses locais, os cupins foram buscados por meio de escavações a uma profundidade de até 30 cm, além de serem pesquisados em serapilheira e em raízes vivas e mortas. Quando presentes, os ninhos de cupins também foram notificados.

Nos cinco fragmentos florestais na matriz de entorno (reserva legal) (Fig. 5) foram realizadas coletas em 30 pontos, nas proximidades àqueles selecionados no canavial, para comparação da composição termítica. Essa etapa foi realizada após a conclusão das coletas no canavial e a vistoria foi segundo a mesma metodologia empregada no canavial para coleta direta, sendo distribuídos a uma distância de 20 m entre eles.



Fig. 5. Fragmento de Mata Atlântica preservado nas proximidades do canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Os cupins coletados foram acondicionados em frascos com álcool 80% e etiquetados para posterior triagem e identificação. A identificação dos cupins foi realizada por consulta a literatura especializada (Constantino 1999; Constantino 2002) e as amostras estão depositadas, parte no laboratório de Ecologia de Térmitas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e parte no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), após identificação em nível específico por Dr. Tiago Carrijo (USP).

Análises físicas e químicas do solo

Em cada ponto de coleta e em cada etapa (antes e depois da queima) foi coletada uma amostra de solo, cerca de 300 g cada, e essa foi submetida à análise do teor de umidade do solo (U%), granulometria (areia, silte e argila), Nitrogênio total (N_{total}), Carbono (C) e matéria

orgânica do solo (MO). As análises foram realizadas nos laboratórios de física e química do solo do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (*Campus II*). Para a umidade do solo, uma amostra (cerca de 70 g) foi pesada e colocada para secar em estufa até massa constante e foi novamente pesada para verificar a massa do solo seco. Para isso foi usada a seguinte fórmula:

$$U\% = Ma / Ms$$

Onde: Ma = Massa da água;

Ms = Massa de solo seco.

A análise granulométrica foi feita a partir do método hidrômetro (Bouyoucos 1951), modificado por Day (1965), conforme técnica descrita por Forsythe (1975). Foi utilizado 20 ml de NaOH 1,0N como dispersante para 40g de terra fina seca. O teor de silte e argila foram determinados através de leituras em função do tempo de sedimentação. A fração de areia (2,00-0,053 mm de diâmetro) foi obtida por tamizagem.

A determinação do N_{total} foi realizada pelo procedimento de Tedesco *et al.* (1995):

- Pesou-se 0,500 g de solo mineral e colocou-se em tubo de ensaio. Foi adicionado 1 mL de H_2SO_4 e foi deixado reagir entre 10 e 15 minutos. Após este tempo foi adicionado 0,7 g de mistura de digestão, e foi colocada no bloco digestor. Em seguida, a temperatura foi elevada à 250 °C, sendo mantida por 20 minutos e novamente elevada à 350-375 °C. Após clarear (cor amarelo-esverdeado) foram mantidas a 350-375 °C por 2h e deixadas esfriando sobre uma placa de amianto. Em seguida, adicionou-se 5 mL de água destilada e agitou-se. Por conseguinte, as amostras foram transferidas quantitativamente para um frasco de destilação de 100 mL, utilizando 20 a 30 mL de água destilada. O frasco foi conectado ao destilador e com a coluna de água abaixada, adicionou-se vagarosamente pelo funil 10 mL de NaOH 10M. A coluna de água foi levantada e destilada em 5 mL de indicador de ácido bórico. Após coletar 35-40 mL de destilado, a destilação foi parada e foi titulada em H_2SO_4 0,025M. Por fim, foi utilizada a seguinte fórmula para os cálculos:

$$\%N = \frac{(mL H_{am}^+ - mL H_{br}^+)}{g \text{ solo} \times 10.000} \times 700$$

A análise do teor de matéria orgânica (MO) do solo foi realizada a partir de Silva (1999).

Análises estatísticas

A abundância total de cupins para as amostras de serapilheira e solo foi estimada pelo somatório de indivíduos obtidos por encontro. A diversidade alfa foi avaliada pelo índice de Shannon-Wiener (H') por período de coleta (antes e após o fogo) pelo BioEstat 5.0. Média e desvio padrão foram efetuados para a abundância de cupins nos substratos. Avaliou-se a similaridade da composição de cupins entre o canavial e os fragmentos de mata através do Índice de Sorensen (S).

Para avaliar o efeito do fogo sobre a riqueza de cupins foi realizada uma curva de acumulação de espécies. A relação entre as variáveis do solo e a riqueza de espécies de cupins pré e pós-fogo foi analisada pela regressão linear múltipla, tendo como critério a abundância de cupins antes e após a passagem do fogo, utilizando o programa estatístico BioEstat 5.0. Nessa análise utilizou-se o número de encontros das espécies de cupins para cada período de coleta pré e pós-fogo. As variáveis do solo selecionadas foram teor de umidade do solo, nitrogênio total, carbono, matéria orgânica, areia, silte e argila.

Os dados de solo por camadas (A, B e C) foram testados pela ANOVA dois critérios para verificar se há efeito significativo entre as camadas e os períodos pré e pós-fogo, com teste Tukey *a posteriori*.

RESULTADOS

Abundância, riqueza e diversidade de cupins

Registraram-se 15 espécies de cupins de nove gêneros, incluídas nas famílias Termitidae (14) e Rhinotermitidae (01). Seis espécies foram encontradas em todas as observações, destacando-se *Nasutitermes ephratae*, *Amitermes nordestinus* e *Cylindrotermes sapiranga* como as mais abundantes e frequentes, tanto antes quanto após o fogo (Tabela 1). A curva de acumulação de espécies (Fig. 6) mostrou elevação de 11 no pré-queima a 15 (240 dias pós-queima), com exceção apenas entre 60 e 120 dias pós-queima. Oito ninhos de *N. ephratae* foram registrados, encontrando-se uma nova construção de ninho com 240 dias após a queima.

Embora a composição tenha mudado ao longo do período de estudo (Tabela 1), a riqueza de cupins praticamente não variou (de 10 a 12 espécies). *Amitermes amifer* foi

registrada apenas nos 10 e 60 dias após a queima, enquanto *Microcerotermes strunkii* ocorreu antes da queima e só foi notificada novamente 180 dias depois da passagem do fogo (Tabela 1). Apicotermítinae sp1 só não foi encontrada na coleta após 10 dias da queima. No presente estudo observou-se até três espécies de cupins forrageando no mesmo substrato.

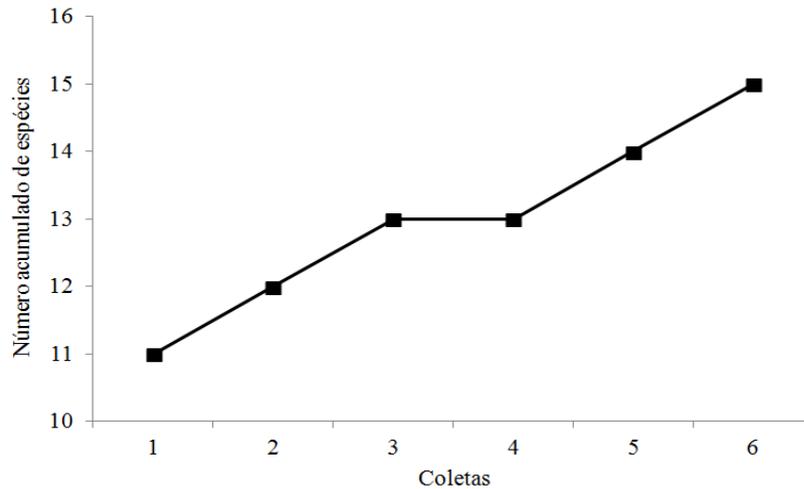


Fig. 6. – Curva de acumulação de espécies de cupins em canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

1 - Pré-queima; 2 -6 - pós-queima.

Tabela 1. Composição e abundância relativa (número de encontros) de cupins antes e após o fogo em área canavieira. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

FAMÍLIA/ESPÉCIES	ABUNDÂNCIA					
	PRÉ-QUEIMA	PÓS-QUEIMA/DIAS				
		10	60	120	180	240
RHINOTERMITIDAE						
<i>Heterotermes sulcatus</i> Mathews, 1977	1	1	2	5	4	6
TERMITIDAE						
<i>Amitermes amifer</i> Silvestri, 1901	-	1	2	-	-	-
<i>Amitermes nordestinus</i> Mélo & Fontes, 2003	11	14	12	18	15	18
<i>Anoplotermes</i> sp.1	3	3	-	4	4	3
Apicotermítinae sp.1	1	-	1	3	1	2
Apicotermítinae sp.2	-	-	1	1	-	2
Apicotermítinae sp.3	-	-	-	-	-	1
<i>Ruptitermes</i> sp.1	1	1	2	1	2	2
<i>Cylindrotermes sapiranga</i> Rocha & Canello, 2007	7	9	9	9	3	3
<i>Microcerotermes strunkii</i> (Sorensen, 1884)	1	-	-	-	1	1
<i>Nasutitermes ephratae</i> (Holmgren, 1910)	22	16	13	12	9	12
<i>Nasutitermes kemneri</i> Snyder & Emerson, 1949	-	-	-	-	1	1
<i>Neocapritermes opacus</i> (Hagen, 1858)	3	1	2	1	-	-
<i>Syntermes grandis</i> (Rambur, 1842)	1	1	-	1	-	-
<i>Syntermes nanus</i> Constantino, 1995	2	1	1	1	2	1
Riqueza	11	10	10	11	10	12
Índice de Diversidade (H')	0,77	0,74	0,80	0,83	0,82	0,85

A quantidade de N_{total} no solo mostrou-se mais estável que os teores de matéria orgânica, carbono e umidade do solo, que oscilaram ao longo das coletas pós-fogo (Tabela 2). A riqueza de espécies de cupins não foi afetada por nenhuma das variáveis de solo analisadas ($P > 0,05$). A maioria dos pontos de coleta apresentou solo com classificação textural arenosa (43.33%), seguida de areia franca (33.33%), com solo variando entre 60 e 93% de areia (Tabela 3).

Tabela 2. Média de Carbono (C), Nitrogênio total (N_{total}), Umidade (U%) e Matéria orgânica (MO) do solo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Avaliação	Pré-queima	Pós-queima/dias				
		10	60	120	180	240
Carbono (g/kg)	8,55	11,54	8,31	10,16	8,00	8,40
Umidade do solo (%)	0,94	2,49	2,43	9,40	6,22	4,70
Nitrogênio total (g/kg)	0,75	0,73	0,68	0,62	0,64	0,62
Matéria orgânica (g/kg)	14,75	19,89	14,32	17,52	13,78	14,49

Tabela 3. Análise granulométrica e classificação textural do solo em área canvieira. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Pontos	Fração granulométrica (%)			Classificação textural
	Areia	Silte	Argila	
1	93.0	4.2	2.8	Areia franca
2	84.6	7.1	8.3	Areia
3	83.5	9.4	7.1	Areia
4	89.6	4.2	6.2	Areia franca
5	87.9	6.1	6.1	Franco argilo arenoso
6	82.1	10.2	7.7	Areia franca
7	60.0	8.0	32.0	Areia franca
8	85.6	6.2	8.2	Areia
9	88.4	4.6	7.0	Franco argilo arenoso
10	91.4	2.2	6.5	Areia franca
11	70.1	7.5	22.4	Areia franca
12	85.6	4.8	9.6	Franco argilo arenoso
13	85.4	2.4	12.2	Areia franca
14	72.1	7.6	20.3	Franco arenoso
15	86.6	2.7	10.7	Franco arenoso
16	71.2	11.5	17.3	Areia
17	75.8	8.1	16.1	Areia franca
18	91.8	4.1	4.1	Franco arenoso
19	82.6	5.8	11.6	Areia
20	79.4	7.7	12.9	Franco arenoso
21	89.5	2.6	7.9	Areia
22	89.7	2.6	7.7	Areia
23	88.5	6.9	4.6	Areia

24	89.7	5.2	5.2	Areia
25	89.4	5.3	5.3	Areia
26	90.5	2.4	7.1	Areia
27	87.2	2.6	10.2	Areia franca
28	91.7	2.1	6.2	Areia
29	88.7	2.3	9.0	Areia
30	86.7	2.7	10.6	Areia franca

Abundância por micro-habitat

Logo após a queima do canavial houve aumento da abundância dos cupins nas raízes de cana-de-açúcar, chegando a ultrapassar o número dos cupins encontrados no solo 60 dias pós-queima e retornando ao padrão da pré-queima 180 dias depois (Tabela 4) (Fig. 7). Após 120 dias verificou-se tendência da abundância voltar ao observado no pré-queima, abundância baixa de cupins nas raízes de cana-de-açúcar e maior no solo. Exemplares de *N. ephratae* foram encontrados forrageando cana-de-açúcar (Fig. 8). Todos os Apicotermatinae ocorreram apenas no solo, independentemente do tempo pós-queima.

A serapilheira foi composta basicamente de restos de palha, pedaços de cana morta e viva. Setenta por cento dos cupins coletados em serapilheira eram de *N. ephratae*. Nesse substrato só foram encontrados cupins até 120 dias após o fogo (Tabela 4).

Tabela 4. Média e desvio padrão da abundância de cupins por substrato em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Fogo		Micro-habitat	Solo	Raiz	Serapilheira
Pré-queima			2.73 ± 4.49	0.67 ± 1.40	0.67 ± 1.84
Pós-queima/dias		10	2.60 ± 4.53	1.40 ± 3.22	0.13 ± 0.35
		60	1.53 ± 2.70	1.73 ± 3.01	0.13 ± 0.35
		120	2.67 ± 4.37	1.40 ± 2.64	0.60 ± 1.80
		180	2.40 ± 3.68	0.60 ± 1.24	0
		240	2.93 ± 4.33	0.60 ± 1.24	0

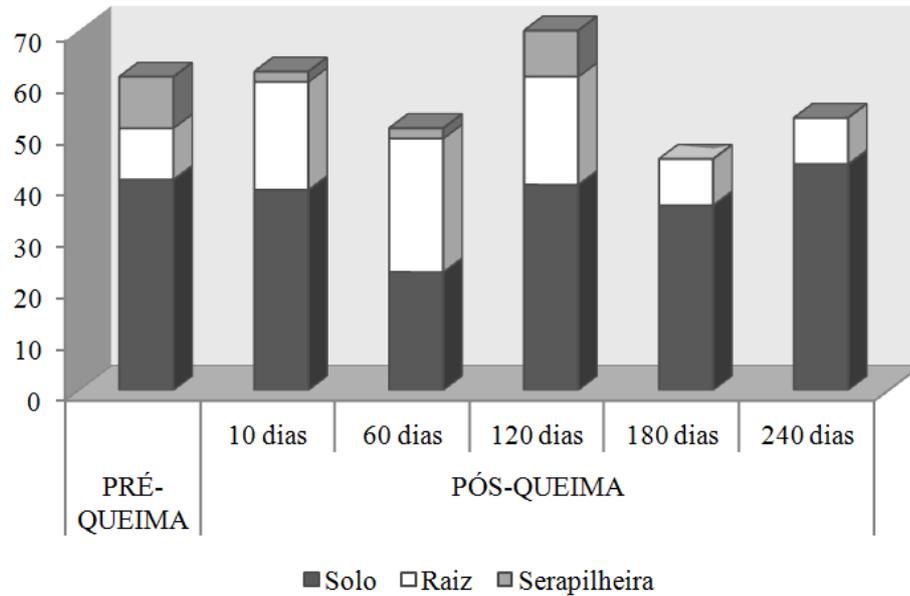


Fig. 7. Abundância de cupins por substrato observado antes e após o fogo em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.



Fig. 8. *Nasutitermes ephratae* (setas) forrageando em cana-de-açúcar antes da queima no canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Amostras do Extrator de Berlese

No total, registraram-se 3654 cupins de quatro espécies, 333 destes em amostras de solo do Funil de Berlese. Do total, *N. ephratae* correspondeu a 89.19%. De maneira geral, a camada C do solo (30-45 cm) mostrou a maior quantidade de indivíduos coletados, 134, seguido de 107 no horizonte B (15-45 cm) e 92 no A (0-15 cm). Porém, o horizonte C foi o único que teve a abundância aumentada logo após 10 dias da passagem do fogo (Fig. 9). Nesse mesmo período o número de cupins coletados no horizonte A caiu pela metade, de 56 para 28.

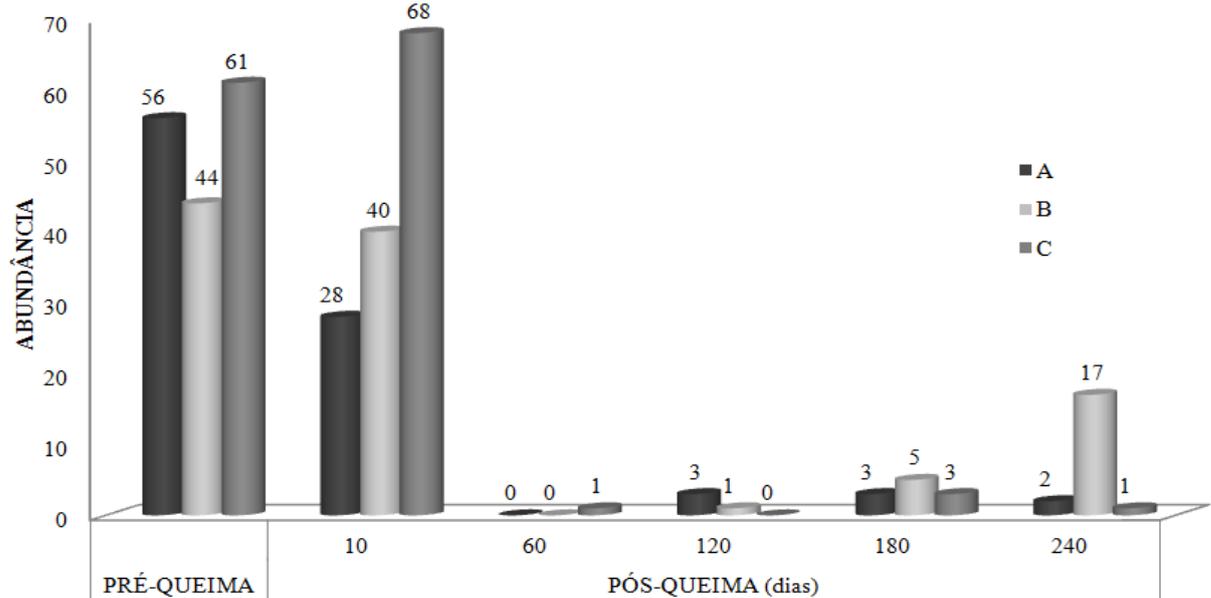


Fig. 9. Abundância de cupins registrados por extratos de solo antes e após as queimadas observados em funil de Berlese em área de canavial. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Embora se tenham registrado diminuição do número de indivíduos coletados 10 dias após a queima na camada A, a diferença entre as camadas de solo não foi significativa ($F_{(5,2)} = 0.75$; $p > 0.05$), porém houve diferença significativa para a abundância de cupins entre os períodos de coleta pré-queima e 10 dias após a queima ($F_{(5,2)} = 17.42$; $p = 0.0003$).

Diversidade de cupins em fragmentos florestais adjacentes a canavial submetido ao fogo

Registraram-se 22 espécies de cupins nos fragmentos de floresta atlântica, pertencentes a três famílias, Termitidae (19), seguida de Kalotermitidae (02) e Rhinotermitidae (01). Dentre os termitídeos, os Termitinae foram os mais representativos em termos de riqueza de espécies (Fig. 10).

Cylindrotermes sapiranga e *A. amifer* ocorreram em canavial e fragmento florestal. A similaridade entre os locais foi muito baixa ($S = 0.11$). Maior abundância foi verificado para *Apicotermatinae* sp.5, com 15, e *C. sapiranga* com sete (Tabela 5).

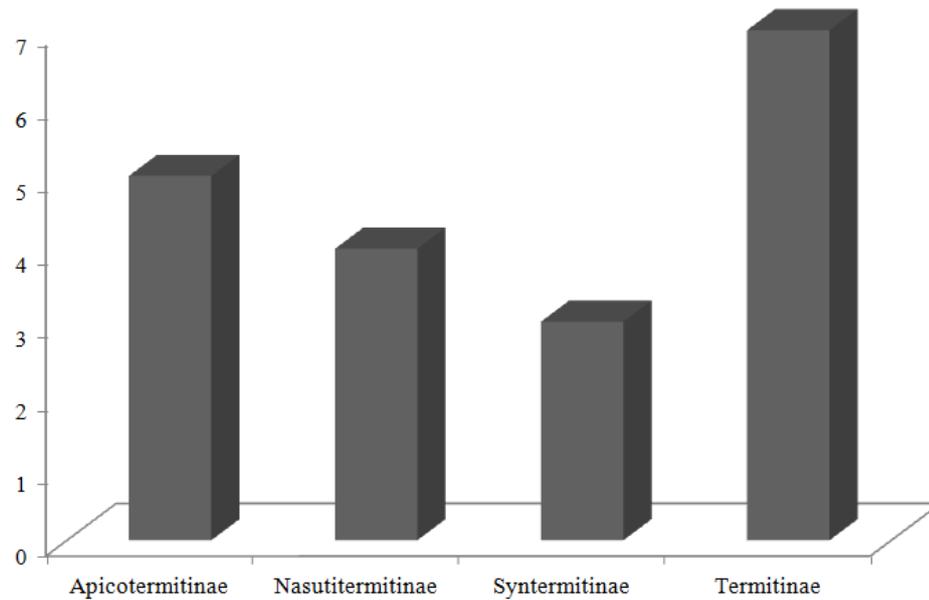


Fig. 10. Riqueza de cupins observada em fragmentos de mata atlântica adjacente a área canavieira submetida a queimada. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Tabela 5. Composição da fauna de cupins registrada em fragmentos florestais (Reserva Legal) adjacentes à área canavieira submetida ao fogo. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

Espécies/Famílias	Número de encontros	Local de observação
KALOTERMITIDAE		
<i>Glyptotermes</i> sp.	1	Tr
<i>Neotermes</i> sp.	2	Se
RHINOTERMITIDAE		
<i>Heterotermes longiceps</i> (Snyder. 1924)	1	Se
TERMITIDAE		
Apicotermitinae		
<i>Anoplotermes</i> sp. 1	4	So; Se
Apicotermitinae sp.4	2	So
Apicotermitinae sp.5	15	So; Se
<i>Ruptitermes</i> sp.1	1	So
<i>Ruptitermes</i> sp.2	1	So
Nasutitermitinae		
<i>Nasutitermes callimorphus</i> Mathews. 1977	4	So; Se
<i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky. 1855)	5	So; Se
<i>Nasutitermes jaraguae</i> (Holmgren. 1910)	2	So
<i>Nasutitermes</i> sp.	1	Se
Syntermitinae		
<i>Ibitermes inflatus</i> Vasconcellos 2002	1	So
<i>Labiotermes labralis</i> (Holmgren. 1906)	1	So
<i>Silvestritermes holmgreni</i> (Snyder)	3	Se
Termitinae		

<i>Amitermes amifer</i> Silvestri. 1901	2	Se
<i>Cylindrotermes sapiranga</i> Rocha & Canello. 2007	7	Tr; So; Se; Ra
<i>Diversitermes aporeticus</i> Mathews. 1977	1	So
<i>Diversitermes diversimiles</i> (Silvestri. 1901)	3	So; Se
<i>Microcerotermes exiguus</i> (Hagen. 1858)	6	Se; Tr
<i>Neocapritermes</i> sp.	1	So
<i>Termes</i> sp.	1	Se

So – Solo; Se – Serapilheira; Ra – Raiz; Tr – Tronco.

DISCUSSÃO

De maneira geral, o fogo no canavial não se comporta diretamente como um elemento danoso à fauna termítica. Espécies como *C. sapiranga* e *A. nordestinus*, que tiveram abundância variável ao longo do estudo, demonstraram ser resistentes a ação do fogo. Porém, algumas espécies de cupins parecem ser mais sensíveis, como observado para *N. ephratae*, com decréscimo na abundância relativa, tendendo ao restabelecimento de sua abundância a partir dos 240 dias após a passagem do fogo.

A presença de *A. nordestinus* em todos os períodos de coleta durante o estudo corrobora Miranda *et al.* (2004), quando afirmaram que a mesma tinha potencial de praga. Esse cupim não foi encontrado nos fragmentos florestais estudados, demonstrando a eficiência dos canaviais em suprimento de alimento e habitat para os cupins ali adaptados.

Os cupins quando numerosos em um local buscam outros meios para se adaptar ao impacto que acaba por ser costumeiro. Exemplo disso são os termiteiros que permanecem intactos após a queima, tornando-se um dos meios de proteção e/ou refúgio para os cupins durante a elevada temperatura que o fogo proporciona.

Mudança discreta da abundância para algumas espécies de cupins após a queima, como para *Neocapritermes opacus*, por exemplo, pode ser causada por outros fatores presentes no canavial, como a presença de plantas invasoras e competição por recursos. O fogo parece não atuar como agente desestruturador da comunidade termítica, já que o canavial se trata de um ecossistema homogêneo sob o ponto de vista de plantio (monocultura), porém complexo quanto à estrutura do solo superficial ao profundo. Porém, Araújo *et al.* (2004) verificaram sensíveis alterações em comunidade de formicídeos, acreditando existir tendência de reestruturação da comunidade desses insetos, aproximando-se ao padrão observado antes da queima a partir de 120 dias depois.

No pós-queima a paisagem muda radicalmente e a exposição do solo chega a 100%, devido à ausência da cana-de-açúcar e da serapilheira que permanece apenas em alguns

pontos como palha queimada. Esse desnudamento do solo possivelmente favorece o aumento da ocorrência de cupins nas raízes da cana-de-açúcar, provavelmente por ser aquele o principal refúgio desses insetos, devido ao superaquecimento do solo. Com o período de crescimento da cana observa-se o retorno da reestruturação da composição e abundância dos cupins no canavial. DeSouza *et al.* (2003) não encontraram mudanças na abundância e riqueza dos cupins após o fogo que ocorre com certa frequência no cerrado e atribuíram esse fato a uma rápida recuperação da fauna no ambiente, garantida por proteção dos indivíduos pela estrutura dos termiteiros, fraca competição por recursos e uma dieta pouco especializada. No entanto, *C. sapiranga* e *A. nordestinus*, com 10 dias após o fogo, mostraram recuperação de sua abundância, apresentando-se altamente competitivas, indicando que o fogo lhes oferece benefício.

Não obstante, Dawes-Gromadzki (2007), estudando o efeito da intensidade do fogo sobre macroinvertebrados do solo na Austrália, verificou que a abundância de cupins diminuiu significativamente após o fogo, embora tenha verificado menor efeito do fogo sob a riqueza de espécies. Ferrar (1982) mostrou ataque de cupins reduzidos em comparação com locais que não haviam sido queimados, atribuindo a cobertura de grama de proteção removida pelo fogo, levando a uma maior insolação e dessecação do solo, tornando-o desfavorável para os cupins.

Maior abundância de cupins na camada C do solo no pré-queima e até 10 dias após a queima talvez se deva a alta taxa granulométrica de areia na parte mais superior do solo que variou de 60 a 93%. Isso explica a baixa abundância de cupins verificados nas amostras do funil de Berlese. Para os cupins subterrâneos as proporções entre areia, silte e argila, e sua distribuição no perfil do solo, representam um fator limitante para construção dos ninhos. Boa quantidade de argila facilita o trabalho dos térmitas, enquanto solos arenosos dificultam a sustentação dos termiteiros e galerias (Lee & Wood 1971).

A baixa similaridade entre os fragmentos florestais e o canavial aponta alta fidelidade dos cupins adaptados aos canaviais, indicando que não há deslocamento dos cupins para fugir do fogo e especificidade de habitat por algumas espécies. Souza *et al.* (2009) também encontraram *C. sapiranga* tanto em canavial quanto em mata, entretanto, os autores encontraram *Syntermes nanus* em área de mata, encontrado no presente estudo apenas em área de canavial. Determinar uma forma de conservação das espécies de cupins em ambiente canavieiro não é tão simples, pois periodicamente é aplicada a queimada da palhada da cana para o corte, além da aplicação de produtos químicos em alguns locais. Isso restringe a alimentação dos cupins, diminui a riqueza local em comparação ao ambiente de mata próximo

e conseqüentemente tendo menores opções de refúgio e alimentos para os cupins após as queimadas. Destaca-se a importância em manter fragmentos de mata próximos aos canaviais de modo que possibilite manter a fauna termítica para melhoria da qualidade do solo.

Em conclusão, o efeito do fogo sobre a composição de cupins em canavial é restrito a algumas espécies mais sensíveis, enquanto favorece outras mais resistentes. A riqueza de cupins não foi afetada pela passagem do fogo, embora a composição tenha variado um pouco por causa de algumas espécies de ocorrências pontuais. *Neocapritermes opacus* e *N. ephratae* apresentara-se como espécies sensíveis a ação do fogo, enquanto *C. sapiranga* e *A. nordestinus* mostraram-se resistentes. O efeito do fogo sobre os cupins provavelmente seria maior se a população desses insetos habitasse dentro da cana-de-açúcar ou nos primeiros 5 cm superiores do solo.

REFERÊNCIAS

- Abensperg-Traun M., Milewski A. V. (1995) Abundance and diversity of termites (Isoptera) in unburnt versus burnt vegetation at the Barrens in Mediterranean Western Australia. *Australian Journal of Ecology* **20**, 413 – 417.
- Aquino A. M., Correia M. E. F., Badejo M. A. (2006) *Amostragem da Mesofauna Edáfica utilizando Funis de Berlese-Tüllgren Modificado*. Circular Técnica 17, Embrapa, Seropédica.
- Araújo M. S., Della Lucia T. M. C., Veiga C. E., Nascimento I. C. (2004). Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre comunidade de formicídeos. *Ecologia Austral* **14**, 2, Córdoba.
- Araújo R. A., Araújo M. S., Gonring A. H. R., Guedes R. N. C. (2005) Impacto da Queima Controlada da Palhada da Cana-de-açúcar Sobre a Comunidade de Insetos Locais. *Neotropical Entomology* **34**, 4.
- Bouyoucos G. J. A. (1951) Recalibration of the hydrometer method for making analysis of soils. *Agronomy journal* **43**, 434 – 437.
- Constantino R. (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* **40**, 25, 387-448.
- Constantino R. (2002) An Illustrated Key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa* **67** 01-40.
- Davies A. B., Parr C. L., Rensburg B. J. V. (2010) Termites and fire: current understanding and future research directions for improved savanna conservation. *Austral Ecology* **35**, 482 – 486.

- Day P. R. (1965) Particle fractionation and particle size analysis. In: Black C. A., ed. *Methods on soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, part. 1, 545-567.
- Dawes-Gromadzki T. Z. (2007) Short-term effects of low intensity fire on soil macroinvertebrate assemblages in different vegetation patch types in an Australian tropical savanna. *Austral Ecology* **32**, 663 – 668.
- DeSouza O., Albuquerque L. B., Tonello V. M., Pinto L. P., Junior R. R. (2003) Effects of fire on termite generic richness in a savanna-like ecosystem ('Cerrado') of central Brazil. *Sociobiology* **42**, 639-649.
- Espírito-Santo Filho K. (2005) *Efeito de distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) e seu papel como bioindicador*. Dissertação de Mestrado, Universidade Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro. 113 pp.
- Ferrar P. (1982) Termites of a South African savanna III. Comparative attack on toilet roll baits in subhabitats. *Oecologia* **52**, 139 – 146.
- Fontes, L. R., Araújo, R. L. (1999) Os Cupins. In: MARICONI, F. A. M. (coord.) Insetos e outros invasores de residências. Piracicaba, FEALQ. p.35-90.
- Forsythe W. M. (1975) *Física de suelos*. Manual de laboratório. San José: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 212pp.
- Frizzo T. L. M., Bonizário C., Borges M. P., Vasconcelos H. L. (2011) Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis* **15**, 2, 365-379.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)*. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 27 dez 2013.
- Krishna, K; Grimaldi, D. A.; Krishna, V.; Engel, M. S. (2013) Treatise on the Isoptera of the world. Bulletin of the American Museum of Natural History, n. 377, 2704 pp..
- Lavelle P., Bignell D., Lepage M. (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystems engineers. *Europe Journal of Soil Biology* **33**, 4, 159-193.
- Lee K. E., Wood T. G. (1971) *Termites and Soils*. London (Academic Press). 251 pp.
- Macedo N. (1995) Atualização no controle de cupins subterrâneo em cana-de-açúcar. In: Berti Filho E., Fontes L. R. (Ed). *Aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ.
- Miranda C. S., Vasconcellos A., Bandeira A. G. (2004) Termites in sugar cane in Northeast Brazil: ecological aspects and pest status. *Neotropical Entomology*, **2**, 237-241.
- Novaretti W. R. T, Fontes L. R. (1998) Cupins: Uma grande ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: Fontes L. R., Berti Filho E. (eds.), *Cupins: O desafio do conhecimento*. Piracicaba, FEALQ, 163-171.

Oliveira E. P.; Franklin E. (1993) Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: recomendações em áreas queimadas. *Pesq. Agropec. Bras.* **28**, 3.

Pizano M. A. (1995) Cupins em áreas canavieiras. In: Berti Filho E., Fontes L. R. (eds.), *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba, FEALQ, p. 103-113.

Portilho I. I. R., Paredes Junior F. P., Mercante F. M. (2011) Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre a fauna invertebrada epigeica do solo em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33. Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1 CDROM.

Ribeiro M. R., Ribeiro Filho M. R. (2010) *Solos da Destilaria Miriri: levantamento detalhado de solos*. Trabalho Técnico, 87 pp.

Rodrigues K. M., Correia M. E. F., Alves L. B., Aquino A. M. (2008) *Funis de Berlese-Tüllgren modificados utilizados para amostragem de Macroartrópodes de Solo*. Circular técnica 22, Seropédica.

Silva F. C. (1999) *Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes* / Embrapa Solos. Embrapa Informática Agropecuária. Organizador: Fábio Cesar da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370pp.

Souza J. A. F., Couto A. A. V. O., Bezerra D. M., Dutra D. S., Oliveira M. A. P., Albuquerque A. C. (2009) *Termitofauna em cana-de-açúcar e fragmento de mata atlântica em Igarassu, Pernambuco*. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0323-1.pdf>>. Acesso: 01 Jul 2013.

Tedesco M. J., Gianello C., Bissani C. A., Bohnen H., Volkweiss S. J. (1995) *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Boletim Técnico, 5), 147pp.

Uys C., Hamer M., Slotow R. (2006) Effect of burn area on invertebrate recolonization in grasslands in the Drakensberg, South Africa. *African Zoology* **41**, 1, 51 – 65.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fogo mostrou redução da abundância e riqueza de cupins para *Nasutitermes ephratae* e *Neocapritermes opacus* com deslocamento dessas populações logo após 10 dias após a queima. A recomposição de *N. ephratae* só foi visível a partir de 240 dias pós-queima. *Cylindrotermes sapiranga* e *Amitermes nordestinus* parece se beneficiar da ação do fogo. O efeito do fogo provavelmente seria maior se a população de cupins habitasse realmente na cana-de-açúcar ou nos primeiros 5 cm superiores do solo. Embora tenha sido analisado solo até 45 cm, os cupins podem utilizar esse espaço apenas para forrageio e terem seus ninhos a profundidades superiores a esta, o que demonstra maior diferença entre a pré-queima e 10 primeiros dias pós-queima.

A presença de montículos de *N. ephratae*, com aglomeração da população em câmaras mais internas favorece a passagem do fogo no canal sem afetar os cupins. São necessários, estudos específicos com termiteiros de modo que haja um acompanhamento da variação de temperatura interna e externa do local.

A riqueza de espécies de cupins de solo foi diferente entre as áreas de vegetação preservada e o canal com apenas duas espécies (*C. sapiranga* e *Amitermes amifer*) ocorrendo simultaneamente.

A riqueza de cupins não foi afetada pela passagem do fogo, embora a composição tenha variado um pouco por causa de algumas espécies de ocorrências pontuais. Em função da elevação da temperatura na cana-de-açúcar e fauna do solo mais superficial durante a passagem do fogo, os cupins podem ser interferidos quanto à cadeia alimentar, pela eliminação de prováveis predadores ou até mesmo na sua alimentação.

ANEXOS

ANEXO 1

Principais características dos pontos de coleta por fazendas. Usina Miriri. Paraíba. Brasil. 2013.

PONTOS	TALHÃO	TAMANHO DO TALHÃO (Hectares)	COORDENADAS	PRÓXIMO DA MATA	VARIEDADE DE CANA / CORTE (Folhas)	TIPO DE SOLO
1	45	15.11	06°49'20S 034°57'05W		RB92579 / 4ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
2	15	13.60	06°48'42S 034°57'02W		RB92579 / 7ª F	Argissolo Bruno Acinzentado distrófico
3	24	12.74	06°48'44S 034°57'01W		RB92579 / 3ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
4	9	12.86	06°48'25S 034°57'09W		RB92579 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
5	55	15.85	06°49'20S 034°56'23W		RB92759 / 4ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
6	49	16.69	06°49'17S 034°56'27W		RB92579 / 4ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
7	54	19.50	06°49'05S 034°56'40W	X	RB92579 / 3ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
8	12	14.45	06°48'14S 034°56'35W		RB92579 / 5ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
9	46	20.50	06°48'59S 034°56'50W	X	SP791011 / 1ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
10	34	12.10	06°48'57S 034°56'52W		RB92579 / 7ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
11	158	7.97	06°53'41S 034°58'32W	X	SP791011 / 11ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico e concrecionário
12	176	2.47	06°54'00S 034°58'40W	X	SP867515 / 2ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico e concrecionário
13	162	4.20	06°53'43S 034°57'57W		RB813250 / 8ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
14	178	3.90	06°53'53S 031°58'22W	X	RB92759 / 4ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
15	94	6.70	06°53'04S 034°58'40W		RB92759 / 4ª F	Espodossolo Ferrihumilúvico órtico dúrico espessarênico
16	57	1.34	06°52'30S 034°58'25W	X	RB92759 / 4ª F	Latossolo Bruno Acinzentado distrófico
17	58	8.60	06°52'31S 034°58'23W	X	RB92759 / 4ª F	Latossolo Bruno Acinzentado distrófico
18	76	1.76	06°52'48S 034°58'24W		RB92759 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
19	77	9.45	06°52'46S 034°58'22W		SP813250 / 7ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
20	116	2.00	06°53'26S 034°57'35W		RB867515 / 7ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
21	1	10.51	07°04'37S 035°05'53W	X	RB92759 / 5ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico

22	3	4.53	07°04'29S 035°05'39W	X	SP813250 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
23	19	3.00	07°04'51S 035°05'26W	X	SP813250 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
24	17	7.34	07°04'46S 035°05'39W	X	SP813250 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
25	27	13.50	07°00'37S 035°07'38W		RB92759 / 5ª F	Argissolo Amarelo distrófico fragipânico
26	26	7.74	07°00'28S 035°07'51W		SP791011 / 10ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
27	25	4.99	07°00'31S 035°08'06W	X	SP791011 / 9ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
28	1	2.19	06°58'50S 035°08'37W	X	RB92759 / 6ª F	Argissolo Acinzentado eutrófico plúntico
29	2	4.33	06°58'52S 035°08'37W	X	SP813250 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico
30	3	6.29	06°58'53S 035°08'33W	X	SP813250 / 6ª F	Argissolo Amarelo distrocoeso típico

