



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**



**TERMITOFAUNA EM FLORESTA PLANTADA E NATIVA
E ANÁLISES DO FORRAGEAMENTO
EM MUDAS DE EUCALIPTO**

PAULA PIGOZZO SILVA

2019



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**



PAULA PIGOZZO SILVA

**TERMITOFAUNA EM FLORESTA PLANTADA E NATIVA
E ANÁLISES DO FORRAGEAMENTO
EM MUDAS DE EUCALIPTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Doutor em Ciências”.

Orientador
Prof. Dr. Genésio Tâmara. Ribeiro

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586t Silva, Paula Pigozzo
Termitofauna em floresta plantada e nativa e análises do
forrageamento em mudas de eucalipto / Paula Pigozzo Silva ;
orientador Genésio Tâmara Ribeiro. – São Cristóvão, SE, 2019.
59 f. : il.

Tese (doutorado em Agricultura e Biodiversidade) –
Universidade Federal de Sergipe, 2019.

O
Agricultura. 2. *Blattodea*. 3. *Térmita*. 4. Florestas. 5. Eucalipto –
Doenças e pragas. I. Ribeiro, Genésio Tâmara, orient. II. Título

CDU: 630*232

PAULA PIGOZZO SILVA

**TERMITOFAUNA EM FLORESTA PLANTADA E NATIVA
E ANÁLISES DO FORRAGEAMENTO
EM MUDAS DE EUCALIPTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Doutor em Ciências”.

_____ em 21 de fevereiro de 2019.

Prof^a. Dr^a. Yana Teixeira dos Reis
Universidade Federal de Sergipe

Prof^a. Dr^a. Rozimar de Campos Pereira
Universidade Federal do Recôncavo Baiano

Prof. Dr. Marcelo da Costa Mendonça
Universidade Tiradentes

Dr^a. Eliana Maria dos Passos
EMDAGRO

Prof. Dr. Genésio Tâmara Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

A Ana
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Eurípedes Barsanulfo por todo apoio e incentivo para que eu continuasse na área de pesquisa, pelos conselhos fantásticos e por ter aguçado minha curiosidade a respeito dos térmitas, esses seres incríveis.

Agradeço ao Professor Genésio pela oportunidade de trabalhar com ele esses anos, por ter me ensinado muito a respeito de trabalho de campo e da importância do profissional das agrárias. Obrigada pela compreensão quando eu enfrentei momentos de dúvida e dificuldades.

Agradeço ao Prof. Dantas pela parceria nas disciplinas. Tornou-se um amigo, que levarei com carinho para as próximas jornadas.

Agradeço a todos com quem tive a oportunidade de trabalhar no Laboratório de Entomologia Florestal – LEFLO.

Agradeço ao PPGAGRI pela oportunidade de frequentar aulas com diversos professores qualificados que me ensinaram muito e que me mostraram que o caminho do conhecimento é uma estrada sem limites, que não tem fim.

Agradeço a CAPES pela oportunidade de realizar este doutorado com bolsa.

Agradeço a meu pai e meus irmãos que sempre apoiaram minha escolha de continuar estudando.

Agradeço ao Jorge por ter me acompanhado e cuidado da Ana com tanto carinho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
4. ARTIGO 1: TÉRMITAS EM ÁREAS DE EUCALIPTO E DE VEGETAÇÃO NATIVA NO NORDESTE DA BAHIA, BRASIL.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	13
4.1. Introdução	13
4.2. Material e Métodos	14
4.3. Resultados e discussão.....	15
4.4. Conclusões	20
4.5. Referências Bibliográficas	20
Figuras e Tabelas.....	24
5. ARTIGO 2: COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE TÉRMITAS ARBORÍCOLAS À MUDAS DE EUCALIPTO.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	28
5.1. Introdução	28
5.2. Material e Métodos	29
5.3. Resultados	30
5.4. Discussão	32
5.5. Conclusões	35
5.6. Referências Bibliográficas	35
Figuras	37

6. ARTIGO 3: COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE TÉRMITAS SUBTERRÂNEOS À MUDAS DE EUCALIPTO.....	39
Resumo.....	39
Abstract.....	40
6.1. Introdução	40
6.2. Material e Métodos	41
6.3. Resultados	42
6.4. Discussão	42
6.5. Conclusões	44
6.6. Referências Bibliográficas	45
Figuras e Tabelas	46
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura		Página
1	Distribuição das espécies dominantes entre os recursos celulósicos (L=serapilheira; D= madeira em decomposição; U= madeira sadia) coletadas nas áreas com eucalipto (EUC) e vegetação nativa (NAT) na região do litoral norte da Bahia, Brasil.....	28
2	Similaridade entre as áreas amostradas em três localidades na região do litoral norte da Bahia, Brasil. Esp = Esplanada; Ara = Aramari; Alg = Alagoinhas; Euc = plantação de eucalipto; Nat = vegetação nativa.	8

ARTIGO 2

Figura		Página
1	Esquema representativo das arenas de teste e mudas de eucalipto com os sintomas induzidos. A=recipiente central da arena; M= recipiente com a muda; AC= afogamento do coleto; MS= muda sadia; SH= stress hídrico; DM= dano mecânico.....	40
2	<i>Nasutitermes corniger</i> . A= grupo de operários e soldados em forrageamento em folha seca de eucalipto; B= operários consumindo a ponta seca da estaca de eucalipto; C= ponta seca da muda de eucalipto sadia consumida até parte viva.....	40
3	<i>Nasutitermes corniger</i> . A= coleto íntegro da muda de eucalipto; B= túneis no substrato com desenvolvimento das raízes.....	40
4	Padrão termítico da espécie observado na estaca de eucalipto resultante do consumo pelos operários de <i>Nasutitermes corniger</i>	41

ARTIGO 3

Figura		Página
1	Esquema representativo das arenas utilizadas nos teste de preferência de térmitas a mudas de eucalipto.....	50
2	<i>Syntermes dirus</i> . A e B: saídas dos túneis na superfície dos recipientes com as mudas de eucalipto; C e D: túneis construídos no substrato entre as raízes das mudas de eucalipto.....	50

LISTA DE TABELAS**ARTIGO 1**

Tabela		Página
1	Lista das localidades selecionadas e suas características edafoclimáticas. Dados fornecidos pela empresa.....	26
2	Lista das espécies coletadas por famílias, frequências relativas parciais e totais das três localidades selecionadas no litoral norte da Bahia, Brasil. L1 = Alagoinhas; L2 = Aramari; L3 = Esplanada; E = plantação de eucalipto; N = vegetação nativa; * = espécies dominantes; CS = fonte de celulose; L= serapilheira; D = madeira decomposta; U = madeira sadia.....	27

RESUMO

SILVA, Paula Pigozzo. **TERMITOFAUNA EM FLORESTA PLANTADA E NATIVA E ANÁLISES DO FORRAGEAMENTO EM MUDAS DE EUCALIPTO**. São Cristóvão: UFS, 2019 59p. (Tese – Doutorado em Agricultura e Biodiversidade).*

Térmitas são relatados como pragas desde o plantio à colheita nas florestas plantadas, porém, nem todas as espécies citadas estão efetivamente relacionadas aos danos consignados. Os objetivos deste trabalho foram conhecer os térmitas presentes em áreas de eucalipto e vegetação nativa em três localidades no litoral norte da Bahia e aprofundar o conhecimento existente sobre quatro espécies citadas como pragas e as injúrias causadas pelas mesmas em mudas de eucalipto. Os térmitas foram amostrados através de transectos nas áreas escolhidas. A atividade nas mudas foi verificada em laboratório em arenas, onde as mudas foram submetidas a quatro tratamentos: sadia, estresse hídrico, injúria mecânica e afogamento do coleto. Espécies citadas como pragas estavam ausentes ou em baixa frequência, indicando que não é necessário o tratamento prévio das mudas destinadas a estes locais. *Microcerotermes exiguus* não é potencial praga de mudas de eucalipto. *Nasutitermes corniger* foi a única espécie que consumiu o material vegetal seco da parte aérea das estacas. *N. corniger*, *Syntermes dirus* e *Cornitermes cumulans* não promoveram injúria no coleto, porém, podem promover danos indiretos em mudas de eucalipto através dos túneis construídos no substrato entre as raízes. As espécies estudadas não demonstraram ser pragas severas de mudas de eucalipto.

Palavras-chave: Blattodea, Termitidae, florestas plantadas, praga secundária.

* Comitê Orientador: Genésio T. Ribeiro – UFS (Orientador).

ABSTRACT

SILVA, Paula Pigozzo. **FAUNA OF TERMITES IN MANAGED FOREST AND IN NATIVE VEGETATION, WITH ANALYSES OF FORAGING ON EUCALYPTUS SEEDLINGS**. São Cristóvão: UFS, 2019. 59p. (Thesis - Doctor of Science in Agriculture and Biodiversity).*

Termites are cited as pests of eucalyptus, from planting through to harvest. Not all of the species are effectively related to consigned damage. The objectives were to understand the presence of termites in the evaluated areas and to deepen the knowledge about four pest species and the injuries that are promoted by them in eucalyptus seedlings. The termites were sampled by the transect protocol. The activities of four species that are cited as pests were verified in lab conditions and the seedlings were submitted to four treatments: healthy seedlings, hydric stress, mechanical damage and drowning of the collar. The species that are cited as pests were absent or in a low frequency, indicating that it was not necessary for a prior treatment of the seedlings destined for this area. *Microcerotermes exiguus* was not a potential pest. *Nasutitermes corniger* was the only that consumed the dry material of the aerial part of the seedlings. *N. corniger*, *Syntermes dirus* and *Cornitermes cumulans* did not promote injuries on the collar, but they inflicted an indirect damage through the tunnels that they constructed in the substrates between the roots. The species studied were not demonstrated as being the main pests of eucalyptus seedlings.

Key-words: Termitidae, managed forest, main pest, seedling injury.

* Supervising Committee: Genésio T. Ribeiro – UFS (Orientador).

1. INTRODUÇÃO GERAL

Térmitas são apontados como pragas de plantações florestais em diversas partes do Brasil e do mundo, porém não há um consenso sobre a natureza dos danos e sobre as espécies citadas como responsáveis pelos ataques (CALDERON & CONSTANTINO, 2007; VARMA & SWARAN, 2007; JUNQUEIRA et al., 2009; FONTES, 2014).

As culturas agrícolas mais atacadas por cupins no Brasil são as de cana-de-açúcar, arroz de sequeiro e eucalipto. Além dessas, outras culturas, como o algodão, soja, mandioca, café, árvores frutíferas e alguns vegetais (ex. cenouras), também são atacadas por cupins. O efeito dos cupins sobre as pastagens é contraditório (FONTES, 2014). Os danos causados incluem: injúria às raízes; injúria às folhas e caules; injúria ao tecido da madeira e consumo do cerne das árvores deixando-as ocas (CONSTANTINO, 2002).

Em povoamentos florestais, as árvores podem ser atacadas por térmitas do plantio à colheita e, nem todas as espécies relatadas estão efetivamente relacionadas aos danos consignados. Provavelmente, a diversidade de cupins daninhos foi superestimada na literatura, listando-se espécies que simplesmente foram coletadas em plantas atacadas por outros térmitas ou por outros agentes biológicos ou que estavam nas proximidades (PARIHAR, 1980; FONTES, 2014).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivos analisar a fauna de térmitas presentes em áreas de floresta plantada com eucalipto de quatro/cinco anos de idade e em áreas de vegetação nativa sob as mesmas condições edafoclimáticas em três localidades do leste da Bahia e aprofundar o conhecimento existente entre os térmitas pragas de mudas e a cultura do eucalipto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Eucaliptocultura

As florestas plantadas ajudam a regular a oferta de madeira e celulose e, assim, colaboram para diminuir a pressão sobre as florestas nativas. No Brasil, a cultura de eucalipto tem importância fundamental devido à sua participação na economia, a qual representa cerca de 4,5% do PIB (Produto Interno Bruto) e recolhe US\$ 4,6 bilhões (4 bilhões e seiscentos milhões de dólares), o que representa 2% do total de impostos no país. Essa cultura gera direta e indiretamente 6,7 milhões de empregos para cerca de 5 milhões de hectares plantados (BRACELPA, 2012; SBS, 2012). No ano de 2014, de acordo com o IBGE (2015), quase sete milhões de hectares estavam plantados com eucalipto em todo o Brasil, sendo 11% deste total no Nordeste, e, de 2006 a 2014, houve um aumento de mais de 150 mil hectares plantados com eucalipto nesta região (IBGE, 2016).

Por outro lado, a expansão da cultura e o monocultivo do eucalipto proporcionam condições favoráveis ao aumento da população de insetos em razão da redução da complexidade biológica (SALES et al., 2010; SHI et al., 2014).

2.2. Insetos com importância econômica para o Eucalipto

Diversos são os problemas na plantação de eucalipto com a presença de insetos. Porém, a ênfase tem sido dada às formigas cortadeiras e aos danos causados por lagartas desfolhadoras (ZANUNCIO, 1993). Eventualmente, outros insetos, como percevejos e cigarrinhas, podem danificar essas plantas e causar deformações em ramos e folhas e as plantas atacadas podem apresentar folhas coriáceas, perdas das folhas, além de calosidade nas extremidades, que provoca o brotamento em galhos e troncos (RIBEIRO et al., 2005).

Dentre as formigas, os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* atacam as plantas de forma intensa em todas as épocas do ano e em qualquer fase de seu desenvolvimento em reflorestamentos no Brasil (CRUZ et al., 2000; MARSARO JÚNIOR et al., 2007; SOUSA-SOUTO et al., 2007). O desfolhamento total reduz o crescimento de *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura, mesmo que ocorra uma única vez, no início da plantação, e a queda na produção é de acordo com a frequência do desfolhamento, onde o diâmetro das árvores é mais afetado do que a altura (MATRANGOLO et al., 2010).

Lepidópteros imaturos de várias espécies desfolhadoras do eucalipto são responsáveis por grandes danos (ELISEI et al., 2010), e em caso de ataques sucessivos, podem paralisar o crescimento da planta (PEDROSA-MACEDO, 1993). Entre as principais espécies de lepidópteros nativos registradas atacando o eucalipto destacam-se: *Eupseudosoma aberrans*

Schaus e *Eupseudosoma involuta* Sepp (Arctiidae), *Sabulodes caberata* Guenée, *Thyriniteina arnobia* (Stoll) e *Oxydia vesulia* Cramer (Geometridae), *Automeris* sp. Walker e *Eacles imperiales* Walker (Saturniidae) (ZANUNCIO et al., 1990).

Nas plantações florestais, de modo geral, as formigas cortadeiras e os térmitas destacam-se como causadores de danos em larga escala (HOLT & LEPAGE, 2000), porém, não há consenso entre quais espécies de térmitas causam os danos; em quais idades das plantações e sob quais condições são ocasionadas (SALES et al., 2010; SILVA et al., 2015). Os levantamentos existentes no Brasil relativos à fauna de térmitas em plantações florestais são incompletos, e alguns autores afirmam que tem sido exagerado o impacto negativo destes insetos na silvicultura, listando-se espécies que simplesmente foram coletadas em plantas atacadas por outros térmitas ou por outros agentes biológicos ou que estavam nas proximidades (PARIHAR, 1980; BLACK & OKWAKOL, 1997; CALDERON & CONSTANTINO, 2007; VARMA & SWARAN, 2007; JUNQUEIRA et al., 2009; FONTES, 2014).

Os térmitas são considerados pragas de mudas de eucalipto durante o período de estabelecimento da cultura em uma nova área (CONSTANTINO, 2002), especialmente onde predominam gramíneas, como nas pastagens (SILVA et al., 2015). Os danos relatados são de anelamento da casca e corte na altura do coleto e ataque no sistema radicular. Outras espécies podem ser responsáveis por danos no cerne (CONSTANTINO, 2002; FONTES, 2014).

2.3. Térmitas (Insecta:Blattodea)

2.3.1 Aspectos comportamentais e biológicos

Os térmitas, também chamados de cupins, são espécies sociais que vivem em colônias populosas dentro de um ninho, os cupinzeiros, nos quais encontram-se duas categorias de indivíduos adultos: uma formada pelos indivíduos reprodutores com as castas dos sexuais alados (encarregados da formação de novos cupinzeiros) e o casal real (encarregados da reprodução dentro do próprio cupinzeiro) e outra categoria formada pelos indivíduos estéreis de ambos os sexos (aparelho reprodutor não desenvolvido), com duas castas: operários e soldados. Os operários são os indivíduos mais populosos da colônia; os quais realizam os trabalhos de construir, aumentar e da manutenção do ninho, criar os túneis acessórios, alimentar as outras castas; em geral, são de coloração clara e não possuem estruturas especializadas, sendo a casta responsável pelos danos causados pelos cupins em ambiente rural e urbano (HARRIS, 1961; BENNET et al., 1996).

A notável abundância e a atuação na transformação de minerais e componentes orgânicos reclamam aos cupins um papel destacado nos ecossistemas terrestres na faixa tropical do planeta. Alteram a estrutura do solo, modificando a capacidade de infiltração da água das chuvas e os processos de aeração, contribuindo para a manutenção ou recuperação da porosidade de solos compactados. São os primeiros agentes que atuam na degradação acelerada dos resíduos florestais (troncos, raízes, serapilheira, tocos, folhas) e sua incorporação na dinâmica de ciclagem dos nutrientes dos ecossistemas (FONTES, 1998; COSTA & ARALDI, 2014).

Enquanto a sistemática dos térmitas é bem estudada, as informações sobre plantas hospedeiras, natureza dos danos, predadores e controle são escassas (PARIHAR, 1980). Até os hábitos alimentares não se mostram constantes em muitas espécies, como, por exemplo, *Gnathamitermes tubiformes* Buckley, para os quais, plantas vivas são a maior parte da dieta durante a primavera e início do verão e plantas mortas são a dieta consumida durante final do verão e chegada do outono (ALLEN et al., 1980).

Os danos que os térmitas infligem à economia lhes conferem uma imagem negativa que tende a obstruir qualquer benefício que possam trazer. Apenas 12,5% das mais de 3000 espécies conhecidas têm sido reportadas como responsáveis por danos, sendo muitas delas pragas circunstanciais (oportunistas) de pequena importância (KRISHNA et al., 2013).

A transformação dos térmitas em pragas é decorrente da diminuição da diversidade de vegetação, do alimento e dos inimigos naturais, do avanço das áreas urbanas, da introdução de térmitas exóticos e estas pragas podem atacar plantios agrícolas, a madeira estrutural de construções e cerne de árvores vivas utilizadas em arborização urbana (CONSTANTINO, 2002; CARRANO-MOREIRA, 2014). Além de ocasionarem destruição do sistema radicular, morte das mudas, de árvores, perda na quantidade e qualidade da madeira nas florestas plantadas.

2.3.2 Danos de térmitas às florestas plantadas

A floresta oferece ao homem, desde seus primórdios, os recursos necessários a sua sobrevivência e evolução, tais como: alimentos, remédios, gomas, resinas, corantes, óleos, fibras e a madeira, seu bem mais valioso, da qual são fabricados inúmeros artigos indispensáveis à vida humana (COSTA & ARALDI, 2014). A história da devastação dos ecossistemas florestais mundiais indica que as florestas naturais foram e continuam sendo impactadas pela exploração. O reflorestamento vem como oposto do desmatamento, visando diminuir a pressão sobre as áreas de vegetação nativa e assim contribuindo para a conservação da biodiversidade. Por outro lado, as imensas áreas de florestas monoespecíficas propiciam

condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças e, particularmente, de insetos que, adaptados aos novos nichos ecológicos, tornaram-se pragas. Apenas cerca de 1% das espécies de insetos pode ser considerada, de alguma forma, prejudicial ao homem, mesmo assim eles provocam prejuízos de bilhões de dólares por ano em todo o mundo (GABRIEL et al., 2013; COSTA & ARALDI, 2014).

Os prejuízos causados nas áreas de exploração humana pelos cupins se restringem a uma ou poucas espécies por região geográfica, e mesmo essas áreas, locais de atividade silvo-agro-pastoril e de implantação urbana, são igualmente favorecidas pela atividade termítica benéfica. Portanto, é desejável que toda atividade de controle, em decorrência do perfil daninho de alguns cupins, seja sempre precedida de (1) adequado levantamento faunístico, (2) aferição quantitativa do dano havido e (3) estudo da biologia da espécie (ou espécies) praga, pois, sem essas informações, corre-se o risco de eliminar cupins e muitos outros organismos úteis e imprescindíveis à manutenção da sanidade ambiental das florestas plantadas. Nem todos os cupins relatados na literatura estão efetivamente relacionados aos danos consignados. Provavelmente, a diversidade de cupins daninhos foi superestimada na literatura, listando-se espécies que simplesmente foram coletadas em plantas atacadas por outros cupins ou outros agentes biológicos ou que estavam nas proximidades (CARRANO-MOREIRA, 2014; FONTES, 2014).

No Brasil, registraram-se cerca de 300 espécies, e este número é seguramente subestimado uma vez que há ausência de levantamentos em várias regiões brasileiras, principalmente no norte e nordeste (CONSTANTINO, 1998, 1999, 2002; MARICONI et al., 1999, COSTA-LEONARDO, 2002). Estas espécies se distribuem em quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Serritermitidae. As três primeiras ocorrem em plantios florestais.

2.3.2.1 Rhinotermitidae

São denominados cupins subterrâneos. São xilófagos e vivem em ninhos construídos em locais ocultos, dificilmente encontrados e geralmente no solo. Alguns fazem ninhos difusos, compostos por galerias dispersas, tanto no solo como em grandes peças de madeira (troncos e raízes). Estão entre os mais daninhos aos reflorestamentos (COSTA & ADALDI, 2014; FONTES, 2014). Na família Rhinotermitidae, estão descritos 12 gêneros de térmitas e 315 espécies, sendo que 19 espécies estão descritas na América do Sul (CONSTANTINO, 2002). Os principais gêneros são:

-*Coptotermes*: seu nome significa cupim que corta, que deriva do verbo grego *kopto*=cortar, devido ao seu hábito de destruir árvores vivas (FONTES & MONTEIRO, 1998). Chamados de cupim do cerne, cujos ninhos estão inaparentes e localizados no interior de troncos e raízes, somente são encontrados no abate da árvore. Duas espécies de *Coptotermes* são economicamente importantes no Brasil; a espécie nativa *C. testaceus* e a espécie introduzida *C. gestroi* Wasmann, 1896. *Coptotermes testaceus* é encontrado principalmente em florestas densas, de terra firme, mas também comum em ambientes modificados pelo homem, tais como pastagens e roçados, e é praga em plantações florestais e da agricultura e é comumente encontrada em plantios de eucalipto. A espécie introduzida *C. gestroi* atua como cupim do cerne em árvores urbanas, as quais compõem um imenso reservatório desse térmita, bastante destrutivo as edificações (BANDEIRA, 1981; CONSTANTINO, 1999, 2002; MILANO & FONTES, 2002; COSTA & ARALDI, 2014; FONTES, 2014)

-*Heterotermes*: do grego hetero=diferente, cupim diferente (FONTES & MONTEIRO, 1998). Habitam ninhos difusos em troncos (em pé e caídos) e raízes e, possivelmente, na profundidade do solo. As mais comuns são *H. tenuis* Hagen, 1858 e *H. longiceps* Snyder, 1924 que se alimentam de madeira, cascas e atacam as raízes, colo e caule de mudas e árvores. Ocorrem em todas as regiões do Brasil (CONSTANTINO, 1999, 2002; FONTES, 2014). Tanto *Heterotermes longiceps* quanto *Heterotermes tenuis* são pragas relevantes da cana-de-açúcar, e esta última também causa danos severos aos plantios de eucalipto (CONSTANTINO, 2001).

2.3.2.2 Termitidae

Termes em latim significa verme que rói a madeira (FONTES & MONTEIRO, 1998). Esta família compreende, aproximadamente, 85% das espécies conhecidas no Brasil. Compõe-se de cupins de solo, que constroem ninhos epígeos (montículos) ou subterrâneos, e de cupins arborícolas. Várias espécies foram assinaladas como pragas florestais, especialmente atacando as raízes de mudas (FONTES, 2014), e os principais gêneros são:

-*Cornitermes*: *cornu* igual a corno, chifre, cupim de chifre (FONTES & MONTEIRO, 1998). Possuem ninhos de montículos de formatos variados que inicialmente são subterrâneos e depois afloram à superfície e atacam raízes de eucalipto. Várias espécies se distribuem em todo o Brasil meridional, sendo *C. cumulans* a mais comum (FONTES, 2014);

-*Microcerotermes*: micro de pequeno e keros de corno ou chifre (FONTES & MONTEIRO, 1998). Possui hábito arborícola e é considerada praga secundária de edificações urbanas (CONSTANTINO, 2002).

-*Nasutitermes*: o nome é uma referência ao nariz bem desenvolvido do soldado, que, contudo, não é uma exclusividade deste gênero (FONTES & MONTEIRO, 1998). Com muitas espécies descritas, a maioria constrói ninhos arborícolas, outras vivem em ninhos epígeos e outras em ninhos endógenos, que podem se instalar no cerne de árvores vivas, atuando como cupins de cerne (FONTES, 2014);

-*Syntermes*: *syn* do grego com, junto; cupim próximo a *Termes* (FONTES & MONTEIRO, 1998). Constroem ninhos de montículo ou subterrâneos. São pragas de plantios recentes de eucalipto, pois anelam o caule ao nível do solo e desfolham as plantas e atacam o coleto da planta, logo abaixo da superfície do solo. Ampla distribuição no país (FONTES, 2014).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, C. T.; FOSTER, D. E.; UECKERT, D. N. Seasonal food habits of a desert termite, *Gnathamitermes tubiformans*, in West Texas. **Environmental Entomology**, v.9, p.461-466, 1980.
- BANDEIRA, A. G. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. **Acta Amazonica**, v.11, n.1, p.149-152, 1981.
- BENNET, G. W.; OWENS, J. M.; CORRIGAN, R. M. **Guia científica de Truman para operaciones de control de plagas**. Universidad de Purdue, Indiana, EUA, 510p., 1996.
- BLACK, H. I. J.; OKWAKOL, M. J. N. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites. **Applied Soil Ecology**, v.6, p.37-53, 1997.
- BRACELPA - Associação Brasileira de Papel e Celulose. Disponível em <http://www.bracelpa.org.br/bra2/index.php>. Acesso em: 20 de junho de 2012.
- CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of an eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.391-395, 2007.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Manejo Integrado de Pragas Florestais: conceitos, fundamentos ecológicos e táticas de controle**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014, 349p.
- CNA. **Plantio de eucalipto no Brasil: mitos e verdades**. Confederação da agricultura e pecuária do Brasil: Brasília, DF: 20p. 2014.
- CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the New World (Insect: Isoptera). **Arquivos de Zoologia**, v.35, p.135-260, 1998.
- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, n.25, p.378-448, 1999.
- CONSTANTINO, R. Key to soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). **Insects Systematics and Evolution**, v.31, p.463-472, 2001.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p.355-365, 2002.
- COSTA, E. C.; ARALDI, D. B. Entomofauna florestal: uma visão holística. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. (org.) **Entomologia florestal aplicada**. Santa Maria: UFSM, 2014, p.13-56.

- COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: A.M.C-L. 2002. 128p.
- CRUZ, A. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANETTI, R. E. Eficiência de cebos granulados a base de sulfluramida o de clorpirifós en el control de *Acromyrmex octospinosus* (Hymenoptera: Formicidae) en el trópico húmedo. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.26, p.67-69, 2000.
- ELISEI, T.; NUNES, J. V.; RIBEIRO JUNIOR, C.; FERNANDES. JUNIOR, A. J.; PREZOTO, F. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.958-964, 2010.
- FONTES, L. R. **Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi*, e a arborização no ambiente urbano**. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.109-124.
- FONTES, L. R. **Cupins**. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. (org.) *Entomologia florestal aplicada*. Santa Maria: UFSM, 2014, p.163-223.
- FONTES, L. R.; MONTEIRO, A. R. **Etimologia e pronúncia dos nomes científicos dos cupins**. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.19-43.
- GABRIEL, V. de A.; VASCONCELOS, A. A.; LIMA, E. F. de; CASSOLA, H.; BARRETO, K. D.; BRITTO, M. C. de. A importância das plantações de eucalipto na conservação da biodiversidade. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v.33, n.74, p.203-213, 2013.
- HARRIS, W. V. **Termites: their recognition and control**. New York, 1961. 187p.
- HOLT, J. A.; LEPAGE, M. **Termites and soil properties**. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (Ed.). *Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic, p.389-407, 2000.
- IBGE, 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=5930&z=t&o=29&i=P>. Consultado em 13 de dezembro de 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=5930&z=t&o=29&i=P>. 2015. Acesso em: 07 de fevereiro de 2016.
- JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; BERTI FILHO, E. Termite (Isoptera) diversity in *Eucalyptus*-growth areas and in forest fragments. **Sociobiology**, v.53, p.805-827, 2009.

- KRISHNA, K.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world: 1. Introduction. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.377, n.1, p.1-200, 2013.
- MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. **Os cupins**. In: MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. (Eds.). Insetos e outros invasores de residências. Piracicaba: FEALQ, v.6, 1999. p.35-90.
- MARSARO JÚNIOR, A. L.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; LIMA, C. A.; DELLA LUCIA, T. M. C. Preferência de corte de *Eucalyptus spp.* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, v.17, p.171-174, 2007.
- MATRANGOLO, C. A. R.; CASTRO, R. V. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; DELLA LUCIA, R. M.; MENDES, A. F. N.; COSTA, J. M. F. N.; LEITE, H. G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.952-957, 2010.
- MILANO, S.; FONTES, L. R. **Controle de cupins: Inteligência humana x sabedoria natural**. In: Cupim e cidade: implicações ecológicas e controle. São Paulo, Brasil, 2002, p.21-32.
- PARIHAR, D. R. Termite problem in desert plantations. **Annals of Arid Zone**, v.19, n.3, p.329-334, 1980.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. **Manual de pragas em florestas**. Viçosa: IPEF, 1993. 111p.
- RIBEIRO, G. T.; MENDONÇA, M. C.; MESQUITA, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; CARVALHO, G. S. Spittlebug *Cephisus siccifolius* damaging eucalypt plants in the State of Bahia, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.723-726, 2005.
- SALES, M. J. D.; MATOS, W. C.; REIS, Y. T.; RIBEIRO, G. T. Frequência e riqueza de cupins em áreas de plantio de eucalipto no litoral norte da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1351-1356, 2010.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2012.
- SHI, P. J.; HUI, C.; MEN, X. Y.; ZHAO, Z. H.; OUYANG, F.; GE, F.; JIN, X. S.; CAO, H. F.; LI, B. L. Cascade effects of crop species richness on the diversity of pest insects and their natural enemies. **Science China Life Sciences**, v.57, n.7, p.718–725, 2014.
- SILVA, A. P. T.; CUNHA, H. F.; RICARDO, J. A. D.; ABOT, A. R. Espécies de cupins (Isoptera) em cultura de eucalipto sob diferentes sistemas de manejo de irrigação, em região

de transição cerrado- pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.137-146, 2015.

SOUSA-SOUTO, L.; GUERRA, M. B. B.; SCHOEREDER, J. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, W. L. Determinação do fator de conversão em colônias de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) e sua relação com a qualidade do material vegetal cortado. **Revista Árvore**, v.31, p.163-166, 2007.

VARMA, R. V.; SWARAN, P. R. Diversity of termites in a young eucalypt plantation in the tropical forests of Kerala, India. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.27, p.95-101, 2007.

ZANUNCIO, J. C. (Coord.). **Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle**. Viçosa, MG: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Sociedade de Investigações Florestais, Folha Florestal, 1993. 140p.

ZANUNCIO, J. C., SANTOS, G. P., ZANUNCIO, T. V.; SMITH, M. R. B. Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados a eucaliptocultura: V- Região de Belo Oriente, MG., Junho de 1986 a Maio de 1987. **Revista Árvore**, v.14, n.1, p.35-44, 1990.

4. ARTIGO 1

TÉRMITAS EM ÁREAS DE EUCALIPTO E DE VEGETAÇÃO NATIVA NO NORDESTE DA BAHIA, BRASIL

Periódico submetido: Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB

RESUMO

Os térmitas têm sido apontados como pragas florestais. No entanto, no Brasil não há consenso sobre quais espécies causam danos ou quais condições ambientais promovem a infestação. O objetivo deste estudo foi analisar a biota de térmitas em áreas de eucalipto e vegetação nativa sob condições edafoclimáticas semelhantes em três localidades da Bahia e fornecer informações para estabelecimento de um Programa Integrado de Manejo de Térmitas. Os térmitas foram amostrados em transectos e o hábito de alimentação foi avaliado pela observação direta. Treze espécies de térmitas foram coletadas. A serapilheira foi o principal recurso explorado por todas as espécies amostradas. A maior similaridade ocorreu entre as áreas plantadas com eucalipto em Aramari e Esplanada. A área com eucalipto em Alagoinhas apresentou menor similaridade em relação às demais e a menor riqueza foi encontrada na área nativa em Esplanada. As espécies de térmitas consideradas como pragas exibiram baixa frequência ou estiveram ausentes. A participação dos térmitas no processo de decomposição da necromassa sugere que eles podem ser um importante direcionador do funcionamento do ecossistema florestal, principalmente em zonas semiáridas. Entender como essas relações funcionam pode ser a chave para transformar o status atual desse grupo em plantações florestais.

Palavras-chave: Blattodea, Termitidae, floresta plantada, amostragem.

ABSTRACT

Título: Termites in eucalyptus and in the native vegetation in northern Bahia, Brazil

Termites have been designated as forest pests. However, in Brazil, there is no consensus about which species causes damage, or what environmental conditions promote the infestation. The purpose of this study was to analyze the termite biota in eucalyptus plantations and in native vegetation in three localities of Bahia and to provide information for Integrated Termite Management Programs. The termites were sampled by using a transect protocol and their feeding habits were assessed by a direct observation of their microhabitats. Thirteen species of termites were collected. Litter was the main resource exploited by all of the species. The greatest similarity occurred between the areas planted with eucalyptus in Aramari and in Esplanada. The eucalyptus area in Alagoinhas showed less similarity when compared with the others and the lowest richness was found in the native areas of Esplanada. The species of termites that are considered as pests exhibited a low frequency or were absent. The participation of termites in the process of necromass decomposition suggests that they may be an important driver of forest ecosystem functioning, mainly in the semi-arid zones. Understanding how these relationships work may be the key to transforming the current status of this group in forestry plantations.

Key-words: Blattodea, Termitidae, managed forest, sampling.

4.1. Introduction

Termites have been designated as plagues in many parts of the world (Constantino, 2002; Sileshi et al., 2005; Riggins et al., 2014). However, the Brazilian surveys of termite biotas in forest plantations are incomplete. Some authors have claimed that the negative impacts of these insects on forestry have been exaggerated, by including species that were simply found on the plants that were attacked by other termites, or by other biological agents, in addition to those termites discovered in dead wood adjacent to the susceptible trees (Calderon & Constantino, 2007; Junqueira et al., 2009).

Integrated Pest Management (IPM), which reconciles sustainable production with biodiversity conservation is now widely practiced worldwide (Gabriel et al., 2013; Cuello et al., 2014; Saunders, 2017). In the context of forestry plantations in Brazil, a first step in termite control is the identification of the species that is responsible for the damage and determining at what age and under what environmental conditions the trees are susceptible (Sales et al., 2010; Silva et al., 2015).

The taxonomic identification and the detailed knowledge about the habits of these species that are considered as key pests, provide fundamental tools for the elaboration of control strategies that can keep the populations of the pests below a level of any economic damage (Gabriel et al., 2013; Cuello et al., 2014).

This study has sampled and characterized termites in four to five year old eucalyptus plantations and in control plots under similar edaphoclimatic conditions in native vegetation, in three localities in the State of Bahia, Brazil. The aim was to pinpoint those species with a pest potential and to establish a check list for future monitoring.

4.2. Materials and Methods

4.2.1. Study Area

The site locations and their details are given in Table 1. Three pairs of plots were selected at each site, where each pair consisted of two plots: a eucalyptus plantation controlled by Bahia Specialty Cellulose and an adjacent area of native vegetation. The plantations were 4-5 years old, at which point they were suitable for harvesting. The sites were sampled from March 2016 to May 2016.

4.2.2. Methodology

The sampling was based on the transect protocol of Jones and Eggleton (2000), with modifications. Each plot (i.e., a plantation or the native vegetation) accommodated three transects, each of which consisted of five sections of 6 m x 1.5 m, separated from each other by a 6 m gap. None of the transect lines were less than 20 m from the boundary of the plot, or less than 50 m from the adjacent transect. Thus, each transect was sampled at 45 m² and summed together, the transects were sampled at 135 m² per plot.

The orientations of the transect lines were determinate subjectively, in order to fit the dimensions of each plot and its topography (Jones & Eggleton, 2000; Sales et al., 2010; Oliveira et al., 2013; Diehl et al., 2014). In the native vegetation transect orientations, as much as possible followed that of the corresponding plantation plot.

The termites were sampled from arboreal nests (up to 2 m high), in the bark, at the bases of trees, in the litter from anywhere in the plot, from and under stumps and under rocks and stones. Their feeding habits were assessed by a direct observation of their microhabitats and three groups of cellulosic resources were established: litter (leaves and thin branches);

wood in decomposition (a presence of fungus and humidity) and sound wood (stumps, trunks and standing trees).

A sample effort of 1 hour per person was spent in each section and in all of the plots. The collecting was performed by the same people who had been previously trained.

The specimens were preserved in 70% ethanol and they were provisionally identified by following the keys that are available in the literature. They were further checked against the museum collections of the Federal University of Sergipe and the Federal University of Viçosa.

The data was evaluated through the usage of the faunistic analysis technique, by calculations of the Dominance Limit: $DL = 100 \times (1 / S)$, where DL was the Dominance Limit and where S was the total number of species; this was together with the frequency calculations of $RF = 100 \times (n / N)$, where n was the number of collections of each species in the area and where N was the total number of collections. When the total RF value of a species was higher than the DL, it was considered as being dominant and when it was lower, it was considered as being non-dominant. A Multivariate analysis was performed through the usage of Excel, together with the PAST program and the Bray-Curtis Dissimilarity Index.

4.3. Results and Discussion

The researchers sampled thirteen species of termites, belonging to the families of Rhinotermitidae (1) and Termitidae (12) (Table 2). The Dominance Limit (DL) was 7.7%. Among the 13 species found, 5 were considered dominant ($DL < RF$), with all of them belonging to the family of Termitidae. *Velocitermes heteropterus* Silvestri ($RF=25.7\%$) and *Microcerotermes exiguus* Hagen ($RF=14.9\%$) presented higher relative frequencies and they occurred in all of the plots. *Nasutitermes corniger* Motschulsky ($RF=13\%$) and *Nasutitermes kemneri* Snyder & Emerson ($RF=9.4\%$) did not occur in all of the plots, while *Amitermes amifer* Silvestri ($RF=8.7\%$) only occurred in the plots with eucalyptus.

Among the five dominant species, *V. heteropterus* and *N. kemneri* were not related to any damage, but they were acknowledged as being nutrient re-cyclers (Constantino, 2002; Oliveira et al., 2013). *M. exiguus* and *A. amifer* have been previously mentioned as being urban pests, however, they were of a secondary importance and only *N. corniger* has been truly cited as being an urban pest, while also being a pest of heartwood (Constantino, 2002). *N. corniger* occurs from Mexico to Northern Argentina and it is recognized as a major and widespread urban pest in South America (Constantino, 2002). It is a non-endemic species, but it is in an expanding invasion into Florida, USA, probably as a result of a dispersal flight

originating from an infested boat docked in the area (Scheffrahn et al., 2014). In Brazil, *Syntermes* sp, *Cornitermes* sp and *Coptotermes testaceus* are considered to be the main pests of eucalyptus (Constantino, 2002; Dos Santos et al., 2016; Silva et al., 2016), but they were not collected in the sampled areas.

Several studies have been carried out with the purpose of elaborating the parameters for termite classification in feeding groups (Bourguignon et al., 2011). However, the field observations showed that the species that were sampled in the plots exploited various types of cellulosic resources, at different stages of decomposition, evidencing that there were several elements that were involved in termite nutritional biology (Eggleson & Tayasu, 2001). In order to understand the behavior of termites in forestry plantations, three groups of cellulosic resources were established from a direct field observation: litter (leaves and thin branches); decayed wood (a presence of fungus and humidity); and undecayed wood (stumps, trunks and standing trees).

Litter was the main resource that was exploited by all of the species (Table 2). The expressive consumption of this resource was in accordance with the precepts of the theory of optimal foraging, whereby to increase their capability in the environment, the different species all minimized the energy cost spent on food demand, according to its quality and supply (Bartumeus et al., 2014). The greater intensity of litter exploitation by the termite species was probably due to the fact that leaves and thin branches were the most abundant cellulosic resources in the plots within the eucalyptus plantations, promoting a regular distribution and an easy digestion, increasing the termites' chances of success. Thus, an energy-poor source, but closer to the nest, would allow for greater gains in energy, due the uncertainty of the reliability of sources that were richer, but that were more distant. Among the termite foraging strategies, finding, exploiting and defending the food resource involved a high energy cost, which depended upon the distance to the nest, the distribution of the resources, the presence of predators and the environmental temperature (Eggleson & Tayasu, 2001; Cristaldo et al., 2016).

Decayed wood was the second resource that was most exploited by the termites. Most of the termite species used wood at different stages of decomposition as a source of energy and this attractiveness may be a consequence of the changes in nutritional value, due to the actions of fungi (Gazal et al., 2012). However, this process was not restricted by an additional exploitation of undecayed wood as a resource. Undecayed wood was the resource that displayed less of a competition between the termite species that were sampled and although it expressed a high energy, it was finite and with an irregular distribution (Eggleson & Tayasu, 2001). Six species, the five dominant ones and the Rhinotermitidae species exploited the

undecayed wood. In doing so, they showed a high adaptability and a capacity for exploiting all of this resource, since the consumption of wood by these termites was apparently determined by properties that were related to their ability to masticate, digest and assimilate it (Vasconcellos & Moura, 2010).

V. heteropterus stood out for its ecological role as a nutrient re-cycler. 95% of its sample was in the litter and its higher dominance may have occurred due to its behavior of a massive recruitment of individuals on foraging excursions (Figure 1) (Oliveira et al., 2013; Haifig et al., 2015). On the other hand, *N. corniger* presented the highest consumption of undecayed wood (17%) among all of the species sampled, but it showed differences in the exploitation of resources among the various plots. This termite species demonstrated a high attractiveness to decayed wood (Gazal et al., 2012), but this process was not a pre-requisite. It adapted well to the urban environment and it fed on a broad range of structural lumber and other wood products in the urban areas (Constantino, 2002, Scheffrahn et al., 2014).

The field observations demonstrated a generalist and specialist behavior of *N. corniger*, with a high capacity of adaptability to the environmental conditions. Under the experimental conditions, the consumptions by three species of *Nasutitermes* corresponded to approximately 2.9% of the annual production of wood-litter in the study area belonging to the Atlantic Rain Forest. When summed with the consumptions of the other locally occurring species, the termites were very clear in demonstrating their importance for removing the litter and the wood (Vasconcellos & Moura, 2010). The comminution of the plant residues, as well as their removal and the burial of matter from the surface, as well as the mixing of these fragments with the soil by the termites, increased the breakdown and the exposure of the substrate (Dawes, 2010).

The characteristics of a eucalyptus crop, such as the 4-6 year cycle and the natural pruning of the lateral branches, promoted an intense deposition of litter. This formed a layer that covered the soil, providing cellulosic resources and accommodation for the termites throughout the year, leading to a greater species richness and higher frequencies in the transects. *Anoplotermes* sp., *Subulitermes microsoma* Silvestri, *A. amifer* and *Termes* sp. were sampled in the eucalypti plots and in the native vegetation; no exclusive species occurred or were found. All of the species that were sampled in both the eucalyptus and in the native vegetation plots occurred at higher frequencies in the eucalyptus plantations, where they had an abundant supply of food in the form of cellulose and with very few competitors (Kumar & Pardeshi, 2011).

The similarity between the Alagoinhas and the Aramari plots in the native vegetation can be explained by the fact that these landscapes are under the influence of a high degree of

anthropization (Figure 2). Shrub species predominate in these plots and they are exploited by the surrounding communities through woodcutting, the grazing of animals, together with the passage of animals and motorcycles, all of which facilitate to an incidence of light on the ground at several points. The low frequency of exclusive litter feeders in all of the native vegetation plots maybe occurred because of changes in the microclimatic conditions, which can modify the availability of niches. Only those species with more of a tolerance and with a greater adaptability and capacity for exploiting the cellulosic sources can establish themselves in the environmental conditions that are constantly changing (Vasconcellos et al., 2010; Almeida et al., 2017). With less of an influence of the surrounding community, the vegetational structure in the native vegetation in Esplanada (belonging to the Atlantic Forest) showed the presence of trees and shrubs that promoted sunlight filtering through its canopies and the formation of a litter layer deposited on the soil surface. The similarity of the termite biota between this plot and the eucalyptus plantations can be related to the greater quantity and the better quality of the cellulosic resources that were available in this Esplanada environment.

The highest similarity occurred between the Aramari and the Esplanada plots that displayed the eucalypti plantations. This was due the occurrence of all of those species that exceeded the dominance limit, with a high frequency of *M. exiguus* and *N. corniger* and with a low frequency of *A. amifer*, *V. heteropterus* and *Termes* sp., which were only sampled in these two plots. In Alagoinhas, the plot with eucalyptus presented less of a similarity when compared to the others, due to the exclusive occurrence of *S. microsoma* and a high frequency of *Diversitermes castaniceps* Holmgren, *V. heteropterus* and *A. amifer*, as well as with a low frequency of *M. exiguus*. This was together with no occurrence of *N. corniger*.

Studies have indicated that termites are key ecosystem engineers, as well as nutrient recyclers (Dawes, 2010), with actions that make them providers of excellent ecosystem services. By acting in the environment and by building a network of channels in the soils, as well as by their detritus habits, termites can influence both the fertility and the water penetration in the soils. In terms of excavation, foraging and nesting, termites create extensive networks of galleries and channels connected to the soil surface, which positively contribute to soil rehabilitation and ecosystem productivity, a function that is widely recognized in the scientific milieu, despite the small number of experiments (Mando et al., 1999; Dawes, 2010), which have mainly been conducted in semi-arid environments.

The lack of information on the true role of termites in the environment, including those species that occur in the eucalyptus plantations, makes it difficult to establish Termite Integrated Management programs in these areas. Thus, without the basic information that can

guide the need for intervention for the control of termites in a given area or region, the decision-making constantly rests upon a treatment with termiticide on all of the eucalyptus seedlings, whilst they are still in the nursery. This happens prior to the outward shipment for a field planting, especially when it is to an area that is already under suspicion of possible termite damage (Dos Santos et al., 2016; Silva et al., 2016). Cost-benefit assessments of the treatment applications for these termites, including the environmental costs, should take into account the impacts on the reduction of soil biodiversity and the ecosystem services promoted by these termites, both in terms of the magnitude and the duration of the effects of these termiticides on the environment (Steinbauer & Peveling, 2011; Bonmatin et al., 2014).

In the areas that have been evaluated in this study, the absence of termite species that are considered as pests in eucalyptus plantations evidences that it is not necessary to conduct preventive treatments on the seedlings with termiticide, thus avoiding unnecessary expenses. This is in addition to meeting the international requirements of environmental certification, such as from the FSC (Forest Stewardship Council) (Silva et al., 2016). Moreover, studies on how to manage the different varieties of food available in the environment, in order to support the termite populations that promote these ecosystem services, without damaging the crops, are important. Furthermore, any validating of the managerial decisions to control subterranean termites in a given area or region is incipient. Understanding how these relationships work may be the key to transforming the current status of this group of insects in forestry plantations.

4.4. Conclusions

- 1 The participants in the process of necromass decomposition as a result of foraging as observed in this study suggests that termites may be an important driver of forestry ecosystem functioning, mainly in the semi-arid zones.
- 2 Evaluations have shown that the termites in native areas do not act as a repository for pest species, since the sampled biota appears to be more related to available cellulosic resources and environmental conditions.
- 3 The species of termites considered in the literature as pests, when found in the sample plots, exhibited a low frequency, justifying that it is not necessary for previous treatments of the seedlings destined for planting.
- 4 Understanding termite influences in soil productive processes and their colony dynamics becomes important for the establishment of Integrated Termite Management Programs in eucalyptus plantations and this deserves further investigation.

Acknowledgements

This study was financed in part by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq), the Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE) - Brasil, the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES - Finance Code 001), and the Financiadora de Estudos e Projetos - Brasil (FINEP).

A special thanks to teacher Og de Souza, UFV.

4.5. References

- ALMEIDA, C. S.; CRISTALDO, P. F.; FLORENCIO, D. F.; RIBEIRO, E. J. M.; CRUZ, N. G.; SILVA, E. A.; COSTA, D. A.; ARAÚJO, A. P. A. The impact of edge effect on termite community (Blattodea: Isoptera) in fragments of Brazilian Atlantic Rainforest. **Brazilian Journal of Biology**, v.77, n.3, p.519–526, 2017. DOI:10.1590/1519-6984.17815
- BARTUMEUS, F.; RAPOSO, E. P.; VISWANATHAN, G. M.; DA LUZ, M. G. E. Stochastic optimal foraging: tuning intensive and extensive dynamics in random searches. **PLoS ONE**, v.9, n.9, 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0106373
- BONMATIN, J. M.; GIORIO, C.; GIROLAMI, V.; GOULSON, D.; KREUTZWEISER, D. P.; KRUPKE, C.; LIESS, M.; LONG, E.; MARZARO, M.; MITCHELL, E. A. D.; NOOME,

- D. A.; SIMON-DELISO, N. TAPPARO, A. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n.1, 35–67, 2014. DOI:10.1007/s11356-014-3332-7
- BOURGUIGNON, T.; ŠOBOTNÍK, J.; LEPOINT, G.; MARTIN, J. M.; HARDY, O. J.; DEJEAN, A.; ROISIN, Y. Feeding ecology and phylogenetic structure of a complex neotropical termite assemblage, revealed by nitrogen stable isotope ratios. **Ecological Entomology**, v.36, p. 261–269, 2011.
- CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of a eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, 36, p.391-395, 2007.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.355-365, 2002.
- CRISTALDO, P. F.; ARAÚJO, A. P. A.; ALMEIDA, C. S.; CRUZ, N. G.; RIBEIRO, E. J. M.; ROCHA, M. L. C.; SANTANA, A. S.; SANTOS, A. A.; PASSOS, A.; SOUZA, O. DE; FLORENCIO, D. F. Resource availability influences aggression and response to chemical cues in the neotropical termite *Nasutitermes* aff. *coxipoensis* (Termitidae: Nasutitermitinae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 2016. DOI: 10.1007/s00265-016-2134-y
- CUELLO, E. M.; ANDORNO, A. V.; HERNÁNDEZ, C. M.; DELL' ARCIPRETE, V.; BOTTO, E.N. Primeros estudios sobre asociaciones tróficas de interés para la sanidad forestal en *Eucalyptus* spp. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v.73, n.3-4, p.183-186, 2014.
- DAWES, T. Z. Reestablishment of ecological functioning by mulching and termite invasion in a degraded soil in an Australian savanna. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, n.10, p.1825–1834, 2010. DOI:10.1016/j.soilbio.2010.06.023
- DIEHL, E.; DIEHL-FLEIG, E.; ALBUQUERQUE, E. Z.; JUNQUEIRA, L. K. Richness of termites and ants in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Sociobiology**, v.61, n.2, p.145-154, 2014.
- DOS SANTOS, A.; ZANETTI, R.; DOS SANTOS, J. C.; BIAGIOTTI, G.; EVANGELISTA, A. L.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Persistence of fipronil residues in *Eucalyptus* seedlings and its concentration in the insecticide solution after treatment in the nursery. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.188, n.5, 2016. DOI:10.1007/s10661-016-5304-5
- EGGLETON, P.; TAYASU, I. Feeding groups, lifetypes and the global ecology of termites. **Ecological Research**, v.16, p. 941–960, 2001.

- GABRIEL, V. A.; VASCONCELOS, A. A.; LIMA, E. F.; CASSOLA, H.; BARRETO, K. D.; BRITTO, M. C. A importância das plantações de eucalipto na conservação da biodiversidade. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v.33, n.74, p.203-213, 2013.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Decayed wood affecting the attraction of the pest arboretum termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae) to resource foods. **Sociobiology**, v.59, n.1: p.287-295, 2012.
- HAIFIG, I.; JOST, C.; FOURCASSIÉ, V.; ZANA, Y.; COSTA-LEONARDO, A. M. Dynamics of foraging trails in the neotropical termite *Velocitermes heteropterus* (Isoptera: Termitidae). **Behavioral Processes**, v.118, p.123–129, 2015. DOI:10.1016/j.beproc.2015.06.010
- JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, v.37, p.191–203, 2000.
- JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; BERTI FILHO, E. Termite (Isoptera) diversity in *Eucalyptus*-growth areas and in forest fragments. **Sociobiology**, v.53, p.805-827, 2009.
- KUMAR, D.; PARDESHI, M. Biodiversity of Termites in Agro-ecosystem and Relation between their Niche Breadth and Pest Status. **Journal of Entomology**, v.8, p.250-258, 2011.
- MANDO, A.; BRUSSAARD, L.; STROOSNIJDER, L. Termite and mulch mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. **Restoration Ecology**, v.7, n.1, p. 33–41, 1999.
- OLIVEIRA, A. P. de; GONDIM, P. C.; SILVA, O. P. R. da; OLIVEIRA, A. N. P. de; GONDIM, S. C.; SILVA, J. A. Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.8, p.830-834, 2013.
- RIGGINS, J.; LITTLE, N. S.; ECKHARDT, L. G. Correlation between infection by ophiostomatoid fungi and the presence of subterranean termites in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) roots. **Agricultural and Forest Entomology**, v.16, p. 260–264, 2014. DOI: 10.1111/afe.12053
- SALES, M. J. D.; MATOS, W. C.; REIS, Y. T.; RIBEIRO, G. T. Frequência e riqueza de cupins em áreas de plantio de eucalipto no litoral norte da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1351-1356, 2010.
- SAUNDERS, M. E. Ecosystem services in agriculture: understanding the multifunctional role of invertebrates. **Agricultural and Forest Entomology**, v.20, n. 2, p.298-300, 2017. DOI: 10.1111/afe.12248

- SCHEFFRAHN, R. H.; HOCHMAIR, H. H.; KERN, W. H.; WARNER, J.; KRECEK, J.; MAHARAJH, B.; CABRERA, B. J.; HICKMAN, R. B. Targeted elimination of the exotic termite, *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), from infested tracts in southeastern Florida. **International Journal of Pest Management**, v.60, n.1, p.9–21, 2014. DOI:10.1080/09670874.2014.882528
- SILESHI, G.; MAFONGOYA, P. L.; KWESIGA, F.; NKUNIKA, P. Termite damage to maize grown in agroforestry systems, traditional fallows and monoculture on nitrogen-limited soils in eastern Zambia. **Agricultural and Forest Entomology**, v.7, p.61–69, 2005.
- SILVA, A. P. T.; CUNHA, H. F.; RICARDO, J. A. D.; ABOT, A. R. Espécies de cupins (Isoptera) em cultura de eucalipto sob diferentes sistemas de manejo de irrigação, em região de transição cerrado-pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.137-146, 2015.
- SILVA, E.; SANTOS, A.; KORASAKI, V.; EVANGELISTA, A.; BIGNELL, D.; CONSTANTINO, R.; ZANETTI, R. Does fipronil application on roots affect the structure of termite communities in eucalypt plantations? **Forest Ecology and Management**, v.377, p.55–60, 2016. DOI:10.1016/j.foreco.2016.06.035
- STEINBAUER, M. J.; PEVELING, R. The impact of the locust control insecticide fipronil on termites and ants in two contrasting habitats in northern Australia. **Crop Protection**, v.30, n.7, p.814–825, 2011. DOI:10.1016/j.cropro.2011.02.001
- VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; MOURA, F. M. S.; ARAÚJO, V. F. P.; GUSMÃO, M. A. B.; CONSTANTINO, R. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.74, n.2, p.298–302, 2010. DOI:10.1016/j.jaridenv.2009.07.007
- VASCONCELLOS, A.; MOURA, F. M. S. Wood litter consumption by three species of *Nasutitermes* termites in an area of the Atlantic Coastal Forest in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v.10, n.72, 2010.

Table 1: List of selected areas and their edaphoclimatic characteristics. Data provided by the company.

Locality	Alagoinhas	Aramari	Esplanada
GPS	11.9S 38.4W	12.0S 38.5W	11.5S 37.9W
Native vegetation	Semidecidual Seasonal Forest	Transition Cerrado and Caatinga	Atlantic Rainforest
Climate	BSh tropical semi-humid	BSh dry sub-humid	BSh tropical semi-humid
Average temperature (°C)	25.6	25.0	26.5
Average rainfall (mm)	1300	1000	1100
Soil	Argissolo Amarelo Distrófico		

Data base: Bahia Specialty Cellulose – BSC

Table 2: List of species collected by family. Partial and total Relative Frequencies (RF) and the total of termites sampled in the three areas in the northern coastal region of Bahia, Brazil. L1 = Alagoinhas; L2 = Aramari; L3 = Esplanade; E = Eucalyptus plantation; N = Native vegetation; * = dominant species; CS = Cellulosic Source; L= litter; D = decayed wood; U = undecayed wood.

Species	Partial RF						Total RF (%)	CS
	L1		L2		L3			
	E	N	E	N	E	N		
Rhinotermitidae								
<i>Heterotermes sulcatus</i>	0.2	0.07	0.07	-	0.07	-	2.6	LDU
Termitidae: Apicotermitinae								
<i>Anoplotermes sp</i>	0.07	-	0.07	-	0.13	-	1.0	L
Termitidae: Nasutitermitinae								
<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	0.07	0.07	-	0.07	-	-	1.3	L
<i>Diversitermes castaniceps</i>	0.34	-	-	-	-	0.07	2.6	L
<i>Nasutitermes corniger</i>	-	-	0.53	0.13	0.33	0.07	13.1*	LDU
<i>Nasutitermes kemneri</i>	-	0.07	0.6	0.27	0.07	-	9.4*	LDU
<i>Nasutitermes sp</i>	-	0.53	-	0.13	0.07	-	5.5	LD
<i>Subulitermes microsoma</i>	0.07	-	-	-	-	-	0.3	L
<i>Velocitermes heteropterus</i>	0.73	0.33	0.27	0.13	0.27	0.2	25.7*	LDU
Termitidae: Termitinae								
<i>Amitermes amifer</i>	0.67	-	0.27	-	0.13	-	8.7*	LDU
<i>Cylindrotermes sapiranga</i>	0.07	0.07	0.07	-	0.13	-	1.6	LD
<i>Microcerotermes exiguus</i>	0.07	0.07	0.67	0.07	0.73	0.47	14.9*	LDU
<i>Termes sp</i>	-	-	0.07	-	0.13	-	0.8	LD
Richness	9	7	9	6	10	4	-	

Figure 1: Distribution in the Cellulosic Source groups (L= litter; D = decayed wood; U = undecayed wood) of the dominant termite species collected in the areas within the eucalyptus plantation (EUC) and in the native vegetation (NAT) in the northern coastal region of Bahia, Brazil.

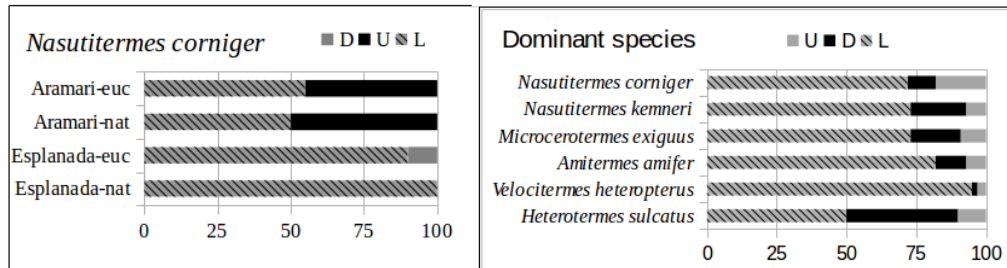
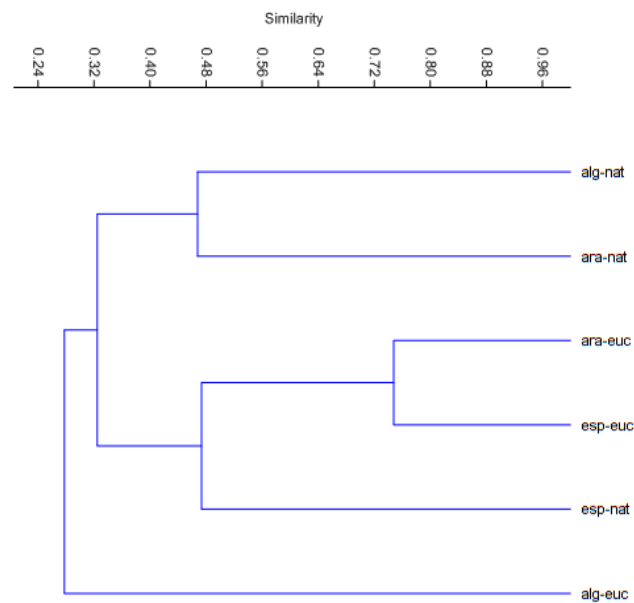


Figure 2: Similarity between the areas sampled in the three areas evaluated in the northern coastal region of Bahia, Brazil. Esp = Esplanada; Ara = Aramari; Alg = Alagoinhas; Euc = Eucalyptus plantation; Nat = Native vegetation.



5. ARTIGO 2

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE TÉRMITAS ARBORÍCOLAS A MUDAS DE EUCALIPTO.

Periódico submetido (ou a ser submetido): a ser escolhido

RESUMO

Em áreas onde a cultura do eucalipto está estabelecida são encontrados, com frequência, os térmitas arborícolas, que são considerados pragas de cerne e há ausência, ou baixa frequência, das espécies de térmitas, que são consideradas pragas de mudas. O objetivo deste estudo foi caracterizar as injúrias promovidas pelos térmitas arborícolas, *Nasutitermes corniger* e *Microcerotermes exiguus*, em mudas de eucalipto. Estabeleceram-se quatro tratamentos com diferentes níveis de interferência no vigor de plantas jovens de eucalipto (muda) sobre a atratividade dos térmitas. Os tratamentos foram: mudas de eucalipto sadias, mudas com afogamento de coleto, mudas com stress hídrico e mudas com dano mecânicos. *M. exiguus* não exibiu potencial para promover dano em mudas de eucalipto, mesmo que injuriadas. *N. corniger* apresentou potencial para promover danos indiretos às mudas de eucalipto. O conhecimento do potencial de dano espécies presentes e o padrão do ataque são os fatores que geram os parâmetros técnicos necessários para a tomada de decisão quanto ao controle.

Palavras-chave: Termitidae, floresta plantada, praga chave, manejo de pragas.

ABSTRACT

Título: Behavior of arboreal termites on eucalyptus seedlings

In areas where eucalyptus cultivation is established, arboreal termites are often found, being heartwood pests. However, there was an absence, or a low frequency of those termite species which are considered pests of the seedlings. The lack of information about the true role of termites in the environment makes it difficult to make decisions about their control. The objective of this study was to characterize the injuries that are promoted by the termites *Nasutitermes corniger* and *Microcerotermes exiguus* in eucalyptus seedlings. This was established by four treatments, with different levels of interference on the vigor of the young eucalyptus plants (seedlings), and on the plant's attractiveness to the termites. The treatments were: healthy eucalyptus seedlings, seedlings with a drowning of their collar, seedlings with hydric stress, and those with mechanical damage. *Microcerotermes exiguus* did not exhibit a potential to promote damage in the eucalyptus seedlings, even if injured. *Nasutitermes corniger* presented a potential to promote an indirect damage to the eucalyptus seedlings. The knowledge of the damage potential of the species and their patterns of attack were the factors that generated the necessary technical parameters for the control decisions.

Key-words: Termitidae, managed forest, seedling injury

5.1. Introdução

Estudos indicam que os térmitas são engenheiros-chave do ecossistema, bem como recicladores de nutrientes (Dawes, 2010), ações que os tornam fornecedores de excelentes serviços ecossistêmicos. Atuando no meio ambiente através da construção de uma rede de canais no solo, bem como pelo hábito detritívoro, os térmitas podem influenciar tanto a fertilidade quanto a penetração da água nos solos, principalmente nas zonas semiáridas. No Brasil, os levantamentos da biota de térmitas em plantações florestais são incompletos e alguns autores afirmam que os impactos negativos desses insetos sobre a silvicultura têm sido exagerados (Calderon & Constantino, 2007; Junqueira et al., 2009).

Nas áreas onde a cultura do eucalipto está estabelecida são encontrados com frequência os térmitas arborícolas *Nasutitermes corniger* Motschulsky e *Microcerotermes exiguus* Hagen que são considerados pragas de cerne de importância secundária (Constantino,

2002; Sales et al., 2010). Porém, a capacidade detritívora, o comportamento oportunista na exploração dos recursos alimentares por parte dessas espécies e a falta de clareza quanto às condições que promovem a atratividade alimentar fazem com que haja uma superestimação na capacidade de dano promovido por esses e outros térmitas.

Sem as informações básicas que possam guiar a necessidade de intervenção para o controle de térmitas em uma determinada área ou região, a tomada de decisão recai constantemente sobre um tratamento com termiticida em todas as mudas de eucalipto, enquanto ainda estão no viveiro. O objetivo deste estudo foi caracterizar as injúrias promovidas pelos térmitas arborícolas *Nasutitermes corniger* e *Microcerotermes exiguus* em mudas de eucalipto e testar a atratividade em relação às mudas submetidas a diferentes tratamentos.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Local e data do estudo

Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Florestal – LEFLO, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe - UFS, localizado no município de São Cristóvão, SE.

Os testes tiveram a duração total de nove dias. A temperatura média foi a 24°C, umidade relativa média de 80% com foto período de 12 horas de escuro e 12 horas de claro.

5.2.2. Arena de teste

A unidade experimental, denominada arena, foi estabelecida contendo um recipiente central com quatro saídas equidistantes e independentes, ligadas por um tubo de silicone de 8 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro a quatro mudas de eucalipto (Figura 1A). As mudas de eucalipto receberam tratamento prévio a fim de simular características que possam interferir no forrageamento dos térmitas, sendo uma muda sadia, uma com afogamento de coleto, uma com stress hídrico e uma com dano mecânico.

Foram estabelecidas cinco repetições contendo térmitas e as mudas com os danos simulados e, para fins de controle, uma repetição com térmitas somente com mudas sadias e outra sem térmitas com as mudas com danos simulados (Figura 1B).

5.2.3. Coleta de térmitas e proporção de indivíduos

Os espécimes foram retirados diretamente de ninhos coletados na área do *Campus* da UFS, em São Cristóvão. Foi utilizado um ninho para cada espécie de térmita escolhida. Os ninhos após a coleta foram deixados durante 1 hora em descanso antes de serem abertos.

A proporção de indivíduos utilizada por repetição foi de quatro operários para um soldado. Em cada repetição foram colocados para *M. exiguus*, 40 operários/10 soldados e para *N. corniger*, 60 operários/15 soldados.

Após serem separados em placas de petri, os grupos de operários e soldados foram deixados no escuro durante 1 hora antes de serem colocados nas arenas.

5.2.4. Leitura

As observações como exploração das mudas e consumo do material vegetal foram realizadas diariamente durante todo o período experimental.

5.3. Resultados

5.3.1. *Microcerotermes exiguus* Hagen

O número de indivíduos de *M. exiguus* utilizados foi menor devido à baixa presença de soldados e também ao fato de que o abdômen dos operários se mostrou muito tenro, apresentando sensibilidade no momento da manipulação do ninho, com elevada mortalidade. As mudas de eucalipto ofertadas não apresentaram atratividade e não foram observados sinais de alimentação e, ao fim de cinco dias, os indivíduos de todas as arenas foram encontrados mortos. Mesmo com um breve período de sobrevivência, foi observado que os indivíduos circularam por mais de uma das mudas através dos tubos de silicone e pela presença no interior dos tubos da terra removida devido ao comportamento de tunelamento no substrato.

Indivíduos de *M. exiguus* exploraram a parte aérea das mudas de eucalipto, porém não houve consumo de nenhum material vegetal ou dano na altura do coleto. Foi constatada a presença de raízes novas nas mudas e não foi encontrado nenhum sinal de consumo ou atividade na rede de raízes que se formava devido ao desenvolvimento da planta nas embalagens (tubetes).

5.3.2 *Nasutitermes corniger* Motschulsky

No ninho de *N. corniger* havia presença de pré-alados, abundância de soldados e operários e estes se mantiveram íntegros durante a manipulação. Os indivíduos desta espécie mostraram boa adaptação às condições de laboratório onde sobreviveram até os nove dias estipulados como limite. Somente em uma arena os indivíduos não consumiram nenhum material e cessaram atividade aos cinco dias.

Os indivíduos de *N. corniger* mostraram-se muito ágeis e conseguiram explorar as mudas durante a primeira hora, comportamento percebido pela movimentação dos operários e terra depositada nos tubos de silicone. Operários e soldados foram observados durante o forrageamento (Figura 2A).

Em três das arenas contendo diferentes qualidades de mudas de eucalipto, os indivíduos se instalaram no recipiente da muda com os sintomas de stress hídrico. E durante o período de testes foi observado o consumo do pecíolo e nervura central das folhas secas (Figura 2A) e da ponta morta restante das estacas que deram origem as mudas (Figura 2B).

Em uma arena, os indivíduos de *N. corniger* se instalaram no recipiente com a muda de eucalipto com stress hídrico no primeiro dia, porém, no segundo e terceiro dia foi notada a presença de pequenos grupos de soldados e operários na muda de eucalipto com dano mecânico. Após o quarto dia, todos os indivíduos de *N. corniger* estavam explorando somente a muda de eucalipto com dano mecânico e não foram mais observados na muda de eucalipto com stress hídrico. No sexto dia, a muda de eucalipto com danos mecânicos morreu e os indivíduos de *N. corniger* seguiram consumindo a muda a partir da parte seca da ponta da estaca e não houve consumo no local do dano mecânico em si, localizado na altura do coleto.

Na arena testemunha, onde foram disponibilizadas quatro mudas de eucalipto sadias, até o terceiro dia os indivíduos de *N. corniger* se movimentaram pelos recipientes das mudas, porém sem se instalarem em nenhum deles. No quarto dia, se instalaram em um recipiente contendo uma das mudas de eucalipto sadia e iniciaram a atividade de forrageamento na ponta seca que pertencia à estaca originária da muda. Como esta ponta era de tamanho reduzido, no oitavo dia já havia sido toda consumida e alcançaram a parte viva da muda (Figura 2C). Ao nono dia, o consumo cessou e não mais foi observado movimentação de *N. corniger* na parte aérea da muda de eucalipto.

No dia em que o experimento foi encerrado não foi constatado qualquer dano no coleto de mudas de eucalipto, mesmo com atividade dos indivíduos de *N. corniger* na região (Figura 3A), a raiz principal das mudas de eucalipto estava íntegra e havia a presença da emissão de raízes novas. Outro comportamento de *N. corniger* observado foi a escavação de

túneis na rede de raízes que se forma durante o estabelecimento da muda de eucalipto no recipiente (tubete) (Figura 3B).

5.4. Discussão

Microcerotermes exiguus Hagen

Não se alimentou da parte aérea e não realizou nenhuma atividade nas raízes das mudas de eucalipto, evidenciando baixo potencial dessa espécie como praga de mudas de eucalipto.

No nordeste, *M. exiguus* é encontrada nas plantações de eucalipto (Sales et al., 2010) e em biomas distintos, como remanescentes de Mata Atlântica (Vasconcellos et al., 2005; 2008), caatinga (Vasconcellos et al., 2010) e cerrado (Sena et al., 2003). Essa ampla distribuição indica a capacidade da espécie de se adaptar a diferentes condições ambientais e explorar diferentes recursos alimentares o que demonstra sua alta adaptabilidade e ressalta sua importância ecológica.

Nasutitermes corniger Motschulsky

Por outro lado, *N. corniger*, que ocorre do México ao norte da Argentina, é reconhecida como uma importante praga urbana na América do Sul, sendo também uma praga de cerne em árvores vivas (Constantino, 2002). Em nossos estudos, entretanto, esta espécie não demonstra ser praga principal de mudas de eucalipto, pois não promoveu a morte de nenhuma muda e nem impediu seu crescimento. Alimentou-se somente da parte morta nas estacas e de folhas secas, não causando nenhum dano ao coleto e o sistema radicular exibiu crescimento normal. Porém, ao consumir o material vegetal morto da parte aérea das estacas junto à construção de túneis entre as raízes, *N. corniger* pode deixar uma porta de entrada aberta para outros agentes biológicos e/ou aumentar a susceptibilidade da muda frente a mudanças ambientais.

A interrupção da alimentação de *N. corniger* quando atingiu a parte verde de mudas sadias de eucalipto reforça o baixo potencial de ataque às mudas vivas por esta espécie. Além do mais, em três arenas, as mudas de eucalipto com stress hídrico foram escolhidas, e o comportamento de um dos grupos de migrar para a muda de eucalipto mais estressada pelo dano provocado indica que esta espécie pode ser capaz de reconhecer sintomas de stress e indício de morte de mudas de eucalipto em campo. Sendo assim, o ataque em campo de

mudas de eucalipto por *N. corniger* não pode ser interpretado como causa primária da morte, por outro lado, pode ser interpretado como um indicador de problemas durante a operação de plantio das mudas de eucalipto em campo, como afogamento de coleto ou mesmo de stress ambiental, como veranico, logo após o plantio das mudas. Estudos adicionais são importantes a fim de confirmar esta associação e a possibilidade de uso destas informações como estratégias de manejo sustentável.

Em uma das repetições nesse estudo, a preferência do grupo de consumir folha seca, e não a muda em si, reforça a importância ecológica de *N. corniger*. Estudos evidenciam que sob condições experimentais, o consumo de três espécies de *Nasutitermes* correspondeu a aproximadamente 2,9% da produção anual de serapilheira na área do bioma Mata Atlântica. Quando somados os consumos das outras espécies que ocorrem localmente, fica evidente a importância dos térmitas na remoção da serapilheira e da madeira (Vasconcellos & Moura, 2010).

Térmitas são geralmente apontados como pragas de início de estabelecimento da cultura do eucalipto em uma determinada área e o tratamento com termiticida em todas as mudas de eucalipto ocorre antes do embarque para o plantio em campo, enquanto ainda estão no viveiro, especialmente quando se trata de uma área que está sob suspeita de possíveis danos por parte dos térmitas (Dos Santos et al., 2016; Silva et al., 2016). Incluindo as áreas onde a plantação de eucalipto está estabelecida e as espécies consideradas pragas de mudas são encontradas em baixa frequência ou ausentes (Sales et al., 2010).

A suspeita de uma possibilidade de ataque por parte de outras espécies de térmitas faz com que termiticidas sejam aplicados sem levar em consideração as avaliações de custo-benefício dessas aplicações para controle de térmitas não pragas. Incluindo os custos ambientais, as avaliações devem levar em conta os impactos na redução da biodiversidade do solo e dos serviços ecossistêmicos promovidos por esses cupins, tanto em termos de magnitude quanto de duração dos efeitos desses termiticidas no meio ambiente (Steinbauer & Peveling, 2011; Bonmatin et al., 2014).

Estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de recuperar solos degradados em áreas de savana através dos serviços ecossistêmicos promovidos pelos térmitas. Dawes (2010) instigou a atividade termítica através da oferta de cobertura vegetal morta como folhas e galhos, e em 4,5 anos pode verificar melhoras das qualidades do solo, como maiores teores de N, maior quantidade de macroporos e maior armazenamento de água durante os períodos de transição e seca do que outros tratamentos. Agindo no ambiente e construindo uma rede de canais nos solos, bem como por seu hábito detritívoro, os térmitas podem influenciar tanto à

fertilidade quanto à penetração de água nos solos (Mando et al., 1999; Dawes, 2010). Destacando sua importância para a remoção da serapilheira e da madeira (Vasconcellos & Moura, 2010), maiores estudos devem ser conduzidos sobre a ação das espécies nativas nas propriedades do solo e como essa interação pode ser instigada a fim de melhorar a saúde das plantações florestais, conciliando uma produção sustentável e a conservação da biodiversidade, principalmente nas zonas semiáridas.

Observou-se que *M. exiguus* não apresentou comportamento que possa indicar que esta espécie possa causar danos diretos ou indiretos em mudas de eucalipto, deste modo, não se faz necessário o tratamento com termiticidas nas áreas onde esta espécie estiver presente em maiores frequências. Por outro lado, *N. corniger* pode ser responsável por danos indiretos em mudas de eucalipto, considerando o padrão do consumo desta espécie observado na ponta das estacas (Figura 4) resultante da alimentação dos operários e o modo de escavação dos túneis no torrão das raízes. Essas evidências podem oferecer parâmetros para comparação e certificação de que a injúria na muda de eucalipto foi promovida por térmitas e não por outro agente biológico. Ao relacionar a injúria observada com o padrão de alimentação apresentado pelos térmitas, pode-se validar com segurança a tomada de decisão quanto ao controle em determinada área.

Uma das maiores problemáticas na implantação de um programa de manejo de térmitas está no seu hábito detritívoro, que gera uma superestimação na capacidade de dano de espécies que foram simplesmente encontradas nas plantas atacadas por outros térmitas, por outros agentes biológicos (Calderon & Constantino, 2007; Junqueira et al., 2009), mortas por afogamento do coleto ou dano mecânico, ou mesmo por um stress hídrico severo.

Os levantamentos da biota de térmitas nas florestas brasileiras são incompletos (Calderon & Constantino, 2007; Junqueira et al., 2009) e qualquer validação das decisões gerenciais para controlar os térmitas em uma determinada área ou região é incipiente. A identificação das espécies existentes e suas frequências de ocorrência nas áreas, o conhecimento do potencial de dano das mesmas e o padrão termítico de cada espécie são os fatores que geram os parâmetros técnicos necessários para a tomada de decisão quanto ao controle.

5.5. Conclusões

- 1 *Microcerotermes exiguus* não exibiu potencial para promover dano em mudas de eucalipto.
- 2 *Nasutitermes corniger* apresentou potencial para promover danos indiretos em mudas de eucalipto, ao abrir portas de entrada para outros agentes biológicos ou aumentando a susceptibilidade das mudas a stress ambientais.
- 3 Estudos complementares devem ser conduzidos a fim de identificar o potencial de dano e o padrão termítico do ataque de cada espécie e gerar os parâmetros técnicos necessários para o estabelecimento de um programa de manejo de térmitas.

5.6. Referências Bibliográficas

- BONMATIN, J. M.; GIORIO, C.; GIROLAMI, V.; GOULSON, D.; KREUTZWEISER, D. P.; KRUPKE, C.; LIESS, M.; LONG, E.; MARZARO, M.; MITCHELL, E. A. D.; NOOME, D. A.; SIMON-DELISO, N. TAPPARO, A. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n.1, p.35–67, 2014. DOI:10.1007/s11356-014-3332-7
- CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of a eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.391-395, 2007.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.355-365, 2002.
- DAWES, T. Z. Reestablishment of ecological functioning by mulching and termite invasion in a degraded soil in an Australian savanna. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, n.10, p.1825–1834, 2010. DOI:10.1016/j.soilbio.2010.06.023
- DOS SANTOS, A.; ZANETTI, R.; DOS SANTOS, J. C.; BIAGIOTTI, G.; EVANGELISTA, A. L.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Persistence of fipronil residues in *Eucalyptus* seedlings and its concentration in the insecticide solution after treatment in the nursery. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.188, n.5, 2016. DOI:10.1007/s10661-016-5304-5
- JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; BERTI FILHO, E. Termite (Isoptera) diversity in *Eucalyptus*-growth areas and in forest fragments. **Sociobiology**, v.53, p.805-827, 2009.

- MANDO, A.; BRUSSAARD, L.; STROOSNIJDER, L. Termite and mulch mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. **Restoration Ecology**, v.7, n.1, p. 33–41, 1999.
- SALES, M. J. D.; MATOS, W. C.; REIS, Y. T.; RIBEIRO, G. T. Frequência e riqueza de cupins em áreas de plantio de eucalipto no litoral norte da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1351-1356, 2010.
- SENA, J. M.; VASCONCELLOS, A.; GUSMÃO, M. A. B.; BANDEIRA, A. G. Assemblage of termites in a fragment of cerrado on the coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, v.42, n.3, 2003.
- SILVA, E.; SANTOS, A.; KORASAKI, V.; EVANGELISTA, A.; BIGNELL, D.; CONSTANTINO, R.; ZANETTI, R. Does fipronil application on roots affect the structure of termite communities in eucalypt plantations? **Forest Ecology and Management**, v.377, p.55–60, 2016. DOI:10.1016/j.foreco.2016.06.035
- STEINBAUER, M. J.; PEVELING, R. The impact of the locust control insecticide fipronil on termites and ants in two contrasting habitats in northern Australia. **Crop Protection**, v.30, n.7, p.814–825, 2011. DOI:10.1016/j.cropro.2011.02.001
- VASCONCELLOS, A.; MELO, A. C. S.; SEGUNDO, E. M. V.; BANDEIRA, A. G. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. **Iheringia**, v.95, n.2, p.127-131, 2005.
- VASCONCELLOS, A., BANDEIRA, A. G., ALMEIDA, W. O.; MOURA, F. Térmitas construtores de ninhos conspícuos em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Neotropical Entomology**, v.37, n.1, p.15-19, 2008. DOI:10.1590/S1519-566X2008000100003
- VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; MOURA, F. M. S.; ARAÚJO, V. F. P.; GUSMÃO, M. A. B.; CONSTANTINO, R. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.74, n.2, p.298–302, 2010. DOI:10.1016/j.jaridenv.2009.07.007
- VASCONCELLOS, A.; MOURA, F. M. S. Wood litter consumption by three species of *Nasutitermes* termites in an area of the Atlantic Coastal Forest in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v.10, n.72, 2010.

Figura 1: Esquema representativo das arenas de teste e mudas de eucalipto com os sintomas induzidos. A=recipiente central da arena; M= recipiente com a muda; AC= afogamento do coleto; MS= muda sadia; SH= stress hídrico; DM= dano mecânico.

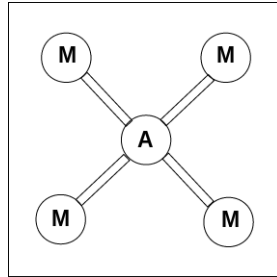


Figura 2: *Nasutitermes corniger*. A= grupo de operários e soldados em forrageamento em folha seca de eucalipto; B= operários consumindo a ponta seca da estaca de eucalipto; C= ponta seca da muda de eucalipto sadia consumida até parte viva.

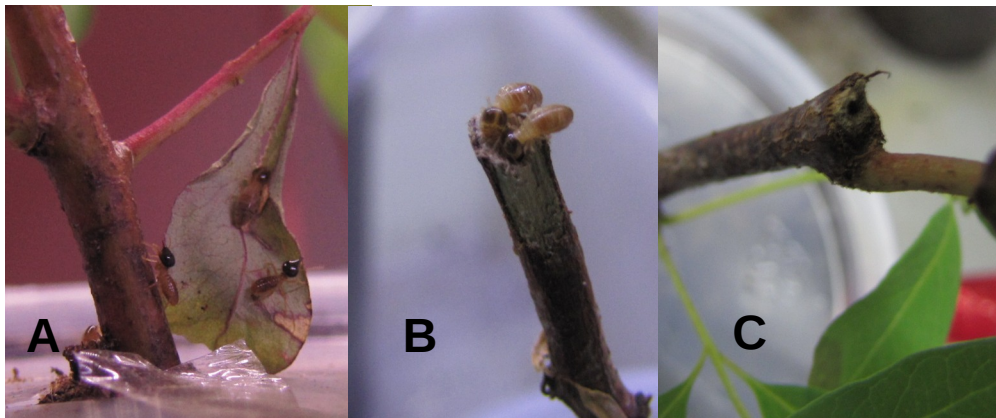


Figura 3: *Nasutitermes corniger*. A= coleto íntegro da muda de eucalipto; B= túneis no substrato com desenvolvimento das raízes.

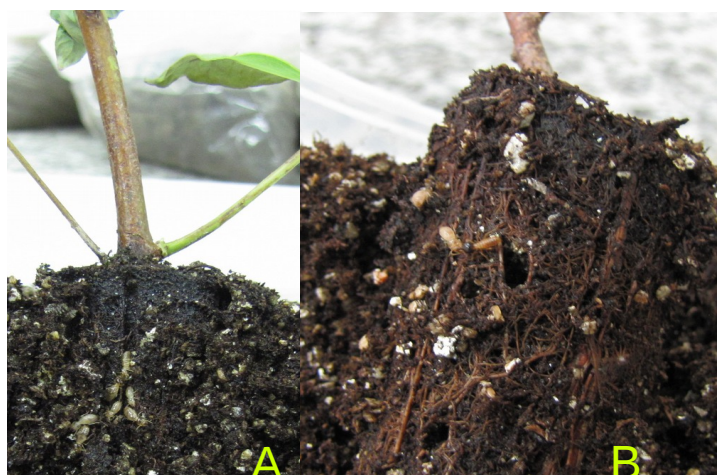


Figura 4: Padrão termítico da espécie observado na estaca de eucalipto resultante do consumo pelos operários de *Nasutitermes corniger* (Termitidae).



6. ARTIGO 3

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE TÉRMITAS SUBTERRÂNEOS A MUDAS DE EUCALIPTO.

Periódico submetido (ou a ser submetido): a ser escolhido

RESUMO

Syntermes dirus e *Cornitermes cumulans* são consideradas pragas de eucalipto durante o período de implantação da cultura em uma nova área, especialmente de pastagens. Na área de florestas plantadas é constante a dúvida se os térmitas atacam as mudas de eucalipto porque preferem este tipo de alimento ou se devido à retirada da cobertura anterior. E mais, qualquer muda de eucalipto é potencial alimento para térmitas em campo, incluindo as mudas saudáveis, ou os térmitas buscam alimentação nas mudas mais enfraquecidas? O objetivo deste estudo foi aprofundar o conhecimento existente sobre os térmitas pragas de mudas de eucalipto. As mudas de eucalipto ofertadas receberam tratamento prévio para simular características que possam interferir na atração, sendo uma muda sadia, uma com afogamento de coleto, uma com stress hídrico e uma com dano mecânico. Não houve atividade das espécies na parte aérea ou região do coleto. Tanto *S. dirus* quanto *C. cumulans* construíram túneis característicos no substrato próximo às raízes. *S. dirus* e *C. cumulans* não são pragas severas de mudas de eucalipto.

Palavras-chave: Termitidae, térmitas subterrâneos, floresta plantada, praga de mudas.

ABSTRACT

Título: Behavior of subterranean termites in eucalyptus seedlings

Syntermes dirus and *Cornitermes cumulans* are considered eucalyptus pests during the period of implantation of the crop in a new area, especially in pastures. In the areas of managed forests, it is uncertain whether the termites attack the eucalyptus seedlings, because they prefer this type of food, or if it is due to a withdrawal of their previous cover. A question to consider: “Is any eucalyptus seedling a potential food for termites in the field, including the healthy seedlings, or are the termites feeding on the most weakened seedlings?” The objective of this study was to deepen the existing knowledge among the termite pests of eucalyptus seedlings, as well as to clarify if the vigor of the plant interferes with the plant’s attractiveness to the termites. The offered eucalyptus seedlings were previously treated, in order to simulate characteristics that could interfere in the attraction, being a healthy seedling, one with a drowning of the collar, one with water stress, and one with mechanical damage. There were no activities of the species in the aerial part, or in the region of the collar. Both *S. dirus* and *C. cumulans* constructed characteristic tunnels in the substrates near the roots. *S. dirus* and *C. cumulans* were not the main pests of the eucalyptus seedlings.

Key-words: Termitidae, managed forest, seedling pest, main pest

6.1. Introdução

A falta de informação que possa orientar a necessidade de intervenção para o controle de térmitas em plantações florestais, em uma determinada área ou região, dificulta a tomada de decisão, que repousa constantemente sobre um tratamento com termiticida. O conhecimento do potencial de dano e o padrão termítico do ataque de cada espécie são fatores que fornecem os parâmetros técnicos necessários para o estabelecimento de um programa de manejo.

Syntermes dirus e *Cornitermes cumulans* são consideradas pragas de eucalipto durante o período estabelecimento da cultura em uma nova área (Constantino, 2002), especialmente onde predominam gramíneas, como nas pastagens (Silva et al., 2015). Além disso, constantemente discute-se no meio florestal se os térmitas realmente têm atacado mudas de eucalipto em áreas recém-plantadas. Se danificarem mudas de eucalipto é porque

preferem este alimento ou se devido à retirada da cobertura vegetal anterior, os térmitas ficam sem alternativa alimentar? E ainda, todas as mudas, incluindo as saudáveis, são potencial alimento no campo ou os térmitas buscam alimentação nas mudas mais enfraquecidas, como as atingidas por stress hídrico, danos mecânicos e afogamento de coleto? O hábito detritívoro dos térmitas, muitas vezes, leva a uma superestimação do potencial de dano, e ainda existem muitos fatores a serem esclarecidos para se completar a bionomia destas espécies, e com bases científicas validar as decisões de manejo.

O objetivo deste estudo foi aprofundar o conhecimento existente entre os térmitas pragas de mudas de eucalipto e obter parâmetros com base científica que possam validar a tomada de decisão quanto ao controle e manejo em campo de *S. dirus* e *C. Cumulans* e procurar estabelecer o padrão termítico do ataque destas espécies em mudas de eucalipto.

6.2. Material e Métodos

6.2.1. Local e data do estudo

Os estudos foram conduzidos no Centro Integrado de Manejo de Pragas, do Departamento de Entomologia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, localizado na cidade de Seropédica, RJ.

Os testes tiveram a duração total de sete dias. Temperatura média de 24°C, umidade relativa média de 80% com fotoperíodo de 12 horas de escuro e 12 horas de claro.

6.2.2. Arena de teste

A unidade experimental, denominada arena, foi estabelecida contendo um recipiente central com quatro saídas equidistantes e independentes, ligadas por um tubo de silicone de 8 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro a quatro mudas de eucalipto (Figura 1). As mudas de eucalipto receberam tratamento prévio a fim de simular características que possam interferir no forrageamento dos térmitas, sendo uma muda sadia, uma com afogamento de coleto, uma com stress hídrico e uma com dano mecânico.

Foram estabelecidas cinco repetições contendo térmitas e as mudas com os danos simulados, e, para fins de controle, uma repetição com térmitas somente com mudas sadias e outra sem térmitas com as mudas com danos simulados.

6.2.3. Coleta de térmitas e proporção de indivíduos

Os indivíduos de *Cornitermes cumulans* foram coletados diretamente de um ninho e a espécie *Syntermes dirus* em ponto de atividade previamente escolhido no *Campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

A proporção de indivíduos em repetição foi de quatro operários: um soldado. Em cada repetição foram colocados para *C. cumulans*, 20 operários: cinco soldados e para *S. dirus*, 12 operários: três soldados.

6.2.4. Leitura

As observações como exploração das mudas e consumo do material vegetal foram realizadas diariamente durante o período de teste.

6.3. Resultados

6.3.1. *Cornitermes cumulans*

As mudas ofertadas não apresentaram atratividade e não foram observados sinais de alimentação na parte aérea das mudas ou dano na altura do coleto, e ao fim de cinco dias, os indivíduos de todas as arenas foram encontrados mortos.

A atividade observada foi a construção de túneis no substrato na região das raízes e constatou-se a presença de raízes novas nas mudas de eucalipto.

6.3.2 *Syntermes dirus*

Não foi observada atividade desta espécie na parte aérea das mudas e não houve consumo de nenhum material vegetal ou dano na altura do coleto.

Os indivíduos promoveram intensa construção de túneis no substrato dos recipientes com as mudas de eucalipto (Figura 2A e 2B), na rede de raízes. Os túneis na região das raízes apresentaram o diâmetro médio de 1 cm (Figura 2C e 2D).

6.4. Discussão

Como não foi observada atividade de *C. cumulans* e *S. dirus* na parte aérea das plantas ou na região do coleto, não foi possível determinar se existe diferença na atratividade das espécies em relação aos tratamentos induzidos nas mudas de eucalipto. O

gênero *Syntermes* é citado na literatura como responsável por danos no coleto das mudas de eucalipto (Fontes, 2014), porém, neste trabalho não foi observada atividade de *S. dirus* na parte aérea. Apesar disso, sugerem-se novos estudos com a finalidade de comprovar se existe alguma condição que estimule o ataque no coleto por espécies de *Syntermes*, bem como determinar o padrão termítico da espécie.

A ausência de atividade nas mudas de eucalipto, mesmo sem alternativas alimentares, pode ser um indicativo de que o ataque dos térmitas as mudas em campo seja principalmente devido à retirada do seu alimento original ou influenciado por alguma condição do ambiente. Se a pressão sobre as mudas de eucalipto ocorre por falta de recursos alimentares preferidos pela espécie de térmita, é necessário buscar meios de minimizar a mudança drástica na oferta de alimento e consequentemente diminuir a pressão de ataque nas mudas de eucalipto. Uma das alternativas de manejo para diminuir a pressão sobre as mudas de eucalipto recém-plantadas é, durante o preparo do solo, manter nas entrelinhas a vegetação original. É também possível aperfeiçoar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos térmitas ao induzir a atuação deles na área através da oferta dirigida de folhas e galhos na área mantidos da vegetação anterior (Mando et al., 1999; Dawes, 2010).

No Brasil, *C. cumulans* é relatado como responsável por danos a raízes de mudas de eucalipto (Constantino, 2002; Fontes, 2014). Mesmo sem afetar a raiz principal, com a construção de túneis entre as raízes, os térmitas deixam uma porta de entrada aberta para outros agentes biológicos e/ou aumentam a susceptibilidade da muda frente a mudanças ambientais.

Os túneis característicos no substrato entre as raízes das mudas de eucalipto, por ambas as espécies, revelam-se um indício de que é possível estabelecer bases para a distinção em campo do ataque realmente executado por estes insetos, já que o hábito detritívoro, muitas vezes, leva a equívocos quanto ao potencial de dano dos térmitas. A correta associação em campo do dano e seu executor é necessário para o estabelecimento de parâmetros que irão validar a tomada de decisão quanto à realização do controle em campo.

A falta de informação dificulta a tomada de decisão. Alguns autores afirmam que os impactos negativos dos térmitas sobre a silvicultura têm sido exagerados, relatando como pragas espécies que foram simplesmente encontradas nas plantas que foram atacadas por outros térmitas ou por outros agentes biológicos (Calderon & Constantino, 2007; Junqueira et al., 2009), mortas por afogamento do coleto ou dano mecânico, ou mesmo por um stress

hídrico severo. Térmitas podem influenciar tanto a fertilidade quanto a penetração de água nos solos (Mando et al., 1999; Dawes, 2010) agindo no ambiente e construindo uma rede de canais nos solos, bem como por seu hábito detritívoro na remoção da serapilheira e da madeira (Vasconcellos & Moura, 2010) principalmente nas zonas semiáridas. Entender como essas relações funcionam pode ser a chave para transformar o status atual desse grupo de insetos em plantações florestais brasileiras.

Outros estudos são importantes para esclarecer sobre a ação das espécies nativas de térmitas nas propriedades do solo e como essa interação pode ser instigada a fim de melhorar a sanidade das plantações florestais e diminuir a pressão de ataque sobre as mudas de eucalipto, conciliando uma produção sustentável e a conservação da biodiversidade, bem como atendendo aos requisitos internacionais de certificação ambiental, como o FSC (Forest Stewardship Council) (Silva et al, 2016).

6.5. Conclusões

1 *S. dirus* não promoveu dano no coleto.

2 *S. dirus* e *C. cumulans* construíram túneis no substrato entre as raízes das mudas de eucalipto.

3 *S. dirus* e *C. cumulans* não são pragas principais de mudas de eucalipto.

6.6. Referências Bibliográficas

- CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of a eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.391-395, 2007.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.355-365, 2002.
- DAWES, T. Z. Reestablishment of ecological functioning by mulching and termite invasion in a degraded soil in an Australian savanna. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, n.10, p.1825–1834, 2010. DOI:10.1016/j.soilbio.2010.06.023
- FONTES, L. R. **Cupins**. In: CANTARELLI, E.B.; COSTA, E.C. (eds.). Entomologia Florestal Aplicada. Santa Maria: UFSM 2014. p.163-223.
- JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; BERTI FILHO, E. Termite (Isoptera) diversity in *Eucalyptus* growth areas and in forest fragments. **Sociobiology**, v.53, p.805-827, 2009.
- MANDO, A.; BRUSSAARD, L.; STROOSNIJDER, L. Termite and mulch mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. **Restoration Ecology**, v.7, n.1, p. 33–41, 1999.
- SILVA, A. P. T.; CUNHA, H. F.; RICARDO, J. A. D.; ABOT, A. R. Espécies de cupins (Isoptera) em cultura de eucalipto sob diferentes sistemas de manejo de irrigação, em região de transição cerrado- pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.137-146, 2015.
- SILVA, E.; SANTOS, A.; KORASAKI, V.; EVANGELISTA, A.; BIGNELL, D.; CONSTANTINO, R.; ZANETTI, R. Does fipronil application on roots affect the structure of termite communities in eucalypt plantations? **Forest Ecology and Management**, v.377, p.55–60, 2016. DOI:10.1016/j.foreco.2016.06.035
- VASCONCELLOS, A.; MOURA, F. M. S. Wood litter consumption by three species of *Nasutitermes* termites in an area of the Atlantic Coastal Forest in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v.10, n.72, 2010.

Figura 1: Esquema representativo das arenas utilizadas nos teste de preferência de térmitas a mudas de eucalipto. M= mudas; A= arena com térmitas.

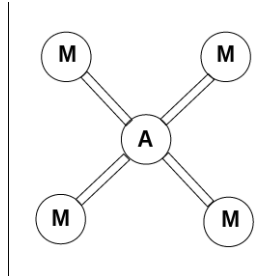
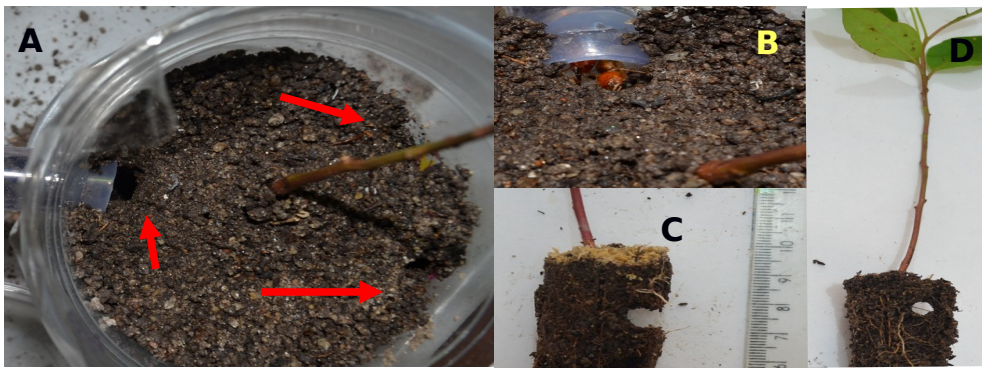


Figura 2: *Syntermes dirus*. A e B: saídas dos túneis na superfície dos recipientes com as mudas de eucalipto; C e D: túneis construídos no substrato entre as raízes das mudas de eucalipto.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os levantamentos da biota de térmitas presentes nas plantações de eucalipto no nordeste brasileiro se mostram incompletos. Nas áreas amostradas neste estudo, *Microcerotermes exiguus*, por exemplo, foi considerada dominante e exibiu alta frequência nas parcelas, porém, não revelou potencial para promover dano em mudas de eucalipto. Já as espécies consideradas, na literatura, como pragas estavam ausentes ou exibiram baixa frequência. Estas observações indicam que não é necessário o tratamento prévio das mudas destinadas ao plantio nestes locais.

O fato de que grande parte das coletas foi realizada na serapilheira enfatiza a importância ecológica das espécies nativas. Investigações mais aprofundadas devem ser conduzidas a fim de instigar a remoção do material celulósico pelas espécies de térmitas presentes e compreender as influências dos térmitas nos processos produtivos do solo.

Nasutitermes corniger foi a única espécie que explorou a parte aérea das mudas e, ao consumir o material vegetal seco das estacas, expôs o cerne das plantas. *N. corniger*, *Syntermes dirus* e *Cornitermes cumulans* não promoveram dano no coleto, porém apresentam potencial para promover danos indiretos em mudas de eucalipto através da construção de túneis no substrato entre as raízes das mudas de eucalipto. Ambos os comportamentos abrem portas de entrada para outros agentes biológicos ou aumentam a susceptibilidade das mudas a stress ambientais.

Estudos complementares são necessários para identificar o potencial de dano e o padrão termítico do ataque de cada espécie e para gerar os parâmetros técnicos necessários para o estabelecimento de um programa de manejo integrado de térmitas.