

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA

DISSERTAÇÃO

**Influência de Fatores Físicos do Recurso Alimentar
na Dinâmica do Comportamento de Forrageamento
de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855)
(Blattodea: Termitidae)**

Thiago Sampaio de Souza

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**INFLUÊNCIA DE FATORES FÍSICOS DO RECURSO ALIMENTAR NA
DINÂMICA DO COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE
Nasutitermes corniger (MOTSCHULSKY, 1855) (BLATTODEA:
TERMITIDAE)**

THIAGO SAMPAIO DE SOUZA

Sob a Orientação do Professor:
Dr. Vinícius Siqueira Gazal e Silva

e Co-orientação da Professora:
Dr^a. Elen de Lima Aguiar-Menezes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, com Área de Concentração em **Fitossanidade Aplicada**.

Seropédica – RJ
Agosto de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S726i Souza, Thiago Sampaio de, 1988-
Influência de fatores físicos do recurso alimentar na dinâmica do comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Blattodea: Termitidae) / Thiago Sampaio de Souza. - 2017. 89 f.

Orientador: Vinícius Siqueira Gazal e Silva.
Coorientadora: Elen de Lima Aguiar-Menezes.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Fitossanidade e Biotecnologia Aplicads, 2017.

1. Térmita Arborícola. 2. Xilofagia. 3. Comportamento de Alimentação. 4. Condicionantes Alimentares. I. Silva, Vinícius Siqueira Gazal e, 1977, orient. II. Aguiar-Menezes, Elen de Lima, 1967-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Fitossanidade e Biotecnologia Aplicads. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

THIAGO SAMPAIO DE SOUZA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, com Área de Concentração em **Fitossanidade Aplicada**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/08/2017.

BANCA EXAMINADORA:

Vinícius Siqueira Gazal e Silva. D.Sc. UFRRJ
(Orientador)

André Luis Santos Resende. D.Sc. UFRRJ

Maria Lúcia França Teixeira Moscatelli. D.Sc. IPJBRJ

*“Um homem com uma dor
É muito mais elegante
Caminha assim de lado
Como se chegando atrasado
Chegasse mais adiante*

*Carrega o peso da dor
Como se portasse medalhas
Uma coroa, um milhão de dólares
Ou coisa que os valha*

*Ópios, édens, analgésicos
Não me toquem nessa dor
Ela é tudo o que me sobra
Sofrer vai ser a minha última obra”*

Paulo Leminski

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Angela Maria Sampaio de Souza e a minha irmã Juliana Sampaio de Souza pelo carinho, apoio, incentivo e compreensão durante todos esses anos.

Aos meus animais de estimação que a cada dia me tornam uma pessoa mais feliz, obrigado por estarem presentes na minha vida.

A minha namorada Carolina Marotta Ribeiro pela compreensão, dedicação, paciência e carinho durante essa importante fase da minha vida.

Aos meus amigos Jesus, Illa, Marininha e Naná, pela amizade preciosa e que são amigos para vida toda, e ao Francisco Medeiro de Lima (Segundo) pela amizade e convívio.

À Ana Carolina Oliveira, bolsista de apoio técnico do CIMP, na ajuda da criação e realização dos experimentos, e à Adriana Silva de Araújo, funcionária terceirizada do CIMP, com os “cafezinhos” e auxílio em que precisava no laboratório (CIMP).

Ao Vinicius José Fernandes na disponibilidade e ajuda das coletas das colônias de térmitas objeto desse trabalho.

Ao M.Sc. Thalles Platiny Lavinsky Pereira (doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zoologia, USP) na ajuda com buscas por referências na biblioteca da USP.

À pesquisadora Dr^a Alessandra de Carvalho Silva e ao analista Dr. Marcelo Perrone Ricalde (ambos da Embrapa Agrobiologia) pela permissão do uso do laboratório e do equipamento para produção de fotos.

Ao Prof. Paulo Sérgio Torres Brioso (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ) com auxílio de material de laboratório durante a fase inicial dos experimentos.

Ao Prof. André Luis Santos Resende (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ) pelas conversas, incentivo e dicas na condução do experimento.

À Prof^a. Elen de Lima Aguiar Menezes (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ), minha co-orientadora nesse trabalho, para a qual possuo um carinho especial e que me ajudou com o que estava ao seu alcance desde o começo desse projeto e de outros, como a minha orientação como seu bolsista de apoio técnico e minha monografia, além dos conselhos e amizade.

Ao Prof. Eurípedes Barsanulfo Menezes (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ) pela amizade e aprendizado desde quando fui seu aluno de graduação e bolsista PIBIC, e confiança em meu trabalho, auxiliando-o em seus trabalhos de consultoria sobre térmitas.

Ao meu orientador Vinícius Siqueira Gazal e Silva (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ) pelo apoio na orientação, nas análises estatísticas, pela confiança, incentivo, paciência e pela amizade construída durante esses anos.

Ao secretário do PPGFBA, Roberto Tadeu Souza Oliveira, pelos conselhos durante a realização do mestrado.

Ao Horto Florestal da UFRJ, em especial a Eng^a Agrônoma Angela Iaffe por intermediar a entrada no Parque da Ilha do Catalão para a coleta das colônias de térmitas, objeto desse trabalho, a DISEG da UFRJ pelo acompanhamento nas coletas sempre em que era preciso, e ao Flávio, funcionário locado no referido parque.

Ao Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP)/UFRRJ, por disponibilizar a infraestrutura para que os experimentos pudessem ser conduzidos.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UFRRJ pela ajuda na compra de material para a execução do projeto.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) pela bolsa concedida, sem a qual não haveria como permanecer no PPGFBA.

Em especial aos insetos utilizados no experimento em prol da ciência.

Às pessoas que abdicaram de tempo lendo este trabalho.

O meu muito obrigado!

RESUMO GERAL

SOUZA, Thiago Sampaio de. **Influência de fatores físicos do recurso alimentar na dinâmica do comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Blattodea: Termitidae)**. 2017. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Nasutitermes corniger (Motschulsky) tem se adaptado bem ao ambiente urbano, causando prejuízos econômicos significativos. Por outro lado, o controle eficiente dessa espécie como praga depende da geração de informações sobre o seu forrageamento. Esse estudo teve como objetivo conhecer a dinâmica de *N. corniger*, baseando-se na análise de eventos que regulam o seu forrageamento, em condições de laboratório, quando o alimento é disponibilizado em diferentes aspectos. Este trabalho foi então construído em três capítulos em que foram analisados o tamanho (capítulo I), a quantidade (capítulo II) e a distância do recurso alimentar em relação à colônia desse térmita (capítulo III). Colônias de *N. corniger* foram coletadas em área recuperada da Mata Atlântica e levadas ao laboratório, sendo acondicionadas em cubas de vidro conectadas as arenas de teste. Nos três capítulos, o recurso alimentar usado foi madeira (cerne) de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae). No capítulo I, testaram-se estacas dessa madeira com mesma seção transversal retangular (2,5 cm x 2,0 cm) em três comprimentos distintos (5, 10 e 15 cm). No capítulo II, testaram-se blocos de madeira (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) em quatro quantidades (1, 2, 3 e 4 blocos/arena). No capítulo III, blocos de madeira (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) foram disponibilizados em três diferentes distâncias (10, 20 e 30 cm) das colônias. Cada teste teve duração de 60 minutos e ao final os térmitas presentes sobre cada tratamento foram separados por castas e contabilizados. Os testes foram repetidos com 20 colônias e, a cada teste, a posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada. Foram determinadas as seguintes variáveis: percentuais de ocorrência de três eventos comportamentais de forrageamento (exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários), tempo de ocorrência desses eventos e quantidade de indivíduos recrutados [total de indivíduos, total de soldados, total de operários e total de operários em roedura (iniciando a fragmentação das fibras da madeira)]. Os resultados obtidos no capítulo I mostraram que a ocorrência dos eventos comportamentais foi influenciada pelo comprimento da madeira. Madeiras de 10 e 15 cm favoreceram maior ocorrência de exploração e recrutamento inicial. A maior ocorrência de recrutamento em massa de operários ocorreu nas estacas de 10 cm, diferindo significativamente dos outros dois comprimentos testados. O comprimento influenciou também o número total de térmitas (operários e soldados) recrutados e o número total de operários em roedura, sendo ambos superiores na madeira de 10 cm ($183,4 \pm 6,2$ e $144,7 \pm 4,9$, respectivamente), diferindo significativamente dos outros dois tamanhos. Esse fator físico da madeira não influenciou as demais variáveis. No capítulo II, observou-se que *N. corniger* exibiu os três eventos comportamentais em todos os tratamentos, mas a quantidade de madeira não influenciou a ocorrência da exploração inicial e do recrutamento inicial. No recrutamento em massa de operários, houve uma preferência para a maior quantidade de madeira. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação às demais variáveis. Os resultados obtidos no capítulo III mostraram que a distância influenciou as ocorrências dos três eventos comportamentais, as quais foram iguais nas distâncias mais curtas (10 e 20 cm), mas foram significativamente maiores do que na maior distância (30 cm). Contudo, a distância não influenciou às demais variáveis.

Palavras-chave: Térmita Arborícola, Xilofagia, Comportamento de Alimentação, Condicionantes Alimentares.

GENERAL ABSTRACT

SOUZA, Thiago Sampaio de. **Influence of physical factors of the food resource on the foraging behavior dynamics of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Blattodea: Termitidae)**. 2017. 89p. Dissertation (Magister Science in Healthy Plants and Applied Biotechnology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Nasutitermes corniger (Motschulsky) has adapted well to the urban environment, causing significant economic losses. On the other hand, the efficient control of this species as a pest depends on the generation of information about its foraging. The study had the objective to know the dynamics of *N. corniger*, based on the analysis of events that regulate its foraging, under laboratory conditions, when the food is available in different aspects. This work was then constructed in three chapters that analyzed the size (chapter I), the quantity (chapter II) and the distances of the food resource in relation to the colony of this termite (chapter III). Colonies of *N. corniger* were collected in a regenerated Atlantic Forest area and taken to the laboratory, being placed in glass cubes connected to the test arenas. In the three chapters, the food resource used was wood (heartwood) of *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae). In chapter I, wood stakes with the same rectangular cross-section (2.5 cm x 2.0 cm) were tested in three different lengths (5 cm, 10 cm and 15 cm). In chapter II, wooden blocks (5.0 cm x 2.5 cm x 2.0 cm) were tested in four quantities (1, 2, 3 and 4 blocks/arenas). In chapter III, wooden blocks (5.0 cm x 2.5 cm x 2.0 cm) were available at three different distances (10 cm, 20 cm and 30 cm) from the colonies. Each test had a duration of 60 minutes and at the end the termites present on each treatment were separated by castes and counted. The tests were repeated with 20 colonies and, at each test, the position of the treatments in the arena was randomized. The following variables were determined: percentage of occurrence of three foraging behavioral events (initial exploration, initial recruitment and mass recruitment of workers), time of occurrence of these events and number of recruited individuals [(total of individuals, total of soldiers, total number of workers and total number of workers chewing (initiating the fragmentation of wood fibers)]. The results obtained in chapter I showed that the occurrence of behavioral events was influenced by the length of the wood. Woods of 10 and 15 cm favored greater occurrence of exploration and initial recruitment. The largest occurrence of mass recruitment of workers occurred at the 10-cm stakes, differing significantly from the other two lengths tested. The length also influenced the total number of termites (workers and soldiers) recruited and the total number of workers chewing, both of which were higher in 10-cm wood (183.4 ± 6.2 and 144.7 ± 4.9 , respectively), differing significantly from the other two sizes. This physical factor of the wood did not influence the other variables. In Chapter II, it was observed that *N. corniger* exhibited the three behavioral events in all treatments, but the amount of wood did not influence the occurrence of initial exploration and initial recruitment. In the mass recruitment of workers, there was a preference for more quantity of the wood. There was no significant difference between treatments in relation to the other variables. The results obtained in the chapter III showed that the distance influenced the occurrences of the three behavioral events, which were equal in the shorter distances (10 and 20 cm), but they were significantly higher than in the greater distance (30 cm). However, the distance did not influence the other variables.

Key Word: Arboreal Termite, Xylophagy, Feeding Behavior, Food Conditioners.

LISTAS DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo geral da biologia dos térmitas e a representação das castas na colônia.....	3
Figura 2. Danos causados por <i>Nasutitermes corniger</i> em prédio histórico da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)/ <i>Campus</i> Lapa, Rio de Janeiro, RJ: A. Escola Superior de Desenho Industrial; B. Túneis de <i>N. corniger</i> na parede interna de uma sala de aula alcançando o ar condicionado; C. Soldados de <i>N. corniger</i> ; D. Ninho policálico incipiente, marcado em vermelho, encontrado no telhado.....	6
Figura 3. A. Vista lateral do soldado de <i>N. corniger</i> ; B. Detalhe da extremidade da cabeça com a indicação dos 4 pelos (setas vermelhas) (fotografado em estereomicroscópio marca Carl Zeiss®, modelo Discovery V12).....	7
Figura 4. Nidificação (ninhos policálico identificados por numeração) de <i>Nasutitermes corniger</i> em árvore não identificada. (Foto: Milano & Fontes, 2002)..	8
Figura 5. A. Forrageamento inicial, formado por pequenos grupos de soldados, sendo este realizado por dois indivíduos; B. Cinco soldados de <i>Nasutitermes corniger</i> (destaque com círculo vermelho) em laboratório, em um bloco de madeira.....	9
Figura 6. Segunda fase do forrageamento de <i>Nasutitermes corniger</i> , novos soldados (círculo em vermelho) e os primeiros operários (círculo em amarelo) são recrutados e orientados ao alimento (bloco de madeira) pela trilha química formada.	9
Figura 7. Terceira fase do forrageamento de <i>Nasutitermes corniger</i> , ocorre o recrutamento massivo de operários na fonte alimentar e esses estão distribuídos por toda trilha química formada de forma homogênea.....	10
CAPÍTULO I	
Figura 1. A. Vista aérea do <i>campus</i> universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Ilha do Fundão e a localização do Parque do Catalão; B. Vista mais aproximada do Parque do Catalão na Ilha do Catalão – UFRJ.....	22
Figura 2. Coleta de ninhos de <i>Nasutitermes corniger</i> no Parque do Catalão – UFRJ.....	22
Figura 3. Armazenagem de um ninho de <i>Nasutitermes corniger</i> coletado no Parque do Catalão – UFRJ para transporte até o Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ): A. Acondicionamento do ninho no saco plástico preto; B. Preparo para acomodar o ninho na caixa de papelão.....	23

Figura 4. Esquema da criação de colônia de <i>Nasutitermes corniger</i> conectada à arena de forrageamento no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento.....	24
Figura 5. Criação de colônias de <i>Nasutitermes corniger</i> no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP/UFRRJ).....	24
Figura 6. Manejo do ninho de <i>Nasutitermes corniger</i> , detalhando o umedecimento da areia e uso de luva e máscara para redução de emissão de odores sobre a colônia.....	25
Figura 7. Esquema da montagem da arena de teste, em uma situação de aleatoriedade, para avaliação da influência do tamanho da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> (5, 10 e 15 cm) em eventos comportamentais de forrageamento (exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa) de <i>Nasutitermes corniger</i> em condições de laboratório.....	26
Figura 8. Esquema da retirada da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> de 5 e 10 cm e suas respectivas placas de vidro depositadas em caixas gerbox, e a madeira de 15 cm e sua respectiva placa de vidro alocadas primeiramente em potes plásticos e, em seguida, os térmitas coletados foram transferidos para caixas gerbox.....	27
Figura 9. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) nas madeiras de <i>Eucalyptus grandis</i> disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de $\chi^2 = 13,13$ ($p < 0,01$).....	28
Figura 10. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) em madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de χ^2 ($p < 0,05$).....	28
Figura 11. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) em madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> de três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de χ^2 ($p < 0,01$).....	29
Figura 12. Recrutamento em massa de <i>Nasutitermes corniger</i> na madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> de 10 cm de comprimento na área teste em condições de laboratório.....	29
Figura 13. Número total de indivíduos de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).....	30
Figura 14. Número total de soldados de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).....	31

Figura 15. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$)..... 31

Figura 16. Número de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) explorando (operários em roedura) ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$)..... 32

CAPÍTULO II

Figura 1. Esquema da criação de colônia de *Nasutitermes corniger* no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento..... 45

Figura 2. Esquema da montagem da arena de teste com blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis*, em uma situação de aleatoriedade, disponibilizados em diferentes quantidades: 1) um bloco de madeira; 2) dois blocos de madeira; 3) três blocos de madeira; e 4) quatro blocos de madeira, de cima para baixo, respectivamente; e as demarcações dos tamanhos das placas de vidro..... 46

Figura 3. Esquema da retirada dos blocos de madeiras de *Eucalyptus grandis* após a realização do teste, em que os tratamentos eram retirados com suas respectivas placas de vidro para posterior contabilização dos indivíduos..... 47

Figura 4. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$ 48

Figura 5. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$ 48

Figura 6. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$ 49

Figura 7. Recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* em diferentes quantidades de madeiras de *Eucalyptus grandis*, ofertados aleatoriamente..... 49

Figura 8. Número total de térmitas recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 50

Figura 9. Número total de soldados recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 51

Figura 10. Número total de operários recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 51

Figura 11. Números operários explorando (número operários em roedura) ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 52

CAPÍTULO III

Figura 1. Esquema da criação de colônia de *Nasutitermes corniger* no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento..... 63

Figura 2. Esquema da montagem da arena de teste, em uma situação de aleatoriedade, com madeira de *Eucalyptus grandis* (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) ofertadas a distâncias de: 30 cm, 10 cm e 20 cm em relação ao acesso dos térmitas a arena..... 64

Figura 3. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três distâncias a partir do acesso dos térmitas provenientes dos ninhos para as arenas de teste. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,05$ 66

Figura 4. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$ 66

Figura 5. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$ 67

Figura 6. Recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger*, em diferentes distâncias (10 cm, 20 cm e 30 cm), em madeiras de *Eucalyptus grandis* ofertadas aleatoriamente..... 67

Figura 7. Número total de térmitas (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 68

Figura 8. Número total de soldados de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 68

Figura 9. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 69

Figura 10. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) explorando (operários em roedura) madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$ 69

LISTAS DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO I	
Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA ± EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) para madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> ofertada em três comprimentos em situação de escolha durante 60 minutos de observação.....	30
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA ± EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) para madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> ofertada em quatro quantidades em situação de escolha durante 60 minutos de observação.....	50
CAPÍTULO III	
Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA ± EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de <i>Nasutitermes corniger</i> (n=20) para madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> ofertada em três diferentes distâncias em situação de escolha durante 60 minutos de observação.....	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Os Térmitas	3
2.2 <i>Nasutitermes corniger</i>	6
2.3 Comportamento de Forrageamento de <i>N. corniger</i>	8
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I	17
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1 Origem das Colônias.....	22
2.2 Manutenção de Térmitas em Laboratório	23
2.3 Tamanho das Madeiras (Tratamentos)	25
2.4 Bioensaio	25
2.5 Análise Estatística.....	27
3 RESULTADOS	28
4 DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÕES	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO II	40
RESUMO	41
ABSTRACT	42
1 INTRODUÇÃO.....	43
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1 Coleta e Manutenção de Térmitas em Laboratório.....	44
2.2 Quantidade de Madeiras (Tratamentos).....	45
2.3 Bioensaio	45
2.4 Análise Estatística.....	47
3 RESULTADOS	48
4 DISCUSSÃO.....	53
5 CONCLUSÕES	54
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
CAPÍTULO III	58

RESUMO	59
ABSTRACT	60
1 INTRODUÇÃO.....	61
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1 Coleta e Manutenção de Térmitas no Laboratório.....	62
2.2 Distâncias das Madeiras (Tratamentos).....	63
2.3 Bioensaio	63
2.4 Análise Estatística.....	65
3 RESULTADOS	66
4 DISCUSSÃO.....	70
5 CONCLUSÕES	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os térmitas, ou cupins como são referidos na língua indígena Tupi, são pertencentes à ordem Blattodea, de acordo com análises moleculares filogenéticas (INWARD et al., 2007; BIGNELL et al., 2010), com 3155 espécies descritas em 359 gêneros e alocadas em nove famílias, sendo elas: Archotermopsidae, Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Stolotermitidae, Stylotermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 2009; KRISHNA et al., 2013). São insetos caracterizados como eussociais, ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho, esta diferenciada morfológicamente entre si, cada uma com a função de realizar uma tarefa específica em prol da colônia (DELVARE & ABERLENC, 1989; CROSLAND et al., 1997, 1998; FONTES & ARAÚJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002; BARBIERI & BALDIN, 2011).

Esses insetos possuem como principal hábito alimentar a xilofagia, ou seja, utilizam a madeira como fonte alimentar básica (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Nos térmitas, a busca por alimento é, geralmente, uma atividade realizada em grupo e composta por ações individuais unificadas, desencadeadas por estímulos táteis e químicos (TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000; COSTA-LEONARDO, 2002). Na maioria das espécies, esta organização é sinalizada por meio de semioquímicos, principalmente pelo feromônio de trilha (HAIFIG, 2013).

Os térmitas de maneira geral, incluindo os arborícolas, são mais conhecidos por causarem grandes prejuízos econômicos. Isso é observado, principalmente, quando seu ambiente natural é por parte ou totalmente modificado pelo homem (MILL, 1991; DE SOUZA, 1995; FONTES, 1995; FONTES & ARAUJO, 1999; CONSTANTINO, 2002; FADINI et al., 2002). Em centros urbanos, espécies de térmitas nativos, que há décadas só ocorriam em áreas com vegetação natural, passaram a serem pragas pelos significativos danos que ocasionam (SOUZA, 2012). Dentre os térmitas arborícolas, a espécie nativa *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Termitidae) tem ampla distribuição geográfica no continente americano, sendo constatada do México ao norte da Argentina (CONSTANTINO, 2009). Essa espécie tem como característica a construção de ninhos secundários, o que aumenta, significativamente, a área de forrageamento desses insetos (VASCONCELLOS & BANDEIRA, 2006). Além disso, é abundante em florestas secundárias de Mata Atlântica com algum grau de perturbação e possui alta plasticidade alimentar, podendo ingerir madeiras de diferentes densidades e teores de umidade (BANDEIRA et al., 1998; REIS & CANCELLO, 2007; SILVA, 2008). No entanto, Gazal et al. (2010) observaram que *N. corniger* exibe preferência alimentar por madeira da espécie exótica arbórea *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

Nas últimas décadas *N. corniger* passou a apresentar grande importância econômica em decorrência de relatos frequentes de danos provocados em residências de várias cidades do Brasil e da Argentina, o qual lhe conferiu o “status” de praga (COSTA-LEONARDO, 2002). No Brasil, esse térmita é considerado praga urbana em diversos estados do Norte e Nordeste, nos municípios de Belém do Pará-PA, Olinda-PE, Manaus-AM e João Pessoa-PB (BANDEIRA et al., 1989, 1998; MILL, 1991). Além disso, *N. corniger* é considerado praga urbana também nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio de Janeiro (COSTA-LEONARDO, 2002; MILANO & FONTES, 2002).

A fauna de térmitas no Brasil ainda é pouco estudada e a ecologia desses organismos ainda é pouco conhecida (CONSTANTINO, 1999). Por isso, um dos principais fatores a ser considerado no desenvolvimento de estratégias de controle e manejo dos térmitas é o conhecimento preciso dos aspectos biológicos e comportamentais da espécie em questão. Pouco se sabe ao certo sobre os fatores ligados à busca do recurso alimentar por *N. corniger*.

Nos tópicos subsequentes, esse tema e alguns fatores ligados à atratividade desse térmita na busca por alimento serão discutidos, como o tamanho da fonte alimentar (capítulo I), a quantidade da fonte alimentar (capítulo II) e as distâncias da fonte de alimento em relação à colônia desse térmita (capítulo III) em condições de laboratório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os Térmitas

Os térmitas pertencem à ordem Blattodea e estão distribuídos biogeograficamente nas áreas tropicais e temperadas do mundo, entre os paralelos 52° N e 45° S, o que indica uma alta capacidade de adaptação a diferentes ambientes (LEE & WOOD, 1971; FONTES, 1979, 1995; FONTES & BERTI FILHO, 1998). Estes insetos apresentam atualmente 3155 espécies descritas em nove famílias: Archotermopsidae, Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Stolotermitidae, Stylotermitidae e Termitidae (FONTES & ARAÚJO, 1999; CONSTANTINO, 2009; BIGNELL et al., 2010; BARBIERI & BALDIN, 2011; KRISHNA et al., 2013; DE JONG et al., 2014). No Brasil, registra-se 534 espécies pertencentes a quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 2005, 2009). No entanto, este número provavelmente subestima a diversidade real, uma vez que as pesquisas de espécies não foram conduzidas em muitas regiões (CONSTANTINO, 1998, 2002).

A organização social dos térmitas é caracterizada como eussocial, ou seja, estes formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho. A estrutura social desses insetos é composta por indivíduos que se desenvolvem por hemimetabolia, morfologicamente distintos (polimórficos) e classificados em castas com funções específicas dentro da colônia (WILSON, 1971; OLIVEIRA et al., 1986). Assim, três castas são encontradas em um ninho de térmita: a) Os reprodutores que são os responsáveis pela geração de novos indivíduos e pela multiplicação das colônias; b) Os soldados que são os responsáveis pela guarda do ninho e pela proteção dos indivíduos da colônia; e c) Os operários que formam a casta mais numerosa e se ocupam de todas as funções rotineiras tais como: obtenção de alimento, cuidados com a prole e fornecimento de alimento às outras castas, além de construção e reparação de túneis e do ninho (Figura 1) (KRISHNA, 1969; MEDEIROS, 2004).

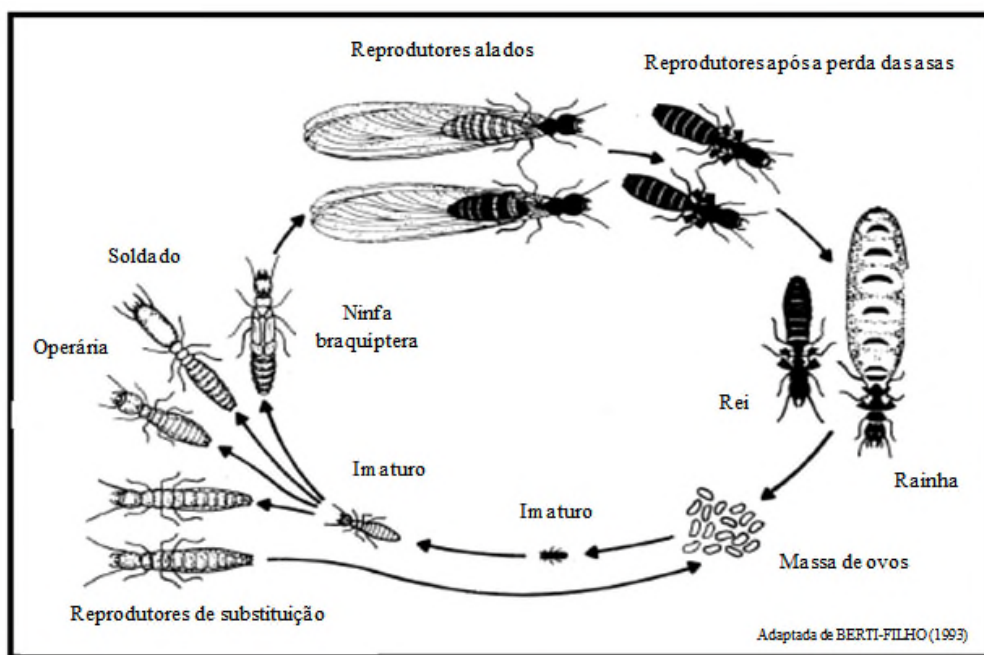


Figura 1. Ciclo geral da biologia dos térmitas e a representação das castas na colônia.

Os ninhos dos térmitas permitem isolar os indivíduos do meio externo. A comunicação com o exterior nunca é direta, com exceção das épocas de revoada quando ocorre a saída dos alados. Este enclausuramento protege contra invasores e permite controlar a circulação de ar para regular as condições de umidade, temperatura e de composição dos gases no interior do ninho (NOIROT, 1970). Os termiteiros variam quanto à forma, localização, tamanho, coloração, material utilizado na sua construção e estrutura. A estrutura dos ninhos dos térmitas é diversa, mas geralmente possuem uma câmara real, câmaras de cria, câmaras de armazenamento de alimento (podem estar ausentes) e galerias de forrageamento (COSTA-LEONARDO, 2002).

Os ninhos podem ser classificados, de acordo com o local de construção, em quatro tipos: 1) Ninhos na madeira, considerado a forma de nidificação mais primitiva; 2) Ninhos subterrâneos, constituídos de uma câmara única ou de múltiplas câmaras interligadas em redes; 3) Ninhos epígeos, se iniciam de forma subterrânea, mas com o crescimento da colônia desenvolvem uma parte aérea em forma de montículo; 4) Ninhos arborícolas de forma esférica ou elipsoidal, construídos em árvores ou similares (NOIROT, 1970).

O alimento básico dos térmitas é a celulose, mas a fonte de celulose utilizada varia de acordo com a espécie (VASCONCELLOS, 1999). Uma grande diversidade de materiais orgânicos (em vários estágios de decomposição) pode servir de alimento aos térmitas, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo materiais orgânicos presentes no solo (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007). Além disso, os operários adotam dois mecanismos para alimentar os outros membros da colônia denominados como: alimentação estomodeica (alimento regurgitado) e alimentação proctodeica (alimento entregue via fezes), de acordo a idade e necessidade nutricional do indivíduo (COSTA-LEONARDO, 2002).

A alimentação polifágica dos térmitas, em relação às fontes celulósicas, demandou uma dependência coevolutiva de simbioses do trato digestivo para degradação da celulose (MEDEIROS, 2004). De acordo com o grau evolutivo, os térmitas podem ser classificados em basais ou derivados (PEARCE & WAITE, 1994). Os térmitas basais usam madeira como fonte de alimento principal, possuem castas pouco definidas, e sua fauna intestinal é composta por protozoários flagelados com função simbiótica de degradação da celulose. Os térmitas derivados pertencem exclusivamente à família Termitidae, apresentam colônias populosas, castas bem definidas, podem usar outras fontes de alimento além de madeira e a degradação de celulose é processada, exclusivamente, por bactérias e/ou enzimas presentes no intestino do próprio operário (COSTA-LEONARDO, 2002).

Os térmitas realizam dois comportamentos importantes na comunicação intracolônia: trofalaxia e “grooming” ou lambedura (PEARCE, 1997). A trofalaxia envolve a troca de líquidos entre indivíduos. Os térmitas podem regurgitar para os companheiros de ninho o alimento parcialmente digerido que se encontra no papo ou saliva (trofalaxia estomodeal). Além disso, conteúdo intestinal pode ser passado via anal (trofalaxia anal ou proctodeal). O “grooming” ou lambedura é realizado sempre antes da trofalaxia. O “grooming” pode ocorrer sobre toda a superfície do corpo de um companheiro de ninho, mas o contato sensorial é mais intenso quando é realizado sobre mandíbulas e palpos onde há maior número de mecanorreceptores e quimiorreceptores (COSTA-LEONARDO, 2002).

A abundância dos térmitas e a atuação destes na transformação de componentes minerais e orgânicos conferem a esses insetos um papel destacado nos ecossistemas terrestres na faixa tropical do planeta, pois exercem influências benéficas ao solo, canalizando-o e assim contribuindo para a manutenção ou recuperação da porosidade, aeração, umidade e ciclagem de partículas minerais e orgânicas entre horizontes (FONTES & BERTI FILHO, 1998). Os estudos de La Fage et al. (1976) com *Gnathamitermes perplexus* (Banks, 1920) (Termitidae)

no deserto de Sonora mostraram que esta espécie é capaz de remover mais que 100 kg/ha/ano de solo, de onde se conclui que este térmita é um importante detritívoro benéfico. Nesta área onde minhocas são aparentemente ausentes, *G. perplexus* demonstrou ser um importante fator na aeração do solo. Além disso, no Zimbawe, os agricultores utilizam os solos dos ninhos de térmitas como adubo, espalhando-o no campo (NYAMAPPFENE, 1986). Na China, a extração aquosa das excretas ou do jardim de fungo dos térmitas é utilizada para curar alterações no fígado e certos tipos de tumores das pessoas. Além disso, os térmitas, por serem ricos em nutrientes, podem ser preparados como alimento ou usados em vinhos medicinais (GUI-XIANG et al., 1994).

Nas áreas urbanas, apesar de somente 10% das espécies de térmitas serem consideradas pragas, estas provocam enormes prejuízos (FONTES, 1995; AMARAL, 2002). A condição de praga urbana é determinada em base ao impacto econômico do dano, expresso em custos de prevenção, controle e reparo (ROBINSON, 1996). No Brasil, dezoito espécies de térmitas são consideradas pragas urbanas (CONSTANTINO, 2005). Esses térmitas podem atacar os móveis e as estruturas de madeira dos edifícios urbanos, que geralmente não foram submetidos a tratamentos preventivos (AMARAL, 2002).

Os danos econômicos causados por térmitas nas áreas urbanas do Brasil nunca foram estimados, mas os custos anuais em todo o mundo para tratamento e reparo das construções foram estimados na ordem dos 40 bilhões de dólares (RUST & SU, 2012). Além disso, estima-se que uma única espécie de térmita, *Coptotermes formosanus* Shiraki 1909 (Rhinotermitidae), cause prejuízos de cerca de 6 milhões de dólares por ano na cidade de Nova Orleans, EUA (FREYTAG & CINK, 2001).

No Brasil, os danos provocados por térmitas em áreas urbanas são atribuídos principalmente às espécies: *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853) (Kalotermitidae), *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Rhinotermitidae) e *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Rhinotermitidae). No entanto, nos últimos dez anos o térmita arborícola *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Termitidae) vêm provocando também perdas econômicas significativas em áreas urbanas (Figura 2) (CONSTANTINO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2007; ALBUQUERQUE et al., 2012; OLIVEIRA & WATANABE, 2016).



Arquivo pessoal: Thiago Sampaio de Souza

Figura 2. Danos causados por *Nasutitermes corniger* em prédio histórico da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)/*Campus* Lapa, Rio de Janeiro, RJ: A. Escola Superior de Desenho Industrial; B. Túneis de *N. corniger* na parede interna de uma sala de aula alcançando o ar condicionado; C. Soldados de *N. corniger*; D. Ninho policálico incipiente, marcado em vermelho, encontrado no telhado.

2.2 *Nasutitermes corniger*

O gênero *Nasutitermes* Dudley, 1890 (Termitidae: Nasutitermitinae) possui 257 espécies descritas, e 49 dessas se distribuem no Brasil em ambientes de caatingas, matas tropicais, cerrados, planícies e pastagens (ABREU et al. 2002; VASCONCELLOS et al. 2005; CONSTANTINO, 2009). Em levantamentos de térmitas efetuados em regiões de Mata Atlântica e de Caatinga, *N. corniger* foi uma das espécies mais frequentes, sendo mais abundante em áreas onde houve algum tipo de distúrbio, como no caso de florestas secundárias (BANDEIRA et al, 2003; CONSTANTINO, 2009; VASCONCELLOS et al, 2005). Atualmente, *N. corniger* é considerada uma das mais importantes espécies do gênero na América do Sul tanto pela sua ampla distribuição geográfica como pelos crescentes registros de ocorrência de infestação em edificações urbanas, que elevam esta espécie ao “status” de praga (ZORZENON & POTENZA, 1998; CONSTANTINO, 1999, 2002; SILVA, 2008).

Nasutitermes corniger constrói seus ninhos acima da superfície do solo, no tronco ou entre ramos de árvores. No entanto, estes ninhos podem ser construídos também dentro das residências, em edículas e em pontos altos das edificações como forros e sótãos (FONTES, 1995). Os ninhos de *N. corniger* são populosos com castas não-reprodutivas bem definidas: (I) operários e (II) soldados pequenos e grandes (TRANIELLO, 1981; COSTA-LEONARDO,

2002; VASCONCELLOS & BANDEIRA, 2006), em que ambos os soldados apresentam 10 segmentos abdominais, fórmula dos esporões tibiais 2-2-2, 13 antenômeros, presença do naso com a extremidade de coloração mais clara e a presença de 4 pelos grandes característicos ao lado da fontanela, além de grande quantidade de pequenos pelos presentes no corpo e apêndices (COSTA-LEONARDO, 2002) (Figura 3). A estrutura do ninho é elaborada com madeira mastigada e outros materiais, como areia cimentada com fluidos fecais e salivares (LIGHT, 1933; EMERSON, 1938; THORNE et al., 1996).

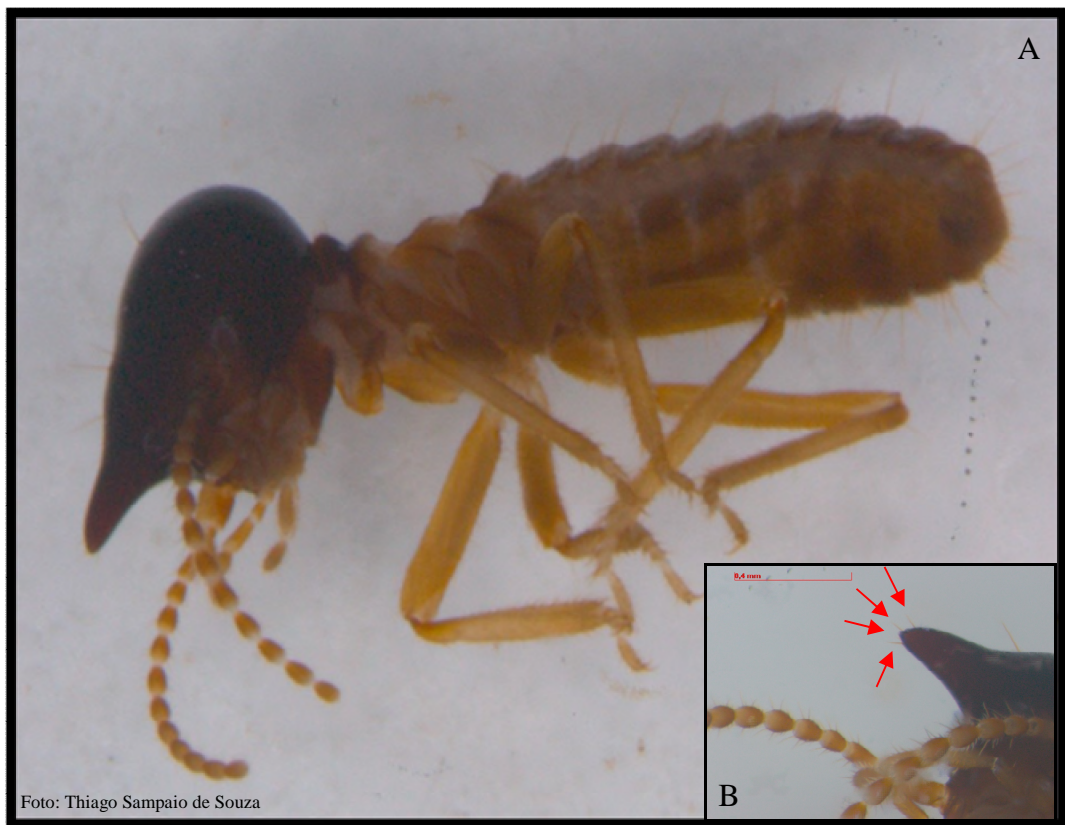


Figura 3. A. Vista lateral do soldado de *N. corniger*; B. Detalhe da extremidade da cabeça com a indicação dos 4 pelos (setas vermelhas) (fotografado em estereomicroscópio marca Carl Zeiss®, modelo Discovery V12).

A nidificação em árvores tem permitido a *Nasutitermes* spp. colonizar e explorar novos habitats (Figura 4) (EMERSON, 1938; NOIROT, 1970). Algumas espécies constroem ninhos divididos em vários câlios interconectados por túneis e galerias (NOIROT, 1970). Estes ninhos denominados policálicos são observados em *N. corniger* (THORNE, 1982). Geralmente uma rede de trilhas ou “galerias” construídas na superfície do tronco ou na parte interna deste interliga o ninho principal e os câlios com as fontes de alimento protegendo os térmitas da luz e dessecação (THORNE & HAVERTY, 2000).



Figura 4. Nidificação (ninhos policálico identificados por numeração) de *Nasutitermes corniger* em árvore não identificada. (Foto: Milano & Fontes, 2002).

Nos ninhos policálicos, cada cálie com ao menos uma rainha é denominada ninho satélite ou secundário. A coexistência de várias rainhas funcionais em uma mesma colônia denomina-se poliginia (VASCONCELLOS, 1999). Ninhos secundários podem às vezes também ser poligínicos (conter muitas rainhas), como descrito em *N. corniger* (THORNE, 1982, 1984, 1985).

A multiplicação de colônias ocorre após as revoadas dos alados de ambos os sexos. Durante estes voos, as fêmeas dispersam feromônios e ao aterrissarem selecionam um macho para formar par. Ambos os insetos perdem as asas e a fêmea escolhe um lugar adequado para fundar a colônia. No Brasil, as revoadas de *N. corniger* ocorrem na primavera. Outra possibilidade de multiplicação de ninhos é a fundação mediante brotamento, que acontece quando alados de ambos os sexos deixam o ninho parental e junto a operários e soldados fundam um ninho secundário que fica ligado por meio de túneis ao ninho parental (THORNE, 1982, 1984; COSTA-LEONARDO, 2002).

2.3 Comportamento de Forrageamento de *N. corniger*

O comportamento de forrageamento de *N. corniger* é iniciado por pequenos grupos de soldados (2 a 5 indivíduos) que saem do ninho em varias direções (Figura 5). Quando um soldado encontra alimento, retorna ao ninho pressionando intermitentemente o abdômen sobre o substrato, com o qual deixa uma trilha química (feromônio de trilha) (ARAB & ISSA, 2000). Numa segunda fase, novos soldados e os primeiros operários são recrutados e orientados ao alimento pela trilha de feromônio (Figura 6). Numa terceira fase, se a fonte de alimento for apropriada, acontece o recrutamento em massa de operários (Figura 7) (TRANIELLO, 1981; COSTA-LEONARDO, 2002).

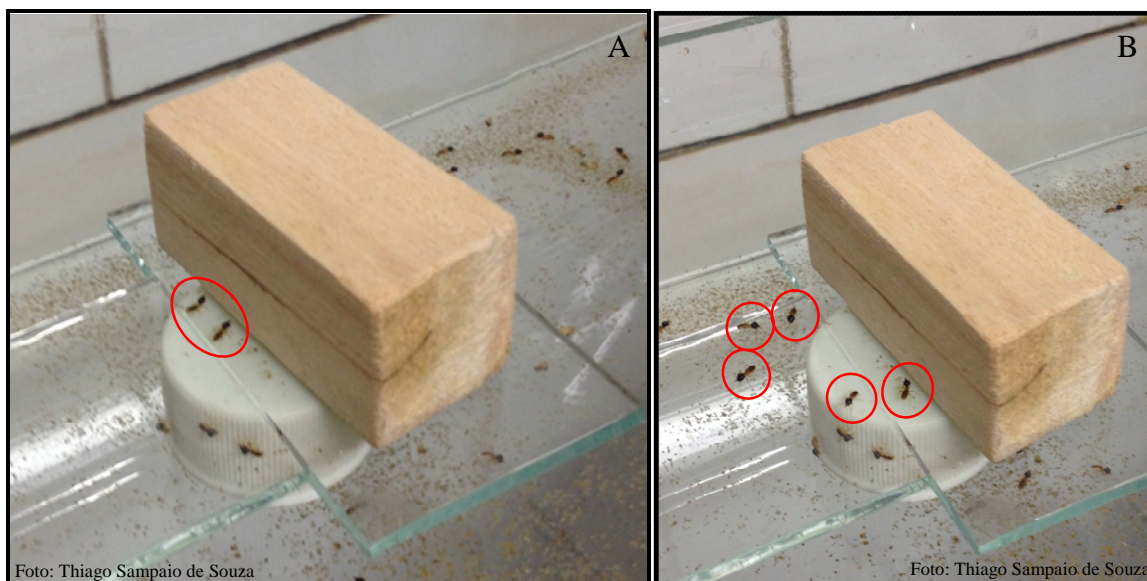


Figura 5. A. Forrageamento inicial, formado por pequenos grupos de soldados, sendo este realizado por dois indivíduos; B. Cinco soldados de *Nasutitermes corniger* (destaque com círculo vermelho) em laboratório, em um bloco de madeira.

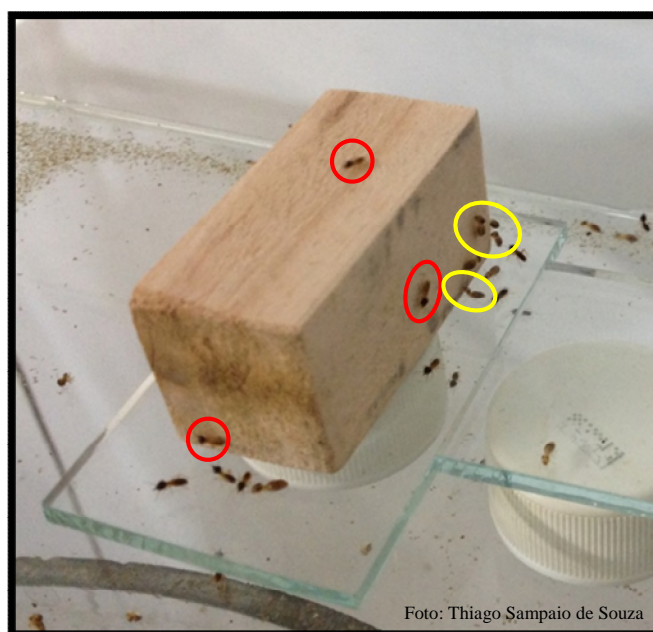


Figura 6. Segunda fase do forrageamento de *Nasutitermes corniger*, novos soldados (círculo em vermelho) e os primeiros operários (círculo em amarelo) são recrutados e orientados ao alimento (bloco de madeira) pela trilha química formada.



Figura 7. Terceira fase do forrageamento de *Nasutitermes corniger*, ocorre o recrutamento massivo de operários na fonte alimentar e esses estão distribuídos por toda trilha química formada de forma homogênea.

Assim, ao longo das primeiras 24 horas de exploração da fonte, acontece uma intensa deposição de fezes sobre a trilha e inicia-se a construção das galerias, que são concluídas após 72 horas (ARAB & ISSA, 2000). Durante a formação da trilha, soldados de *N. corniger* formam linhas defensivas em ambos os lados da trilha (LIMA, 2013).

Ao longo das fases de exploração e reconhecimento do alimento, distintas espécies de madeira podem representar recursos de atratividade equivalente, mas na fase de recrutamento em massa de operários, uma discriminação acontece e a preferência por uma das fontes de alimento se instala progressivamente (GAZAL et al., 2010). A existência de resistência natural da madeira, em *N. corniger*, não parece estar associada à densidade da madeira ou à substâncias hidrossolúveis, mas outros tipos de substâncias parecem ser responsáveis pelas respostas diferenciadas dos térmitas (BUSTAMANTE & MARTIUS, 1998; PAES et al., 2003; GAZAL et al., 2014).

Nasutitermes corniger prefere se alimentar do alburno das madeiras (CONSTANTINO, 2002). Inicialmente, *N. corniger* foi considerado por não discriminar entre a madeira de diferentes espécies de plantas (BUSTAMANTE, 1993). No entanto, Gazal et al. (2010) mostraram que a madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden é mais explorada do que a de *Pinus elliottii* Engel. e a de *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier, quando disponibilizadas simultaneamente. Além disso, outro fator que influencia na escolha de *N. corniger* por determinados tipos de madeiras é o grau de decomposição destas. Gazal et al. (2012) verificaram que para algumas espécies de madeira a degradação alterou a estrutura física destas, facilitando a remoção de fibras celulósicas e aumentando o valor nutricional da madeira. Alguns fungos são degradadores da madeira, e estes podem aumentar a digestibilidade da celulose, favorecendo assim o início do ataque dos térmitas à madeira (PERALTA et al., 2003), porém isto não é um pré-requisito para que o ataque ocorra (ESENTER et al., 1961).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.L.S.; SALES-CAMPOS, C.; HANADA, R.E.; VASCONCELLOS, F.J.; FREITAS, J.A. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 789-796, 2002.

ALBURQUERQUE, A.C.; MATIAS, G.R.R.; COUTO, A.A.V.O. Urban Termites of Recife, Northeast Brazil (Isoptera). **Sociobiology** v. 59, n. 1, p. 183-188, 2012.

AMARAL, R.D.A.M. **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo**. 2002. 71 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2002.

ARAB, A.; ISSA, S. Breves observaciones sobre el comportamiento de forrajeo de dos especies de termitas (Termitidae: Nasutitermitinae) bajo condiciones de laboratorio. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 15, n. 1, p. 93-95, 2000.

BANDEIRA, A. G.; GOMES, J. I.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P. C. S. **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101).

BANDEIRA, A. G.; MIRANDA, C. S.; VASCONCELLOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.75-85, 1998.

BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M.P.; CONSTANTINO, R. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, 42:117-127, 2003.

BARBIERI, R.F.; BALDIN, E.L.L. Ordem Isoptera. In: FUJIHARA, R.T.; FORTI, L.C.; ALMEIDA, M.C. de; BALDIN, E.L.L. (Eds.). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, p. 103-113, 2011.

BIGNELL, D.E.; ROISIN, Y.; LO, N. **Biology of Termites: A Modern Synthesis**. Springer Dordrecht Heidelberg: London, New York. 2010. 592p.

BUSTAMANTE, N.C.R. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins Nasutitermes Dudley, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. 1993. 151 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - INPA/FUA, Manaus, AM. 1993.

BUSTAMANTE, N.C.R.; MARTIUS, C. Nutritional preferences of wood-feeding termites inhabiting floodplain forests of the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 301-307, 1998.

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 a identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, p. 387-448, 1999.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p. 355-65, 2002. 10.1046/j.1439-0418.2002.00670.x

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SILVA, J.C.S.; FELFILI, J.M. (Ed.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. pp. 319-333.

CONSTANTINO, R. **On-line termite database**. Brasília – DF, 2009.
Disponível em: <http://164.41.140.9/catal/>
Acessado em: 18/10/2017

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

COSTA-LEONARDO, A.M. O cupim *Coptotermes gestroi*: uma realidade que veio para ficar. **Vetores & Pragmas**, v. 10, n. 17, p. 2-5, 2007.

CROSLAND, M.W.J.; LOK, C.M.; WONG, T.C.; SHAKARAD, M.; TRANIELLO, J.F.A. Division of labour in a lower termite: the majority of tasks are performed by older workers. **Animal Behaviour**, v. 54, p. 999-1012, 1997.

CROSLAND, M.W.J.; REN, S.X.; TRANIELLO, J.F.A. Division of labour among workers in the termite, *Reticulitermes fukienensis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Ethology**, v. 104, p. 57-67, 1998.

DE JONG, Y.; VERBEEK, M.; MICHELSEN, V.; BJØRN, P.P.; LOS, W.; STEEMAN, F.; BAILLY, N.; BASIRE, C.; CHYLARECKI, P.; STLOUKAL, E.; HAGEDORN, G.; WETZEL, F.T.; GLÖCKLER, F.; KROUPA, A.; KORB, G.; HOFFMANN, A.; HÄUSER, C.; KOHLBECKER, A.; MÜLLER, A.; GÜNTSCH, A.; STOEV, P.; PENEV, L. Fauna Europaea – all European animal species on the web. **Biodiversity Data Journal**, 2: e4034, 2014.
Disponível em: http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=11922
Acessado em: 18/05/2017.

DELVARE, G.; ABERLENC, H.P. Ordre Dictyoptera Sous-Ordre Isoptera. In: DELVARE, G.; ABERLENC, H.P. (Eds.). **Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: clés pour la reconnaissance des familles**. Montpellier, CIRAD/PRIFAS, pp. 85-88, 1989.

DE SOUZA, O. Efeitos da fragmentação de ecossistemas em comunidades de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Eds.). **Biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, p.19-27, 1995.

EMERSON, A.E. Termite nest. A study of the phylogeny of behavior. **Ecology Monographs**, v. 8, p. 247-284, 1938.

ESENTHER, G.R.; ALLEN, T.C.; CASIDA, J.E.; SHENEFELT, R.D. Termite attractant from fungus infected wood. **Science**, v. 1, p. 43-50, 1961.

FADINI, M.A.M.; MOINO J.R., A.; SOUZA, O.F.F. **Ecologia e manejo de cupins de montículo em pastagens: indicações técnicas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 28p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 66).

FONTES, L.R. Os cupins. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 9, p. 986-992, 1979.

FONTES, L.R. Cupins em áreas urbanas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, p.57-76, 1995.

FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 70p.

FONTES, L.R.; ARAÚJO, R. L. Os cupins. In: MARICONI, F. A. M (Coord.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, pp. 35-90, 1999.

FREYTAG, E.D.; CINK, J.H. **Field trials with premise (imidacloprid) termiticide for controlling formosan subterranean termites in trees in New Orleans, Louisiana**. In: International Symposium on *Coptotermes formosanus* in New Orleans, 2., Louisiana. Resumos. New Orleans: U.S Department of Agriculture, p. 23, 2001.

GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Wood preference of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 55, n. 1, p. 433-444, 2010.

GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; 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, p. 287-296, 2012.

GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Mechanism of trail following by the arboreal termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Zoological Society of Japan**, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2014.

GUI-XIANG, L.; ZI-RONG, D.; BIAO, Y. Introduction to termite research in China. **Journal of Applied Entomology**, v. 117, p. 360-369, 1994.

HAIFIG, I. **Morfofisiologia das castas e forrageamento do cupim de Cerrado *Velocitermes heteropterus* (Isoptera: Termitidae)**. 2013. 59 f. Tese. (Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP. 2013.

INWARD, D; BECCALONI, G; EGGLETON, P. Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. **Biology Letters**, v. 3, p. 331-335, 2007.

KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. **Biology of Termites**. New York and London: Academic, 1969. 598p.

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.

LA FAGE, J. P.; HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L. Environmental factors correlated with the foraging behavior of a desert subterranean termite, *Gnathamitermes perplexus* (Banks) (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 2, n. 2, p. 155-169, 1976.

LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and soils**. London and New York, Academic Press, 1971. 251p.

LIGHT, S.F. Termites of western Mexico. **University California Publications in Entomology**, v. 6, p. 79-164, 1933.

LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO, A.M. Recurso alimentares explorados pelos cupins (Isoptera: Isoptera). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 243-250, 2007.

LIMA, V.L.S. **Polimorfismo e polietismo na linha áptera do cupim *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae)**. 2013. 74 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2013.

MEDEIROS, M.B. Metabolismo da celulose em Isoptera. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. v. 33, n. 2, p. 76-81, 2004.

MILANO, S.; FONTES, L.R. Cupins como pragas urbanas na América do Sul. In: MILANO, S.; FONTES, L.R. (Eds.). **Cupim e cidade: implicações ecológicas e controle**. São Paulo: Sdney Milano e Luiz R. Fontes, pp. 33-68, 2002.

MILL, A.E. Termites as structural pest in Amazonia, Brazil. **Sociobiology**, v. 19, n. 2, p. 339-348, 1991.

NOIROT, C. The nests of termites. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (Eds.). **Biology of Termites**, New York and London: Academic Press v. 2, p. 73-125, 1970.

NYAMAPFENE, K. W. The use of termite mounds in Zimbabwe peasant agriculture. **Tropical Agriculture**, v. 63, n. 2, p. 191-192, 1986.

OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.; CARBALLERA LOPEZ, G.A.; SAMPAIO OLIVEIRA, L.C.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**, v1. São Paulo: IPT. I, pp.99-278, 1986.

OLIVEIRA, A. M. F.; WATANABE, C. M. **Insetos Xilófagos: cupins e brocas**. In: Manual de controle de vetores e pragas sinantrópicas. São Paulo: Associação dos controladores de vetores e pragas, pp 11-134, 2016.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; SOBRINHO, D.W.F.; BAKKE, O, A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Revista Cerne**, v. 9, n. 1, p. 36-47, 2003.

PEARCE, M.J. **Termites: biology and pest management**, CAB International, New York, 1997, 172p.

PEARCE, M.J.; WAITE, B.S. A list of termite genera with comments on taxonomic changes

and regional distribution. **Sociobiology**, v. 23, p. 247-263, 1994.

PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.G.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Feeding preference of subterranean termites for forest species associated or not a wood-decaying fungi. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 58-63, 2003.

REIS, Y.T.; CANCELLO, E.M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n. 3, p. 229-234, 2007.

ROBINSON, W.H. **Urban entomology: Insect and mite pests in the human environment**. 1ª ed. London: Chapman & Hall, 1996. 430p.

RUST, M.K.; SU, N.-Y. Managing Social Insects of Urban Importance. **Annual Review of Entomology**, v. 57, p. 355-375, 2012.

SILVA, V.S.G. **Comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) e sua ocorrência em áreas urbanas**. 2008. 108 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2008.

SOUZA, J.H. **Comportamento de exploração e tolerância intraespecífica em *Nasutitermes corniger* (Motschulsky,1855) (Isoptera: Termitidae)**. 2012. 104 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2012.

THORNE, B.L. Polygyny in termites: multiple primary queens in colonies of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae). **Insects Sociaux**, v. 29, n. 1, p. 102-117, 1982.

THORNE, B.L. Polygyny in the Neotropical termite *Nasutitermes corniger*: life history consequences of queen mutualism. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 14, p. 117-136, 1984.

THORNE, B.L. Numerical and biomass caste proportions in colonies of termites *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae* (Isoptera: Termitidae). **Insectes Sociaux**, v. 32, p. 411- 426, 1985.

THORNE, B.L.; COLLINS, M.S.; BJORN DAL, K.A. Architecture and nutrient analysis of arboreal carton nest of two neotropical *Nasutitermes* species (Isoptera: Termitidae) with notes on embedded nodules. **Florida Entomologist**, v. 79, p. 27-37, 1996.

THORNE, B.L.; HAVERTY, M.I. Nest growth and survivorship in three species of neotropical *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 2, p. 256-264, 2000.

TRANIELLO, J.F.A. Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*. **Proceedings of the National Academy Sciences, U.S.A.**, v. 78, p. 1976-1979, 1981.

TRANIELLO, J.F.A.; LEUTHOLD, R.H. Behavior and ecology of foraging in termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (Eds.). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. London: Kluwer Academic Publishers, pp. 141-168, 2000.

VASCONCELLOS, A. **Estrutura e dinâmica de ninhos policálicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba, Brasil**. 1999. 84 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Entomologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 1999.

VASCONCELLOS, A.; MÉLO, A.C.S.; SEGUNDO, E.M.V.; BANDEIRA, A.G. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 95, n. 2, p. 127-131, 2005.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A.G. Populational and reproductive status of a polycalic colony of *Nasutitermes corniger* (Isoptera, Termitidae) in the urban area of João Pessoa, NE Brazil. *Sociobiology*, v. 47, n. 1, p. 165-174, 2006.

WILSON, E.O. **The insects societies**. Cambridge and Massachusetts, Harvard University Press, 1971. 548p.

ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. **Cupins: pragas em áreas urbanas**. Boletim Técnico do Instituto Biológico, n. 10, 1998. 40 p.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO RECURSO ALIMENTAR NO COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY, 1855)

RESUMO

Nasutitermes corniger (Motschulsky) (Blattodea: Termitidae), nativo da região Neotropical, tem alcançado o *status* de praga nas cidades brasileiras. Como térmita xilófago, danos às madeiras nas construções residenciais ou empresariais em áreas urbanas causados por essa espécie são os mais significativos. Nos térmitas em geral, o forrageamento pode ser afetado por fatores ligados ao alimento, podendo envolver estímulos químicos e táteis. Visando avaliar o comprimento da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, como recurso alimentar, em eventos comportamentais de *N. corniger*, em condições de laboratório, ninhos com colônia ativas foram coletados a campo. Estes foram acondicionados em cubas de vidro conectadas a arena de teste, e mantidos em condições ambientais controladas no laboratório (25 ± 5 °C, $80 \pm 5\%$ UR e 10:14 horas de luz e escuro). Estacas de madeira de *E. grandis*, com mesma seção transversal retangular de 2,5 cm x 2,0 cm, foram ofertadas aos térmitas, em arenas de teste, com três comprimentos distintos: 5, 10 e 15 cm. Cada teste teve duração de 60 minutos, observando se ocorreria ou não os seguintes eventos comportamentais e sua duração (em minutos): exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários. Ao final de cada teste as madeiras foram colocadas em caixas gerbox, os indivíduos separados por castas e o número de térmitas recrutados, o número de operários recrutados, o número de operários em roedura (iniciando a fragmentação das fibras da madeira) e o número de soldados foram determinados. Os testes foram repetidos com 20 colônias e a cada teste a posição das madeiras na arena foi aleatorizada. Os resultados obtidos mostraram que a ocorrência dos eventos comportamentais de *N. corniger* foi influenciada pelo comprimento da madeira. Madeiras mais longas (10 e 15 cm de comprimento) favoreceram maior ocorrência de exploração inicial e de recrutamento inicial de operários do que madeiras mais curtas (5 cm). Maior recrutamento em massa de operários ocorreu nas estacas com tamanho intermediário (10 cm), diferindo significativamente dos outros dois comprimentos testados. O comprimento da madeira influenciou também o número total de térmitas (operários e soldados) recrutados e o número total de operários em roedura, sendo ambos superiores na madeira de 10 cm ($183,4 \pm 6,2$ e $144,7 \pm 4,9$, respectivamente), diferindo significativamente nas de 5 cm ($73,0 \pm 8,6$ e $54,7 \pm 7,0$, respectivamente) e 15 cm ($111,2 \pm 5,3$ e $77,6 \pm 4,1$, respectivamente). Todavia, esse fator não influenciou o tempo para a exploração pelos térmitas desse recurso alimentar, o número total de operários recrutados e o número total de soldados recrutados. No entanto, é possível concluir que o comprimento da madeira é um fator que pode levar a limitação da ocorrência do comportamento de forrageamento de *N. corniger* em condições de laboratório.

Palavras-chave: Térmita arborícola, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Comportamento de forrageamento, Padrão de recrutamento.

ABSTRACT

Nasutitermes corniger (Motschulsky) (Blattodea: Termitidae), native to the Neotropical region, has reached the pest status in Brazilian cities. As xylophagous termite, wood damages in residential or business buildings in urban areas caused by this species are the most significant. In termites in general, foraging may be affected by food-related factors, which may involve chemical and tactile stimuli. In order to evaluate the length of the wood of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, as food resource, in behavioral events of *N. corniger*, under laboratory conditions, nests with active colony were collected in the field. They were placed in glass cubes connected to the test arena and kept under controlled environmental conditions in the laboratory (25 ± 5 °C, $80 \pm 5\%$ RH and 10:14 hours light and dark). *Eucalyptus grandis* wood stakes, with the same rectangular cross section of 2.5 cm x 2.0 cm, were offered to the termites in test arenas with three different lengths: 5, 10 cm and 15 cm. Each test had duration of 60 minutes, observing whether or not the following behavioral events and their duration (in minutes) occurred: initial exploration, initial recruitment and mass recruitment of workers. At the end of each test the stakes were placed in gerbox boxes, the individuals were separated by castes and the number of termites recruited, the number of workers recruited, the number of workers chewing (initiating the fragmentation of wood fibers) and the number of soldiers were determinate. The tests were repeated with 20 colonies and at each test the position of the stakes in the arena was randomized. The obtained results showed that the occurrence of the behavioral events of *N. corniger* was influenced by the length of the wood. Longer woods (10 and 15 cm long) favored a higher occurrence of initial exploration and initial recruitment of workers than shorter woods (5 cm). Greater mass recruitment of workers occurred in stakes with intermediate size (10 cm), differing significantly from the other two lengths tested. The length of the wood also influenced the total number of termites (workers and soldiers) recruited and the total number of workers chewing, both being higher in the wood of 10 cm (183.4 ± 6.2 and 144.7 ± 4.9 , respectively), differing significantly from those of 5 cm (73.0 ± 8.6 and 54.7 ± 7.0 , respectively) and 15 cm (111.2 ± 5.3 and 77.6 ± 4.1 , respectively). However, this factor did not influence the time taken by the termites to explore this food resource, the total number of workers recruited and the total number of soldiers recruited. However, it is possible to conclude that wood length is a factor that may lead to limitation of the occurrence of foraging behavior of *N. corniger* under laboratory conditions.

Key Words: Arboreal termite, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Foraging behavior, Recruitment pattern.

1 INTRODUÇÃO

O forrageamento dos térmitas é uma atividade em grupo composta de ações individuais integradas com padrões organizados em direção a nova fonte de alimento, envolvendo a comunicação química da localização dessa fonte entre os membros da colônia, que estimula os forrageadores a deixar o ninho e orientá-los ao alimento encontrado (TRANIELLO & BUSHER, 1985; TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000). Essa atividade compreende eventos de recrutamento e agregação de indivíduos, podendo haver mudanças ao longo do tempo, sendo, portanto, um processo dinâmico, governado por requisitos nutricionais da colônia e quantidade e/ou qualidade dos recursos alimentares disponíveis, como tem sido observado em algumas espécies do gênero *Nasutitermes* Dudley (TRANIELLO & BUSHER, 1985; TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000; ANDARA et al., 2004; GAZAL et al. 2014a,b).

O térmita arborícola *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Termitidae) é amplamente distribuído na região da Mesoamérica, do sul do México ao Panamá, e na América do Sul (ATKINSON & ADAMS, 1997; TORALES 2002; CONSTANTINO 2002; SCHEFFRAHN et al., 2005). Nas últimas décadas *N. corniger* passou a ter grande importância econômica devido aos crescentes relatos de danos em residências de várias cidades do Brasil e da Argentina, os quais lhe conferiu o *status* de praga (MILL, 1991; MENEZES et al., 2000; CONSTANTINO, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002; FONTES & MILANO, 2002; TORALES 2002; ALBUQUERQUE et al., 2012). O controle desta praga é difícil devido à alta reincidência de infestação ocasionada pela existência de ninhos policíclicos e a localização do ninho, muitas vezes distante da área atacada (COSTA-LEONARDO, 2002; FONTES & MILLANO, 2002).

Os métodos mais utilizados para reduzir danos por térmitas em áreas urbanas são as barreiras com inseticidas de alto poder residual e o tratamento químico das madeiras (CABRERA & KAMBLE, 2001). Um método de controle alternativo se baseia no emprego de iscas (SU & SCHEFFRAHN, 1993; ROJAS & MORALES-RAMOS, 2001; COSTA-LEONARDO, 2002). O método à base de iscas consiste na incorporação de um inseticida em substratos celulósicos atrativos que ao serem atacados possibilitam o transporte e distribuição do princípio ativo para toda a colônia. Este método utiliza pequenas quantidades de inseticida, o que reduz o risco de contaminação ambiental (COSTA-LEONARDO & THORNE, 1995; FONTES & ARAÚJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002). Iscas foram utilizadas com sucesso contra térmitas subterrâneos dos gêneros *Coptotermes* e *Reticulitermes* (SU, 1994; COSTA-LEONARDO, 2002). No entanto, experiências feitas para controlar térmitas do gênero *Nasutitermes* não apresentaram resultados satisfatórios, aparentemente devido ao uso de iscas pouco atrativas (SU, 1994; COSTA-LEONARDO, 2002). A carência de informações sobre os mecanismos de localização do alimento pelos térmitas, particularmente o comportamento de recrutamento e orientação, limita o uso de sistema de isca tóxica (WALLER & LA FAGE, 1987).

Entretanto, apesar da importância crescente de *N. corniger* como praga, ainda pouco se sabe do seu comportamento de forrageamento quanto à exploração dos seus recursos alimentares, embora haja registro de que *N. corniger* seleciona a madeira de acordo com a espécie, onde exhibe preferência em forragear madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Myrtaceae) (GAZAL et al., 2010). Além disso, o grau de decomposição (GAZAL et al., 2012) e a ação de estímulos químicos da madeira (GAZAL et al. 2014a) também influenciam na atração dessas, assim como substâncias feromonais presentes nas fezes que auxiliam na orientação exploratória de substratos celulósicos por essa espécie (GAZAL et al., 2014b).

Além desses, outros fatores podem também afetar a seleção do recurso alimentar pelos térmitas xilófagos, tais como tamanho, forma, volume e posição do alimento, área de superfície da madeira, presença de substâncias químicas no alimento que podem atuar como nutrientes ou aleloquímicos, densidade, dureza e umidade da madeira (USHER & OCLOO, 1974; HOWICK, 1975, WALLER & LA FAGE, 1987; GEROZISIS et al., 2008). Com relação ao tamanho do recurso alimentar, algumas espécies de térmitas xilófagos preferem grandes toras ou árvores, enquanto outros atacam pequenos ramos ou galhos (WOOD, 1978). Testes de campo realizados em Ghana demonstraram que *Coptotermes formosanus* Shiraki, 1909 (Rhinotermitidae) preferem atacar estacas de madeira de menor volume e com maior área de superfície (USHER & OCLOO, 1974; WALLER & LA FAGE, 1987).

Em laboratório, Howick (1975) avaliou a preferência de três espécies de térmitas por diferentes comprimentos de madeira de *Eucalyptus regnans* F. Muell. (com mesmo formato), que variaram de 20 a 100 mm e observou que *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt, 1898) (Rhinotermitidae) e *Nasutitermes exitiosus* (Hill, 1925) (Termitidae) preferiram pedaços de madeira de eucalipto mais longos, não ocorrendo o mesmo com *Mastotermes darwiniensis* (Froggatt, 1897) (Mastotermitidae). Cornelius & Osbrink (2001) observaram o efeito de estacas de mesma seção transversal (3,5 cm x 1 cm), mas diferindo no comprimento (4 cm e 11 cm), no consumo de madeira de *Picea* sp. por duas espécies de térmitas subterrâneos, e concluíram que o consumo por *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837) é muito maior em estacas maiores do que nas de menor comprimento, enquanto o consumo por *C. formosanus* não foi afetado por esse fator.

Com a finalidade de selecionar madeira apropriada para a elaboração de iscas de monitoramento ou controle, verificamos se o tamanho da madeira influencia no comportamento de forrageamento do térmita arborícola *N. corniger*.

O presente estudo teve como objetivo verificar se o tamanho da madeira influencia no comportamento de forrageamento de *N. corniger*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem das Colônias

Ninhos de *N. corniger* com colônias ativas e maduras (com presença de alados) e tamanho ao redor de 40 cm de largura 60 cm de altura foram retirados de árvores da área de reserva do Parque da Ilha do Catalão, localizada no *campus* da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) [22°50'44"S; 43°13'19"W], Rio de Janeiro, RJ (Figuras 1 e 2), no período de dezembro de 2016 a maio de 2017. Os ninhos foram colocados em sacos plásticos de cor preta de 100 litros e alocados em caixas de papelão para evitar a destruição durante o transporte (Figura 3) até o Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) no *campus* de Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).



Figura 1. A. Vista aérea do *campus* universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Ilha do Fundão e a localização do Parque do Catalão; B. Vista mais aproximada do Parque do Catalão na Ilha do Catalão – UFRJ.



Figura 2. Coleta de ninhos de *Nasutitermes corniger* no Parque do Catalão – UFRJ.



Figura 3. Armazenagem de um ninho de *Nasutitermes corniger* coletado no Parque do Catalão – UFRJ para transporte até o Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ): A. Acondicionamento do ninho no saco plástico preto; B. Preparo para acomodar o ninho na caixa de papelão.

2.2 Manutenção de Térmitas em Laboratório

Cada ninho coletado foi colocado numa cuba de vidro transparente (50,0 cm x 50,0 cm x 60,0 cm de altura), contendo uma camada de 5 cm de areia esterilizada e a qual estava sobre placas de isopor (Figura 4). Os térmitas tiveram acesso livre à arena de forrageamento por meio de um tubo de silicone ($\varnothing = 8,0$ mm; comprimento = 10 cm) conectada a um tubo de PVC (cor preta) preso ao orifício de saída da cuba. A arena tinha o fundo constituído de uma placa de vidro de 50,0 x 40,0 cm e uma parede perimetral de 5,0 cm de altura. A arena foi colocada sobre um tubo de acrílico ($\varnothing = 10,0$ cm e comprimento = 20,0 cm) para que a saída da cuba ficasse numa altura equiparável à altura da borda superior da parede da arena (GAZAL et al., 2010). Dentro da cuba, foi acomodada uma placa de vidro transparente com tamanho variado (3,0-7,0 cm x 4,0 cm), dependendo da conformação do ninho dentro da cuba, para auxiliar o fluxo dos térmitas para a arena de forrageamento. Para facilitar o acesso dos térmitas à fonte de alimento, uma rampa de vidro foi apoiada na saída do tubo de silicone para a arena de forrageamento. A rampa consistiu de duas placas de vidro transparentes de 4,0 cm x 4,0 cm e 6,0 cm x 4,0 cm e fixadas com massa epóxi adesiva (Durepoxi[®]), sendo que o maior comprimento foi colocado paralelamente à saída dos térmitas. Após o acondicionamento dos ninhos nas cubas, o escape dos térmitas foi impedido colocando fitas adesivas transparentes com 5 cm de largura nas bordas superiores das paredes da cuba, em que a parte colante foi voltada para o interior da mesma. Peças de madeira de *Pinus* sp. umedecidas foram colocadas na arena como alimento, próximas das quais foi colocada uma tampa de garrafa PET contendo água para favorecer a umidade da arena de forrageamento. As cubas com os ninhos foram mantidas em sala com temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 10:14 horas (claro:escuro) no CIMP/UFRRJ (Figura 5). As peças de madeira na arena e a areia da cuba foram umedecidas todos os dias com água destilada, além da reposição diária de água destilada na tampa de garrafa PET. Esse manejo foi realizado com luva de látex de borracha natural do tipo cirúrgica e máscara respiratória descartável para reduzir a emissão de odores sobre a colônia (Figura 6).

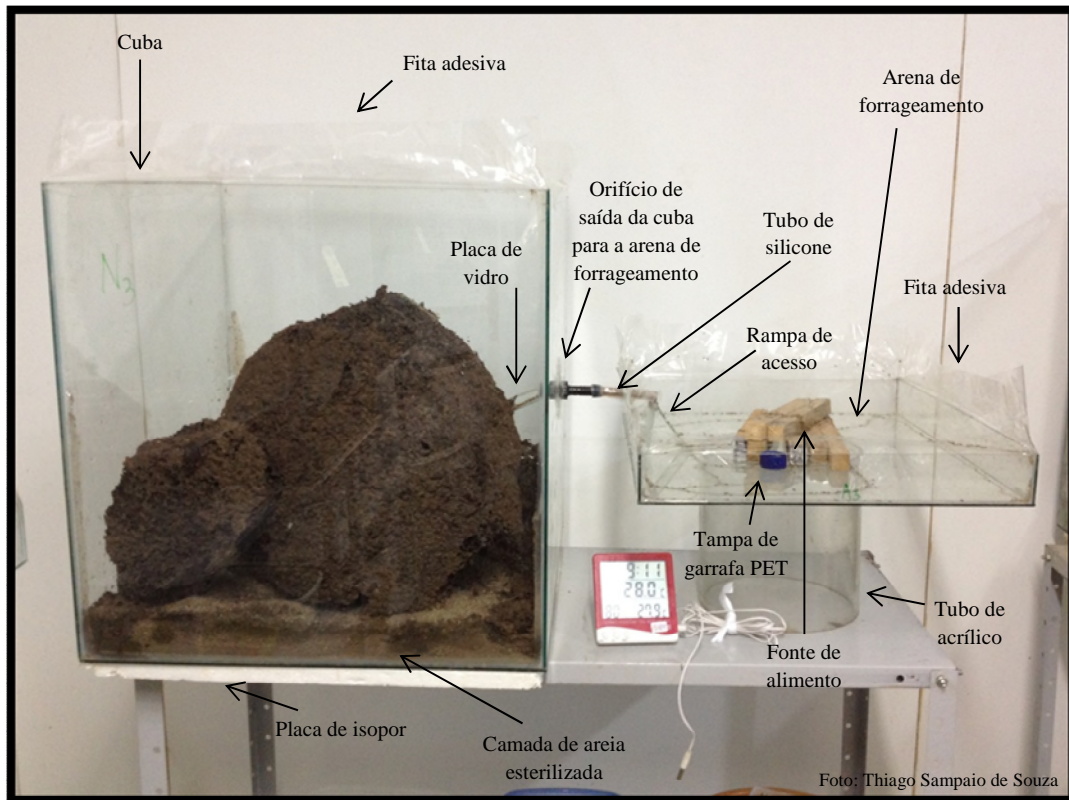


Figura 4. Esquema da criação de colônia de *Nasutitermes corniger* conectada à arena de forrageamento no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento.



Figura 5. Criação de colônias de *Nasutitermes corniger* no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP/UFRRJ).



Foto: Vinicius José Fernandes

Figura 6. Manejo do ninho de *Nasutitermes corniger*, detalhando o umedecimento da areia e uso de luva e máscara para redução de emissão de odores sobre a colônia.

2.3 Tamanho das Madeiras (Tratamentos)

Três comprimentos de estacas de madeira de *E. grandis*, com mesma seção transversal retangular (2,5 cm x 2,0 cm), foram testados: 5 cm, 10 cm e 15 cm.

2.4 Bioensaio

O experimento foi conduzido na arena de forrageamento (50,0 cm x 40,0 cm x 5,0 cm). Trinta minutos antes do início de cada teste, o tubo de silicone foi obstruído com algodão hidrófilo para impedir o acesso dos térmitas à arena de forrageamento. Em seguida, as peças de madeira de *Pinus* foram retiradas e substituídas pelas estacas de eucalipto de 5 cm, 10 cm e 15 cm, as quais foram dispostas, respectivamente, sobre placas de vidro de 5,0 cm x 4,0 cm, 10,0 cm x 4,0 cm e 15,0 cm x 4,0 cm (Figura 7). Os tratamentos foram colocados em situação de escolha e equidistantes do ponto de acesso dos térmitas a arena, ou seja, as estacas ficaram a 19 cm de distância da base da rampa de acesso dos térmitas ao interior da arena. Para tal, utilizou-se uma placa de vidro transparente de 32,0 cm de comprimento x 4,0 cm de largura, sendo que sua largura ficou posicionada de maneira perpendicular à parede com o orifício de saída da cuba, e colocando seu comprimento perpendicularmente em contato com três placas de vidro transparente de 15,0 cm comprimento x 4,0 cm de largura, de modo que comprimento dessas ficasse perpendicular à placa maior. Todas as placas de vidro (com os tratamentos e de acesso aos mesmos) foram dispostas sobre tampas plásticas (2,8 cm x 2,8 cm x 2,0 cm) para evitar o acesso de térmitas presentes na base da arena de forrageamento as placas do experimento (Figura 7). O teste teve início quando o tubo de silicone foi desobstruído para permitir o acesso dos térmitas à arena de testes, com duração de 60 minutos. Os testes foram repetidos com 20 ninhos e a cada teste a posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada.

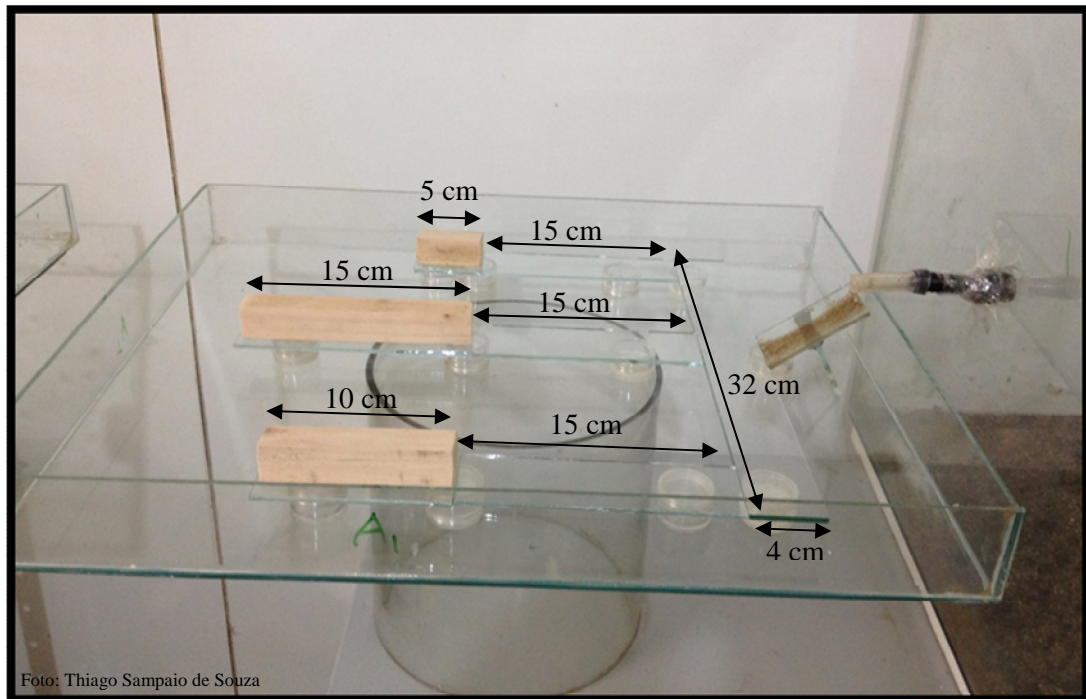


Figura 7. Esquema da montagem da arena de teste, em uma situação de aleatoriedade, para avaliação da influência do tamanho da madeira de *Eucalyptus grandis* (5, 10 e 15 cm) em eventos comportamentais de forrageamento (exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa) de *Nasutitermes corniger* em condições de laboratório.

Ao longo de cada teste foi registrado, com auxílio de um cronômetro, o **tempo** transcorrido desde o início do teste até ocorrer o primeiro contato de um térmita com os tratamentos e a **porcentagem de ocorrência** dos seguintes eventos comportamentais de forrageamento, segundo Traniello (1981):

- **Exploração inicial** (chegada aleatória do primeiro soldado aos tratamentos);
- **Recrutamento inicial** (chegada do primeiro operário); e
- **Recrutamento em massa**, em que foi considerado quando houve um fluxo contínuo de operários ao substrato com uma demarcação de trilha na placa de vidro causada por fezes (chegada em massa de operários aos tratamentos).

O tempo transcorrido para observação dos eventos comportamentais foi cronometrado de forma cumulativa. As porcentagens de ocorrência desses eventos em cada tratamento foram calculadas pelo número total de estaca com a ocorrência do evento comportamental dividido pelo número total de estaca disponibilizada em cada tratamento ($n = 20$) multiplicado por 100.

O número de térmitas presentes sobre cada tratamento, o número de térmitas (soldados e operários) recrutados para a placa de vidro, que serviram de base, e o número de operários em roedura (iniciando a fragmentação das fibras da madeira) presentes nos tratamentos foram determinados. Para facilitar a contagem desses indivíduos, ao término de cada teste, os tratamentos de 5 e 10 cm e as respectivas placas de vidro, que serviam de base, foram retirados e depositados em caixas de acrílico transparente com tampa tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) (Figura 8). As madeiras de maior comprimento e as respectivas placas de vidro foram, primeiramente, colocadas em recipientes plásticos (28,5 cm x 14,5 cm) e os térmitas presentes foram retirados desses recipientes plásticos e transferidos para caixas gerbox (Figura 8). Os térmitas foram depositados separadamente em frascos de 30 mL com tampa

rosca contendo solução de álcool 80%, sendo que os térmitas recrutados foram primeiro separados por castas (soldado e operário).



Figura 8. Esquema da retirada da madeira de *Eucalyptus grandis* de 5 e 10 cm e suas respectivas placas de vidro depositadas em caixas gerbox, e a madeira de 15 cm e sua respectiva placa de vidro alocadas primeiramente em potes plásticos e, em seguida, os térmitas coletados foram transferidos para caixas gerbox.

2.5 Análise Estatística

As porcentagens de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários em cada tratamento foram comparadas mediante o teste Qui-quadrado. Devido à ausência de distribuição normal, os dados de tempo gastos em cada evento comportamental e número de operários recrutados foram comparados mediante teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). No entanto, número de total térmitas recrutados (placa de vidro+tratamento), o número de soldados recrutados, e número de operários em comportamento de roedura foram comparados mediante ANOVA e as médias comparadas por Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

Nasutitermes corniger realizou os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa em todos os tamanhos de madeira de *E. grandis*. No entanto, a ocorrência de exploração inicial nas madeiras de 10 e 15 cm foi maior do que na madeira de 5 cm (teste $\chi^2 = 13,13$; g.l.= 2; $p < 0,01$, Figura 9).

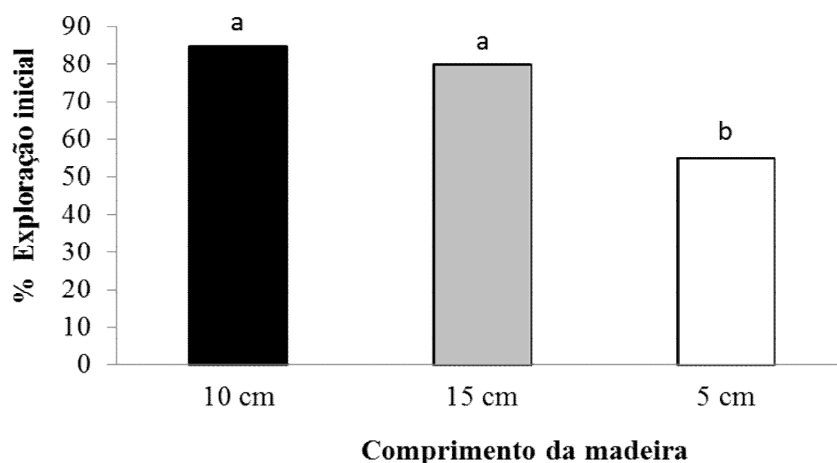


Figura 9. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) nas madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de $\chi^2 = 13,13$ ($p < 0,01$).

No recrutamento inicial de operários de *N. corniger* também foi observada uma maior ocorrência nas madeiras de 10 e 15 cm, quando comparado com a madeira de 5 cm (teste $\chi^2 = 4,18$; g.l.= 2; $p < 0,05$, Figura 10).

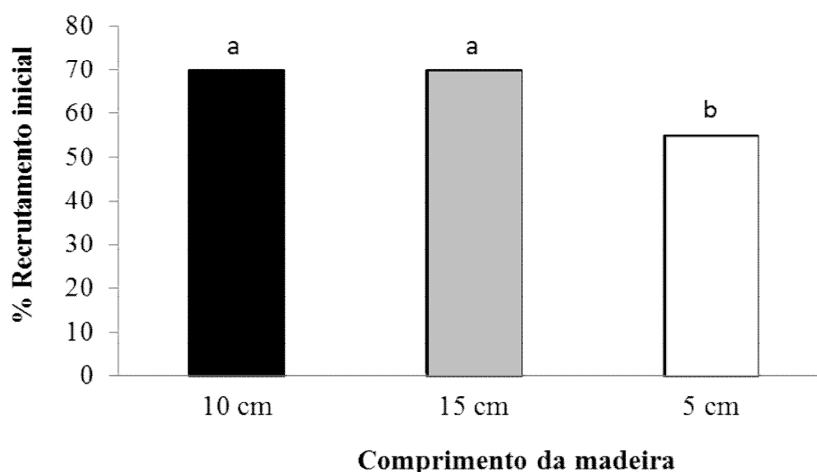


Figura 10. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de χ^2 ($p < 0,05$).

Por outro lado, a ocorrência de recrutamento em massa de operários de *N. corniger* foi maior na madeira de 10 cm (13/20), do que nas madeiras de 5 cm (7/20) e 15 cm (6/20).

Porém, nas madeiras de 5 e 15 cm o recrutamento em massa ocorreu de forma similar (teste $\chi^2 = 16,82$; g.l.= 2; $p < 0,01$, Figura 11 e 12).

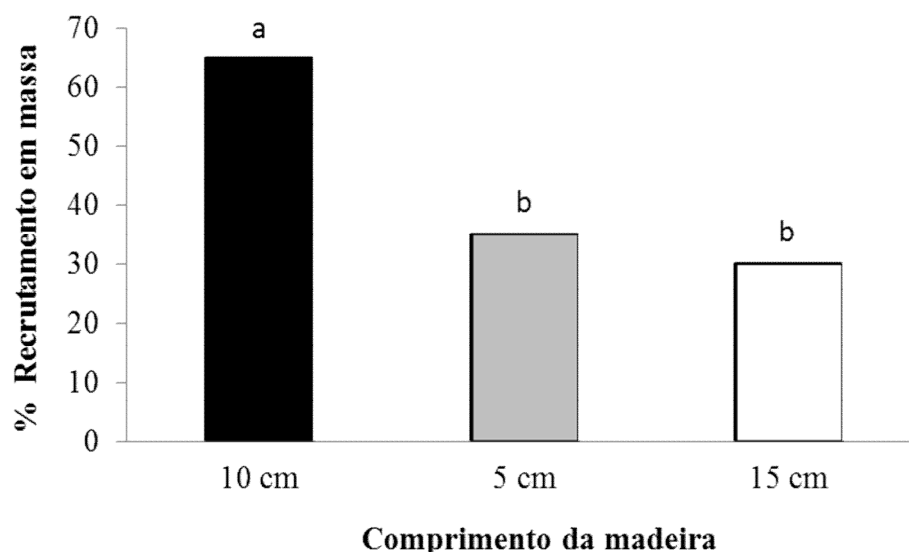


Figura 11. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeira de *Eucalyptus grandis* de três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de χ^2 ($p < 0,01$).

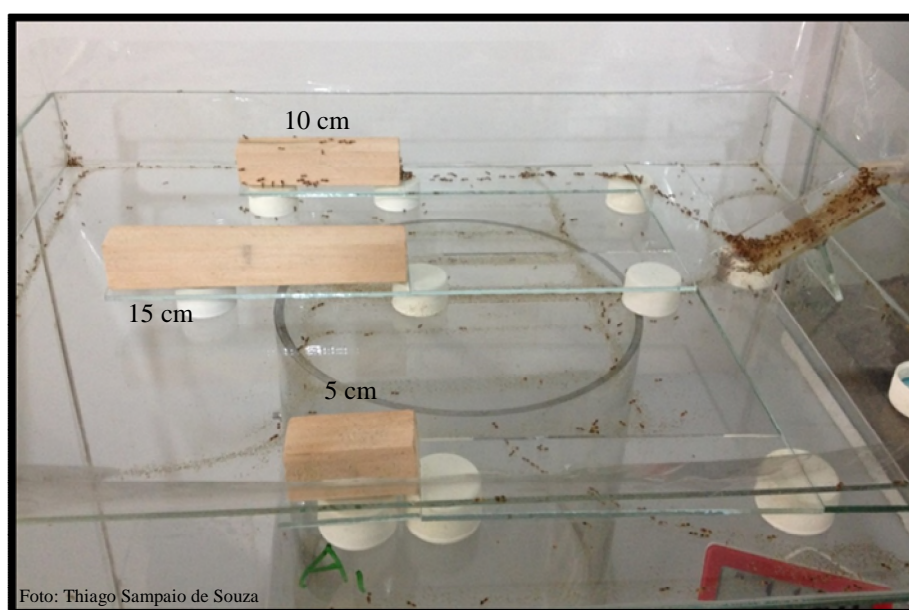


Figura 12. Recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* na madeira de *Eucalyptus grandis* de 10 cm de comprimento na área teste em condições de laboratório.

O tempo para realizar exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários também não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 1). A exploração inicial ocorreu em média $8,8 \pm 0,5$ min após o início dos testes, o recrutamento inicial $17,7 \pm 0,6$ min e o recrutamento em massa $34,9 \pm 1,1$ min.

Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA ± EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) para madeira de *Eucalyptus grandis* ofertada em três comprimentos em situação de escolha durante 60 minutos de observação.

Comprimento da madeira (cm)	Evento comportamental ¹		
	Exploração inicial (min)	Recrutamento inicial (min)	Recrutamento em massa (min)
5	5,0 ± 0,4a	10,5 ± 0,4a	25,0 ± 1,1a
10	11,0 ± 0,6a	19,5 ± 0,5a	42,4 ± 1,0a
15	10,4 ± 0,6a	23,1 ± 0,8a	37,3 ± 1,2a

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

O número total de térmitas recrutados para a madeira de 10 cm ($183,4 \pm 6,2$) foi maior do que para a madeira de 5 cm ($73,0 \pm 8,6$). No entanto, a madeira de 15 cm ($111,2 \pm 5,3$) apresentou recrutamento similar de térmitas com as madeiras de 5 e de 10 cm de comprimento ($F_{2,48} = 3,3$; $p < 0,05$, Figura 13).

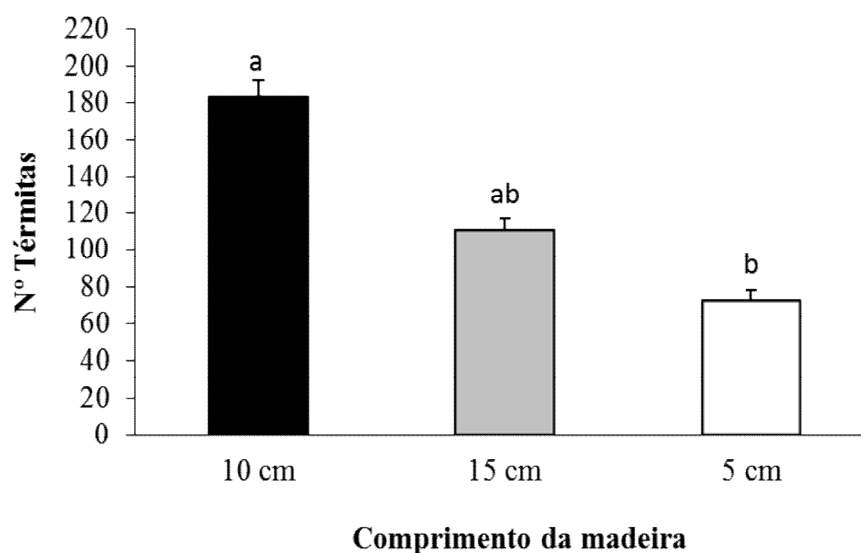


Figura 13. Número total de indivíduos de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).

O número total de soldados recrutados nas madeiras de *E. grandis* não diferiu entre os tamanhos de madeira de 10 cm ($35,1 \pm 1,6$), 15 cm ($30,2 \pm 1,5$) e 5 cm ($16,8 \pm 1,2$) ($F_{2,48} = 2,2$; n.s.; Figura 14).

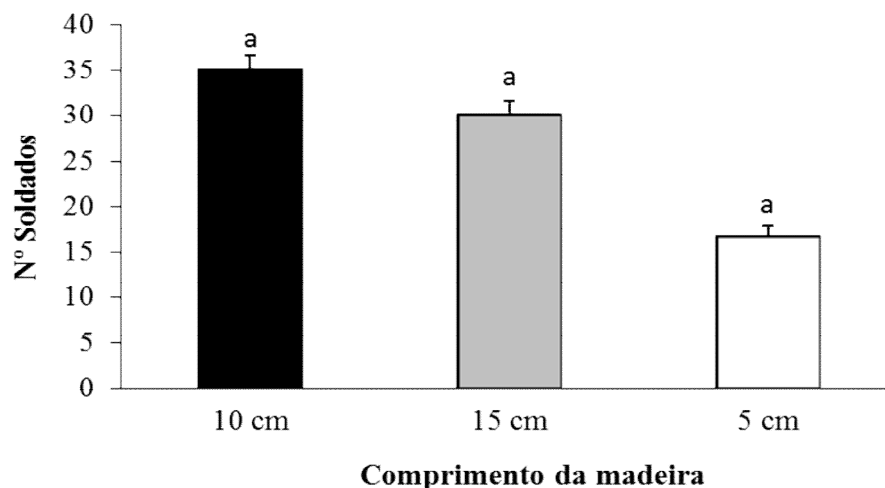


Figura 14. Número total de soldados de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).

O número total de operários recrutados para as madeiras de *E. grandis* de 10 cm ($148,4 \pm 5,1$), de 15 cm ($81,0 \pm 4,2$) e 5 cm de comprimento ($55,7 \pm 7,3$) foi similar (Kruskal-Wallis $H_{2,48} = 4,7$, n.s.; Figura 15).

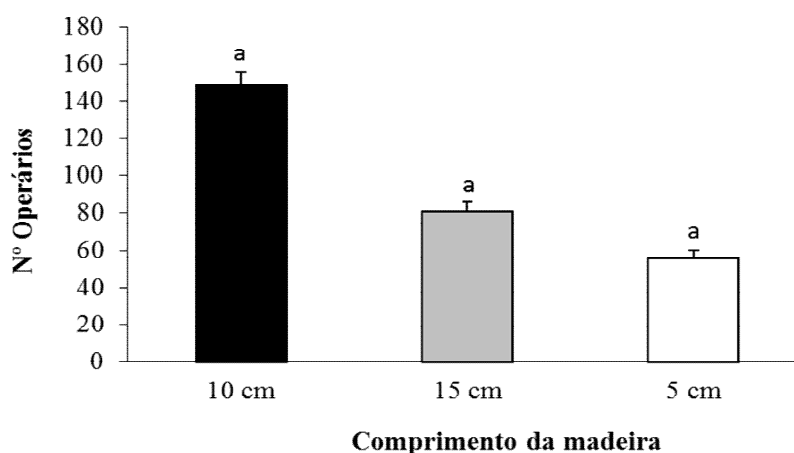


Figura 15. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

O número total de operários explorando, ou seja, em roedura, a madeira de *E. grandis* de 10 cm ($144,7 \pm 4,9$) foi maior do que na madeira de 5 cm ($54,7 \pm 7,0$). No entanto, a madeira de 15 cm de comprimento foi explorada pelos operários de *N. corniger* de forma similar as madeiras de 5 cm e de 10 cm ($77,6 \pm 4,1$) ($F_{2,48} = 3,6$; $p < 0,05$; Figura 16).

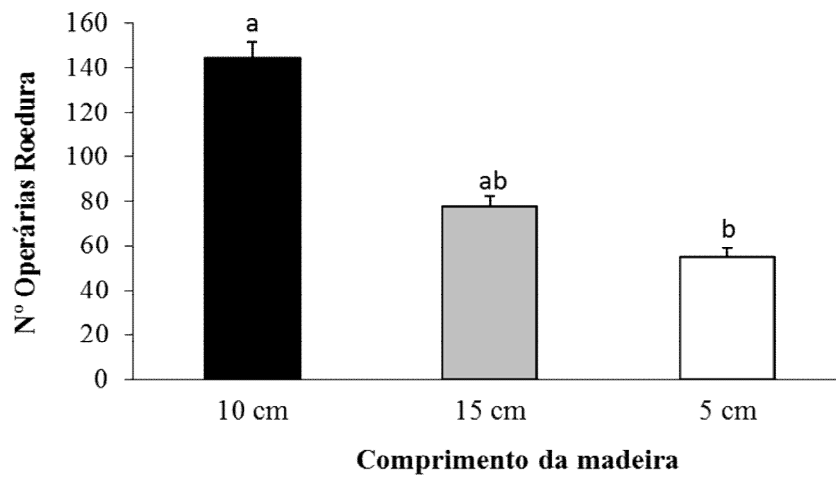


Figura 16. Número de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) explorando (operários em roedura) ao final dos 60 minutos de teste em madeira de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três comprimentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey-HSD ($p < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

Nasutitermes corniger realizou os três eventos comportamentais (exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários) no forrageamento da madeira de *E. grandis* em condições de laboratório, independentemente do tamanho desse recurso alimentar, corroborando com as observações de outros autores para essa espécie e outras do mesmo gênero (TRANIELLO, 1981; TRANIELLO & BUSHER, 1985; ARAB & ISSA, 2000; SILVA, 2008; SILVA et al., 2010).

Em relação ao comprimento das estacas de *E. grandis*, a exploração inicial e o recrutamento inicial de operários foram realizadas de forma mais intensa nas madeiras de 10 cm (comprimento médio) e nas de 15 cm (maior comprimento), o que sugere que estes tamanhos de madeira representam, à mesma distância, fontes alimentares mais atrativas para *N. corniger*. Os indivíduos podem ter sido direcionados por uma maior concentração de voláteis liberados pelo alimento. Entretanto, a maior ocorrência de recrutamento em massa de operários para a madeira de comprimento mediano (10 cm) permite inferir que, depois que os térmitas iniciam a exploração desse recurso alimentar, ocorre uma discriminação quando nessa terceira fase do forrageamento.

Os térmitas são capazes de mensurar o volume de uma fonte alimentar de diversas formas. No caso de fontes alimentares de pequenas dimensões disponíveis na superfície é necessário que alguns indivíduos caminhem ou estabeleçam trilhas por todo substrato para que o seu volume seja percebido, pois há um limiar de percepção desses insetos quanto às variações no tamanho do alimento (LENZ, 1994). Howick (1975) observou que o consumo de estacas de madeira de *E. regnans*, em diferentes comprimentos (20 a 100 x 1,5 x 2,5 mm), por *N. exitiosus* foi maior com o aumento do comprimento das estacas. Esenther (1979) e French et al. (1986) observaram que *R. flavipes* modifica sua taxa de consumo de acordo com o tamanho da fonte alimentar disponível. Pesquisas realizadas por Waller (1991) e Lenz (1994) mostraram, também para térmitas subterrâneos, que quanto maior o tamanho do alimento, maior o consumo deste independentemente do número de térmitas presentes. Porém, no presente trabalho foi verificado que *N. corniger* manifesta uma clara discriminação entre os distintos tamanhos de madeira, mediante diferenças no recrutamento total de térmitas e no número de operários em roedura.

O forrageamento dos térmitas é uma atividade em grupo e composta por ações individuais unificadas, mediadas por estímulos táteis e químicos (TRANIELLO & LEUTHOLD, 2000; COSTA-LEONARDO, 2002). Os estímulos táteis vêm das bordas de objetos sólidos presentes ao longo da trilha e dos alimentos, e ajudam os térmitas a estabelecer uma trilha da colônia até a fonte de alimento (SWOBODA & MILLER, 2004). Além disso, algumas espécies de térmitas de madeira seca utilizam estímulos acústicos, mediante o tamborilamento das mandíbulas sobre a fonte alimentar, como mecanismo de avaliação do tamanho dessa fonte e a quantidade de indivíduos presentes influenciariam nesses estímulos (EVANS et al. 2005, 2007).

Hedlund & Henderson (1999) verificaram que para o térmita subterrâneo *C. formosanus*, quanto maior o tamanho da fonte alimentar maior será o seu consumo. No presente trabalho, a madeira de menor tamanho (5 cm) foi a que apresentou o menor número de operários em roedura, quando comparado com a madeira de tamanho intermediário (10 cm), porém na madeira de maior tamanho (15 cm) o número de operários se alimentando foi equivalente as madeiras de 5 cm e 10 cm. Isto sugere que o tamanho é, efetivamente, um fator que influencia na exploração de uma fonte alimentar por *N. corniger*, no entanto, aparentemente, a partir de determinado tamanho da fonte alimentar, os atributos responsáveis por esse recrutamento seriam reduzidos.

Por outro lado, o recrutamento de operários de *Cryptotermes domesticus* (Haviland, 1898) (Kalotermitidae) é maior para madeira de menor tamanho, o qual poderia estar relacionada a uma preferência devido à concorrência por alimento (EVANS et al. 2005). Experimentos realizados com térmitas arborícolas *Microcerotermes turneri* (Froggatt, 1898) (Termitidae), *Nasutitermes graveoleus* (Hill, 1925) (Termitidae) e *Nasutitermes walkeri* (Hill, 1942) (Termitidae) em que foram ofertadas madeiras com comprimento de 2,5 cm e 10 cm foi observada a preferência das três espécies por pedaços de maior comprimento (GEROZISIS et al., 2008), o qual corrobora com os dados encontrados.

Souza (2012) observou que *N. corniger* forrageia na superfície do solo, bem como a alguns centímetros abaixo da mesma. Assim, é possível inferir que estaca de madeira de eucalipto enterradas poderiam ser usadas como isca para levantamento dessa espécie em condições de campo, como ocorre para algumas espécies de térmitas subterrâneos, como *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Rhinotermitidae) (SANTOS et al., 2010), sendo que o tamanho de 10 cm seria o mais adequado visto que houve maior ocorrência do recrutamento em massa. Todavia, pesquisas futuras são necessárias para suportar essa hipótese, visto que além do comportamento de forrageamento inerente à espécie, outros fatores podem interferir no forrageamento dos térmitas, como as condições edafoclimáticas, a presença de outras fontes de alimento e de predadores (HU & APPLE, 2004; SOUZA et al., 2009; SANTOS et al., 2010). Peralta et al. (2002), por exemplo, observaram a ocorrência do térmita arborícola *Nasutitermes jaraguae* (Holmgren, 1910) (Termitidae) usando estacas de *Eucalyptus urophylla* L.C. Blake com seção transversal de 2,5 x 3,0 e 25 cm de comprimento enterradas no solo numa profundidade de 20 cm, embora com o propósito de avaliar o comportamento alimentar de térmitas subterrâneos. Trevisan et al. (2003) coletaram *N. jaraguae* e *Nasutitermes minor* (Holmgren, 1906) (Termitidae) atacando estacas de *Eucalyptus citriodora* Hook. f. de 150 cm de comprimento e de 20-30 cm de diâmetro, mas enterradas verticalmente no solo a 30 cm de profundidade, para teste de durabilidade natural.

Ademais, constatou-se que madeiras de distintos tamanhos, que são fontes de alimento potencial, apresentam diferença de atratividade e podem ser discriminadas por *N. corniger*. Essa discriminação ocorre durante o processo de exploração do recurso mediante um mecanismo de escolha que resulta em diferenças no número total de térmitas recrutados e no número de operários consumindo as madeiras. O tamanho da madeira pode ser um importante fator na determinação da preferência alimentar de *N. corniger*, mas pesquisas futuras deverão ser orientadas para quantificar essa eventual importância, assim como a importância da quantidade de madeiras no forrageamento de *N. corniger*.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no experimento referente à influência do tamanho da madeira de *Eucalyptus grandis* (5, 10 e 15 cm de comprimento) no comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Termitidae) em condições de laboratório, permitem concluir que:

- *Nasutitermes corniger* realiza os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários em madeira de *E. grandis*, independente do tamanho dessa fonte de alimento disponível na área de forrageamento;
- A ocorrência da exploração inicial e do recrutamento inicial são realizados de forma similar por *N. corniger* em tamanhos de 10 e 15 cm de madeira de *E. grandis*. No entanto, a madeira de 10 cm favorece maior ocorrência de recrutamento em massa de operários;
- Os tempos necessários para *N. corniger* realizar a exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento em massa de operários em madeiras de *E. grandis* são equivalentes, independente do tamanho da madeira disponível na área de forrageamento;
- Madeira de *E. grandis* de 10 cm é mais atrativa ao recrutamento total de *N. corniger*, quando comparado com a madeira de 5 cm;
- O tamanho da madeira de *E. grandis* disponível na área de forrageamento influencia na exploração desse recurso alimentar, mediante comportamento de roedura por *N. corniger*;
- A quantidade de soldados e operários de *N. corniger* não é regulado pelo tamanho da madeira de *E. grandis*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.C.; MATIAS, G.R.R.S.; COUTO, A.A.V.O.; OLIVEIRA, M.A.P.; VASCONCELLOS, A. Urban Termites of Recife, Northeast Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, v. 59, p. 183-188. 2012. 10.13102/sociobiology.v59i1.675

ANDARA, C.; ISSA, S.; JAFFÉ, K. Decision-making systems in recruitment to food for two Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 44, p. 139-151, 2004.

ARAB, A.; ISSA, S. Breves observaciones sobre el comportamiento de forrajeo de dos especies de termitas (Termitidae: Nasutitermitinae) bajo condiciones de laboratorio. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 15, n. 1, p. 93-95, 2000.

ATKINSON, L.; ADAMS, E.S. The origins and relatedness of multiple reproductives in colonies of the termite *Nasutitermes corniger*. **Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences**, v. 264, p. 1131-1136. 1997. 10.1098/rspb.1997.0156

CABRERA, B.J.; KAMBLE, S.T. Effect of decreasing thermophotoperiod on Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Arquivos Instituto Biológico de São Paulo**, v. 30, p. 166-167, 2001.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p. 355-65, 2002. 10.1046/j.1439-0418.2002.00670.x

CORNELIUS, M.L.; OSBRINK, W.L.A. Tunneling behavior, foraging tenacity, and wood consumption rates of Formosan and Eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in laboratory bioassays. **Sociobiology**, v. 37, p. 79-94, 2001.

COSTA-LEONARDO, A.M.; THORNE, B.L. Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: BERTI-FILHO, E.; FONTES, L.R. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, pp.89-94, 1995.

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

ESENTER, G.R. Termite bioassays show greatly varied tolerance to insecticides in bait blocks. **Forest Products Journal**, Madison, v. 29, n. 9, p. 55-56, 1979.

EVANS, T.A.; LAI, J.C.S.; EMILIE TOLEDANO, E.; LEE MCDOWALL, L.; SANDRINE RAKOTONARIVO, S.; LENZ, M. Termites assess wood size by using vibration signals. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 10, p. 3732-3737, 2005.

EVANS, T.A.; INTA, R.; LAI, J.C.J.; LENZ, M. Foraging vibration signals attract foragers and identify food size in the drywood termite, *Cryptotermes secundus*. **Insectes Sociaux**, v. 54, p. 374-382, 2007.

FONTES, L.R.; ARAÚJO, R.L. Os cupins. In: MARICONI, F.A.M (Coord.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, pp. 35-90, 1999.

- FONTES, L.R.; MILANO, S. Termites as urban problem in South America. **Sociobiology**, v. 40, p. 104-151, 2002.
- FRENCH, J.R.J.; ROBINSON, P.J.; EWART, D.M. Mound colonies of *Coptotermes lacteus* (Isoptera) eat cork in preference to sound wood. **Sociobiology**, Chico, v. 11, n. 3, p. 303-309, 1986.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Wood Preference of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 55, n. 1, p. 433-444, 2010.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; 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, p. 287-295, 2012. 10.13102/sociobiology.v59i1.684
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Behavioral responses of the arboreal termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae) to wood extracts. **Wood Science and Technology**, v. 48, p. 581-590, 2014a. 10.1007/s00226-014-0625-4
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Mechanism of trail following by the arboreal termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Zoological Science**, v. 31, p. 1-5, 2014b. <https://doi.org/10.2108/zsj.31.1>
- GEROZISIS, J.; HADLINGTON, P.; STAUNTON, I. **Urban pest management in Australia**. 5. ed. Sydney: University of New South Wales Press, 2008. 326p.
- HOWICK, C.D. Influence of specimen size, test period and matrix on the amounts of wood eaten by similar groups of laboratory termites. In: **Proceedings of the British Wood Preservation Association Annual Convention**, 1975, p. 1-13.
- HEDLUND, J.C.; HENDERSON, G. Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 610-616, 1999.
- HU, X.P.; APPEL, A.G. Seasonal variation of critical thermal limits and temperature tolerance in Formosan and Eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 33, n. 2, p. 197-205, 2004.
- LENZ, M. Food resources, colony growth and caste development in wood-feeding termites. In: HUNT, J.H.; NALEPA, C.A. (eds.). **Nourishment and Evolution in Insect Societies**. Oxford: Westview Press, p. 159-209, 1994.
- MENEZES, E.B.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; BICALHO, A.C. Cupim arbóreo *Nasutitermes* spp., mais uma ameaça nas cidades. **Vetores & Pragmas**, v. 2, p. 26-29, 2000.
- MILL, A.E. Termites as structural pest in Amazonia, Brazil. **Sociobiology**, v. 19, n. 2, p. 339-348, 1991.

PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.C.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Estudo do comportamento alimentar de três espécies de térmitas subterrâneas (Isoptera: Rhinotermitidae e Termitidae) no campo. **Floresta**, v. 32, n. 1, p. 49-59, 2002.

ROJAS, M.G; MORALES-RAMOS, J.A. Bait matrix delirium of chitin synthesis inhibitors to the formosan subterranean termite. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 2, p. 506-510, 2001. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-94.2.506>

SANTOS, M.N.; TEIXEIRA, M.L.F.; PEREIRA, M.B.; MENEZES, E.B. Avaliação de estacas de Pinus sp. como isca-armadilha em diversos períodos de exposição a cupins subterrâneos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 29-36, 2010. <http://dx.doi.org/10.5380/RF.V40I1.17096>.

SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; SZALANSKI, A.L.; AUSTIN, J.W. Synonymy of Neotropical arboreal termites *Nasutitermes corniger* and *N. costalis* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), with evidence from morphology, genetics, and biogeography. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 98, p. 273-281, 2005. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2005\)098\[0273:SONATN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2005)098[0273:SONATN]2.0.CO;2)

SILVA, V.S.G. **Comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) e sua ocorrência em áreas urbanas.** 2008. 108 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2008.

SOUZA, J.H. **Comportamento de exploração e tolerância intraespecífica em *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Isoptera: Termitidae).** 2012. 101 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

SOUZA, J.H.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; MAURI, R.; MENEZES, E.B. Susceptibility of five forest species to *Coptotermes gestroi*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1043-1050, 2009.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 86, p. 1453-1457, 1993.

SU, N-Y. Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, p. 389-397, 1994.

SWOBODA, L.E.; MILLER, D.M. Laboratory assays evaluate the influence of physical guidelines on subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) tunneling, bait discovery, and consumption. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1404-1412, 2004.

TORALES, G.J. Termites as structural pests in Argentina. **Sociobiology**, v. 40, p. 191-206, 2002.

TRANIELLO, J.F.A. Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*. **Proceedings of the National Academy Sciences, U.S.A.**, v. 78, p. 1976-1979, 1981.

TRANIELLO, J.F.A.; BUSER, C. Chemical regulation of foraging in the Neotropical termite *Nasutitermes costalis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, p. 319-332, 1985.

TRANIELLO, J.F.A.; LEUTHOLD, R. H. Behavior and ecology of foraging in termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (eds.). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. London: Kluwer Academic Publishers, pp. 141-168, 2000.

TREVISAN, H.; DE NADAI, J.; LUNZ, A.M.; CARVALHO, A.G. Ocorrência de térmitas subterrâneas (Isoptera: Rhinotermitidae e Termitidae) e durabilidade natural da madeira de cinco essências florestais. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 153-158, 2003.

USHER, M.B.; OCLOO, J.K. An investigation of stake size and shape in "graveyard" fields tests for termite resistance. **Journal of the Institute of Wood Science**, v. 9, p. 32-36, 1974.

WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. Nutritional ecology of termites. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUEZ, J.G. (eds.). **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates**. New York: John Wiley & Sons, 1987. pp. 487-532.

WALLER, D.A. Feeding by *Reticulitermes* spp. **Sociobiology**, v. 19, p. 91-99, 1991.

WOOD, T.G. Food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M.V. (ed). **Production ecology of ants and termites**. London: Cambridge University Press, pp. 55-80, 1978.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE MADEIRA DISPONÍVEL NO COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY, 1855)

RESUMO

A ausência, escassez ou abundância de alimento é dos fatores que regulam o forrageamento dos térmitas em geral. Nesse sentido, avaliou-se a influência de quatro quantidades de madeira disponíveis para o térmita arborícola *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Termitidae) em eventos comportamentais dos seus forrageadores em condições de laboratório. Ninhos com colônia ativas de *N. corniger* coletados a campo foram acondicionados em cubas de vidro conectadas a arena de teste, e mantidos em condições ambientais controladas (25 ± 5 °C, $80 \pm 5\%$ UR e 10:14 horas de luz e escuro) no laboratório. Blocos de madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) foram ofertados aos térmitas, em arenas de teste, em quatro quantidades: 1, 2, 3 e 4 blocos/arena (tratamentos). Cada teste referiu-se a ocorrência ou não de um dos seguintes eventos comportamentais: exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários, e uma vez ocorrido, o tempo de duração (em minutos) de cada evento foi registrado. Cada teste teve duração de 60 minutos. Ao final de cada teste os blocos foram colocados em caixas gerbox, os indivíduos separados por castas e registrou-se o número de térmitas recrutados, o número de operários recrutados, o número de operários consumindo em cada tratamento e o número de soldados. Os testes foram repetidos com 20 colônias e a cada teste a posição dos blocos na arena foi aleatorizada. Os resultados obtidos mostraram que *N. corniger* exibiu os três eventos comportamentais para todos os tratamentos. Todavia, a quantidade de madeira de *E. grandis* não influenciou a ocorrência da exploração inicial e do recrutamento inicial por *N. corniger*. No recrutamento em massa de operários, houve uma preferência para 4 blocos de madeira (13/20) do que para 2 blocos (9/20), que não diferiu dos demais tratamentos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número total de térmitas (operários e soldados) recrutados, número total de soldados recrutados, número total de operários recrutados e número de operários realizando consumo. Os tempos necessários para os operários de *N. corniger* realizarem os três eventos comportamentais foram significativamente iguais nas quatro quantidades de madeira disponíveis na área de forrageamento. Portanto, os resultados permitem concluir que o comportamento de forrageamento de *N. corniger* é o mesmo nas quatro quantidades de madeira de *E. grandis* ofertadas em condições de laboratório.

Palavras-chave: Térmitas xilófago, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Disponibilidade de alimento.

ABSTRACT

The absence, scarcity or abundance of food is one of the factors regulating the foraging of termites in general. This study aimed to evaluate the influence of four wood quantities available for the arboreal termite *Nasutitermes corniger* on behavioral events of its foragers under laboratory conditions. Nests with active colony of *N. corniger* collected in the field were placed in glass cubes connected to the test arena and kept under controlled environmental conditions (25 ± 5 °C, $80 \pm 5\%$ RH and 10:14 hours light and dark) in the laboratory. *Eucalyptus grandis* wood blocks (5.0 cm x 2.5 cm x 2.0 cm) were offered to the termites in test arenas with four quantities: 1, 2, 3 and 4 blocks/test arena (treatments). Each test referred to the occurrence or non-occurrence of one of the following behavioral events: initial exploration, initial recruitment and mass recruitment of workers, and once they occurred, the duration (in minutes) of each event was recorded. Each test had a duration of 60 minutes. At the end of each test the blocks were placed in gerbox boxes, the individuals separated by caste, and the number of termites recruited, the number of workers recruited, the number of workers that consumed in each treatment and the number of soldiers were recorded. The tests were repeated with 20 colonies and at each test the position of the blocks in the arena was randomized. The obtained results showed *N. corniger* exhibited the three behavioral events in all treatments. However, the amount of *E. grandis* wood did not influence the occurrence of the initial exploration and initial recruitment by *N. corniger*. In the mass recruitment of workers, there was a preference for 4 wood blocks (13/20) than for 2 blocks (9/20), which did not differ from other treatments. There was no significant difference between the treatments in relation to the total number of termites (workers and soldiers) recruited, total number of soldiers recruited, total number of workers recruited and number of workers making consumption. The times required for the workers of *N. corniger* to carry out the three behavioral events were significantly equal in the four quantities of wood available in the foraging area. Therefore, the results allow to conclude that the foraging behavior of *N. corniger* is the same in the four quantities of *E. grandis* wood supplied under laboratory conditions.

Key Words: Xylophagous termite, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Food availability.

1 INTRODUÇÃO

Nasutitermes corniger (Motschulsky, 1855) (Termitidae) é uma das espécies que mais danos provocam no Brasil. Esta espécie é considerada praga severa em diversos estados onde ocasiona danos nas madeiras de edificações e mobiliários internos (BANDEIRA et al., 1989, 1998; MILL, 1991; COSTA-LEONARDO, 2002). O controle desta praga é difícil devido à alta reincidência de infestação ocasionada pela existência de ninhos policíclicos e a localização do ninho, muitas vezes distante da área atacada (COSTA-LEONARDO, 2002).

A alimentação de *N. corniger* é seletiva com relação à espécie de madeira. Este térmita prefere atacar madeiras de densidade intermediária e que contenham grande quantidade de metabólitos secundários, como as madeiras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Myrtaceae) (GAZAL et al., 2010, 2012). No entanto, *N. corniger* ataca madeiras secas ou úmidas, manufaturadas ou não (BANDEIRA et al., 1998). Apesar disso, essa espécie de térmita prefere as madeiras que já sofreram algum tipo de deterioração, e é seletivo quanto ao grau de deterioração da madeira (BUSTAMENTE, 1993; GAZAL et al., 2012).

A compreensão do processo de seleção da fonte de alimento em térmitas exige o conhecimento dos mecanismos responsáveis pela repelência ou atração de um estímulo alimentar (SUOJA et al., 1999). A atração é definida como a ação que provoca movimentos orientados em direção ao estímulo, e a repelência é o inverso (KENNEDY, 1978; MATTHEWS & MATTHEWS, 1978). Comumente, essas duas ações participam do processo de recrutamento de térmitas à fonte alimentar (SUOJA et al., 1999) e dependem das propriedades químicas e físicas da madeira (PERALTA et al., 2003; SOUZA et al., 2009; PAES et al., 2015).

Evans et al. (2005) mostraram que os térmitas xilófagos são capazes de avaliar o tamanho dos blocos de madeira no laboratório, optando por consumir os maiores. Esses resultados tendem a inferir que os térmitas podem ser afetados pela quantidade disponível de recursos alimentares. Araújo et al. (2010) observaram uma tendência de maior incidência de galerias de térmitas, aparentemente todas de *Nasutitermes* spp., com o aumento do diâmetro das árvores, indicando que a ocupação das árvores pelos térmitas depende da quantidade de recursos presentes e não é um simples resultado de um encontro aleatório de uma árvore conspícua. Em *Coptotermes formosanus* Shiraki 1909 (Rhinotermitidae), a atividade de busca é ajustada em resposta à quantidade de alimento disponível (HEDLUND & HENDERSON, 1999).

O comportamento de forrageamento dos térmitas é regulado também pela comunicação interindividual utilizando estímulos químicos e táteis (DETHIER, 1954; COSTA-LEONARDO, 2002). Os estímulos táteis vêm das bordas de objetos sólidos presentes ao longo da trilha e das fontes alimentares e ajudam os térmitas a registrar uma trilha do ninho para a fonte de alimento (SWOBODA & MILLER, 2004). Isso é chamado de tigmotaxia e determina a orientação direcional dos indivíduos por meio do contato físico com objetos sólidos (DETHIER, 1954). Assim, fontes alimentares contendo um maior número de arestas em decorrência do seu formato ou da sua quantidade disponível poderiam regular o comportamento de forrageamento de *N. corniger*.

O presente estudo teve como objetivo verificar se a quantidade de madeira disponível influencia no comportamento de forrageamento de *N. corniger*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e Manutenção de Térmitas em Laboratório

Colônias adultas de *N. corniger*, com presença de alados foram coletadas na área de reserva da Ilha do Catalão, localizada no *campus* da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no Rio de Janeiro, RJ, no período de dezembro de 2016 a maio de 2017. Em seguida, essas foram transportadas para a sala de criação do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), e colocadas em cubas de vidro (50 cm x 50 cm x 60 cm de altura), contendo uma camada de 5 cm de areia esterilizada. Cada cuba esteve conectada, por um tubo de silicone ($\varnothing = 8,0$ mm), a uma arena de forrageamento, constituída por uma placa de vidro de 50,0 x 40,0 cm com uma parede perimetral de 5,0 cm de altura.

O escape dos térmitas foi impedido colocando fitas adesivas transparentes com 5 cm de largura nas bordas superiores das paredes das cubas e das arenas de forrageamento, em que a parte colante foi voltada para o interior das mesmas (GAZAL et al., 2010). Além disso, cada arena foi colocada sobre um tubo de acrílico ($\varnothing = 10,0$ cm e comprimento = 20,0 cm), para que o orifício de saída da cuba (conectado por meio de um tubo de silicone) tivesse altura ideal de alcance da arena (GAZAL et al., 2010) (Figura 1). Uma placa de vidro, a qual o tamanho era variado (3,0-7,0 cm x 4,0 cm), dependendo da conformação do ninho dentro da cuba, foi acomodada dentro da cuba para auxiliar o fluxo dos térmitas a arena de forrageamento. Na saída do tubo de silicone para a arena de forrageamento visando facilitar o acesso dos térmitas a fonte de alimento, foi colocada uma rampa de vidro, realizada por duas placas de 4,0 cm x 4,0 cm e 6,0 cm x 4,0 cm e conectadas por cola Durepoxi®, a qual o maior comprimento foi colocado paralelamente à saída dos térmitas (Figura 1).

Peças de madeira de *Pinus* sp. umedecidas foram colocadas na arena de forrageamento como alimento. Além disso, tampas de garrafa PET contendo água destilada também foram colocadas na arena para manutenção da umidade. As peças de madeira e a areia das cubas foram umedecidas diariamente com água destilada. Temperatura, umidade e fotoperíodo no laboratório foram mantidos a $25 \pm 5^\circ\text{C}$, $80 \pm 5\%$ e 10:14 horas (claro:escuro), respectivamente.

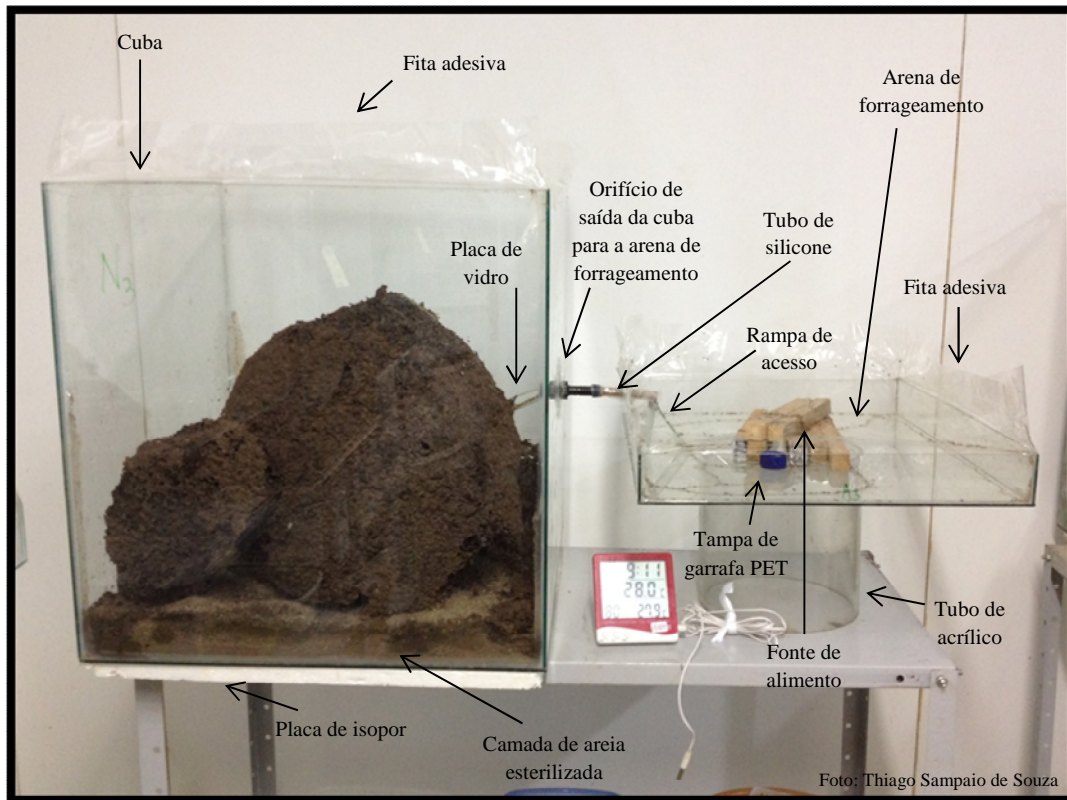


Figura 1. Esquema da criação de colônia de *Nasutitermes corniger* no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento.

2.2 Quantidade de Madeiras (Tratamentos)

No experimento foram disponibilizados aos térmitas blocos de madeira de *E. grandis* (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) em quatro quantidades: 1) Um bloco de madeira; 2) Dois blocos de madeira; 3) Três blocos de madeira; e 4) Quatro blocos de madeira.

2.3 Bioensaio

O experimento foi conduzido na arena de forrageamento (50,0 cm x 40,0 cm x 5,0 cm). Trinta minutos antes do início de cada teste, o conector da colônia com a arena de forrageamento foi obstruído com algodão hidrófilo para impedir o acesso dos térmitas. Em seguida, o alimento foi retirado da arena e em seu lugar foram introduzidos os tratamentos sobre placas de vidro de 7,0 cm x 4,0 cm. Estas placas ficavam conectadas, respectivamente, a placas de vidro de 25,0 cm x 4,0 cm. Além disso, outra placa de vidro de 42,0 cm x 4,0 cm foi colocada perpendicular ao acesso dos térmitas a arena, e em contato com as placas de vidro de 25,0 cm x 4,0 cm. Todas as placas de vidro foram dispostas sobre tampas plásticas (2,8 cm x 2,8 cm x 2,0 cm), para evitar o acesso dos térmitas presentes na base da arena de forrageamento as placas do experimento (Figura 2). Os tratamentos foram colocados em situação de escolha e equidistantes do ponto de acesso dos térmitas a arena. O teste teve início quando o tubo de silicone foi desobstruído permitindo o acesso dos térmitas a arena de teste.

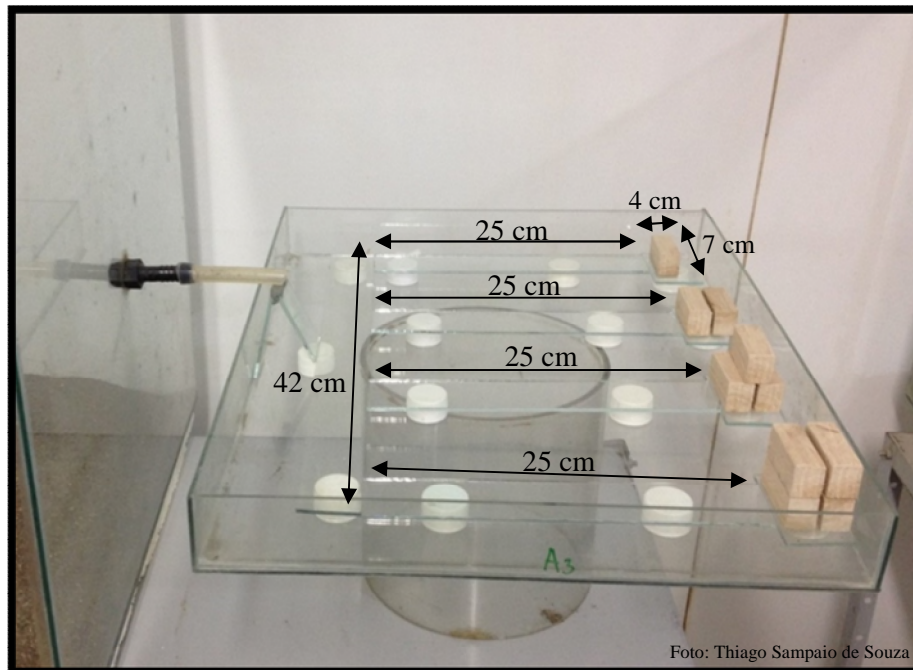


Figura 2. Esquema da montagem da arena de teste com blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis*, em uma situação de aleatoriedade, disponibilizados em diferentes quantidades: 1) um bloco de madeira; 2) dois blocos de madeira; 3) três blocos de madeira; e 4) quatro blocos de madeira, de cima para baixo, respectivamente; e as demarcações dos tamanhos das placas de vidro.

Ao longo de cada teste foi registrado, com auxílio de um cronômetro, o **tempo** transcorrido desde o início do teste até ocorrer o primeiro contato de um térmita com os tratamentos e a **porcentagem de ocorrência** dos seguintes eventos comportamentais de forrageamento, segundo Traniello (1981):

- **Exploração inicial** (chegada aleatória do primeiro soldado aos tratamentos);
- **Recrutamento inicial** (chegada do primeiro operário); e
- **Recrutamento em massa**, em que foi considerado quando houve um fluxo contínuo de operários ao substrato com uma demarcação de trilha na placa de vidro causada por fezes (chegada em massa de operários aos tratamentos).

O tempo transcorrido para observação dos eventos comportamentais foi cronometrado de forma cumulativa. As porcentagens de ocorrência desses eventos em cada tratamento foram calculadas pelo número total de estaca com a ocorrência do evento comportamental dividido pelo número total de estaca disponibilizada em cada tratamento ($n=20$) multiplicado por 100.

Cada teste teve duração de 60 minutos. Ao término de cada teste, os tratamentos e as respectivas placas de vidro de 7,0 cm x 4,0 cm, que serviram de base, foram retiradas e depositadas separadamente em caixas gerbox, respectivamente (Figura 3). Em seguida, os térmitas presentes sobre cada tratamento e os térmitas recrutados para a placa de vidro foram separados por castas (soldados e operários), e os operários em roedura (iniciando a fragmentação das fibras da madeira) presentes nos tratamentos foram contados e depositados em frascos de 30 mL com tampa rosca contendo solução de álcool 80%. Os testes foram repetidos com 20 ninhos ($n=20$). A cada teste a posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada.

3 RESULTADOS

Os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários ocorreram em todas as quantidades de madeira. No entanto, a ocorrência de exploração inicial realizada por *N. corniger* foi similar entre as distintas quantidades de madeira disponibilizadas (teste $\chi^2 = 2,2$; g.l.= 3; n.s., Figura 4). Do mesmo modo, a ocorrência de recrutamento inicial de operários também foi similar para as mesmas quantidades de madeira (teste $\chi^2 = 0,4$; g.l.= 3; n.s., Figura 5).

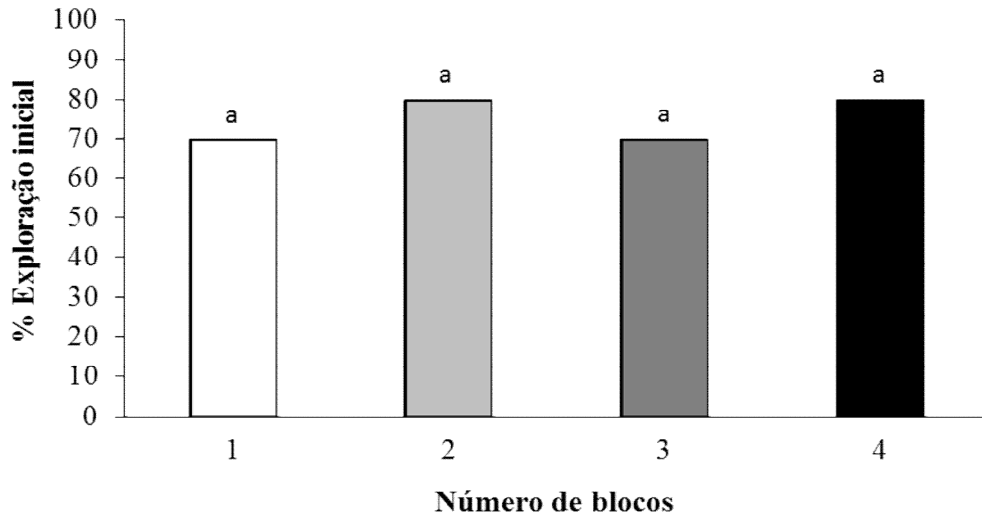


Figura 4. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$.

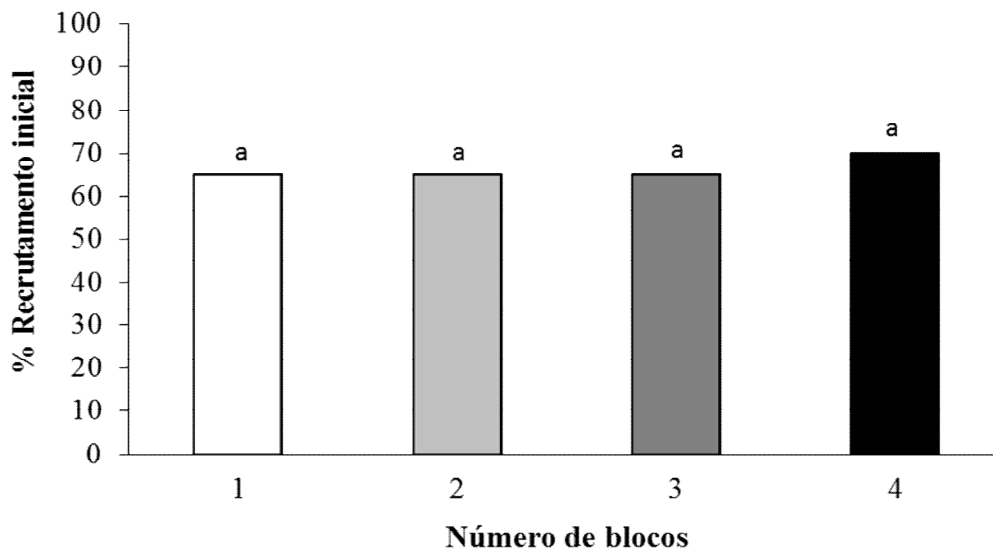


Figura 5. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$.

Por outro lado, a ocorrência de recrutamento em massa de indivíduos de *N. corniger* foi maior para a quantidade de 4 blocos de madeira (13/20) do que para a de 2 blocos de madeira (9/20). Os tratamentos com 1 bloco (7/20) e 3 blocos (10/20) não diferiram das quantidades citadas anteriormente e entre si (teste $\chi^2 = 7,3$; g.l.= 3; $p < 0,01$, Figuras 6 e 7).

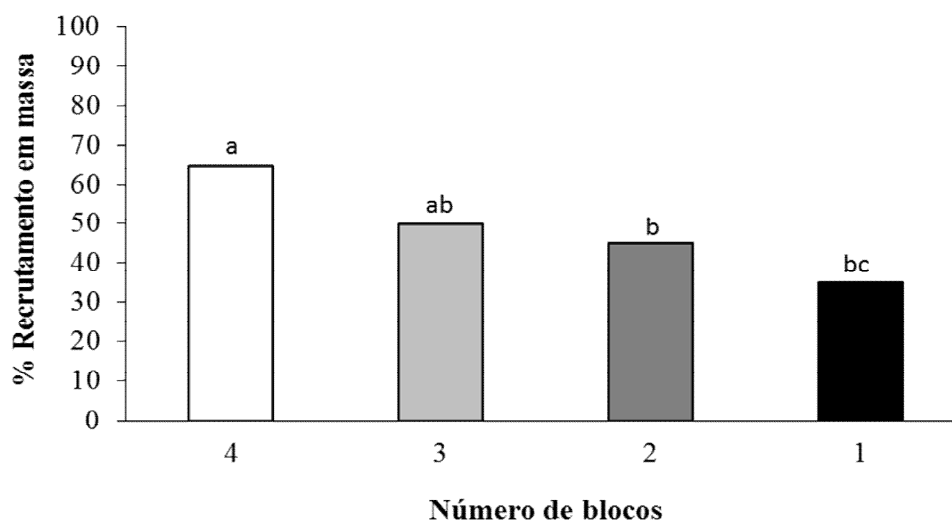


Figura 6. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* (n=20) em blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizados em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$.



Figura 7. Recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* em diferentes quantidades de madeiras de *Eucalyptus grandis*, ofertados aleatoriamente.

O tempo que os térmitas demoraram a realizar exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários também não diferiu significativamente entre os tratamentos. A exploração inicial ocorreu em média $15,7 \pm 0,8$ min após o início dos testes, o recrutamento inicial $28,1 \pm 0,8$ min e o recrutamento em massa de operários $46,3 \pm 1,0$ min depois (Tabela 1).

Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA ± EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) para madeira de *Eucalyptus grandis* ofertada em quatro quantidades em situação de escolha durante 60 minutos de observação.

Quantidade de madeira	Evento comportamental ¹		
	Exploração inicial	Recrutamento inicial	Recrutamento em massa
1 bloco	16,5±1,0a	28,4±0,8a	39,3±0,9a
2 blocos	18,0±0,8a	31,7±0,8a	50,5±1,1a
3 blocos	13,2±0,7a	25,9±0,7a	44,0±1,0a
4 blocos	14,9±0,8a	26,5±0,7a	51,3±1,1a

¹Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis (p < 0,05).

O número total de térmitas recrutados ao final dos 60 minutos de teste para 1 bloco de madeira (73,6 ± 5,7), 2 blocos de madeira (113,9 ± 6,3), 3 blocos de madeira (219,7 ± 15,1) e para 4 blocos de madeira (243,8 ± 12,9) foi similar (Kruskal-Wallis $H_{3,48} = 4,6$, n.s.; Figura 8).

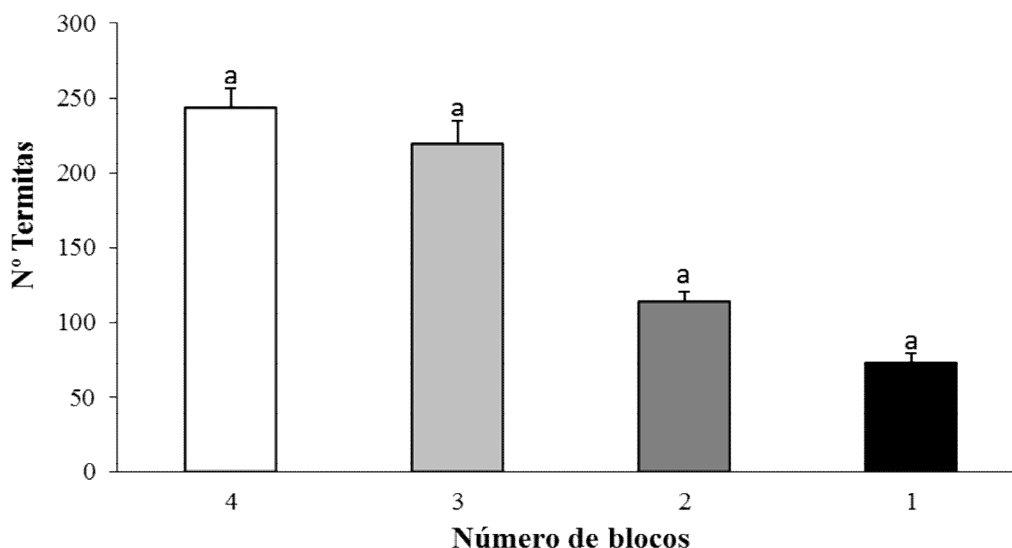


Figura 8. Número total de térmitas recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; p < 0,05.

O número total de soldados recrutados ao final dos 60 minutos de teste para 1 bloco de madeira (12,3 ± 0,7), 2 blocos de madeira (18,5 ± 0,9), 3 blocos de madeira (30,8 ± 2,1) e para 4 blocos de madeira (32,3 ± 1,5) foi similar (Kruskal-Wallis $H_{3,48} = 5,0$, n.s.; Figura 9).

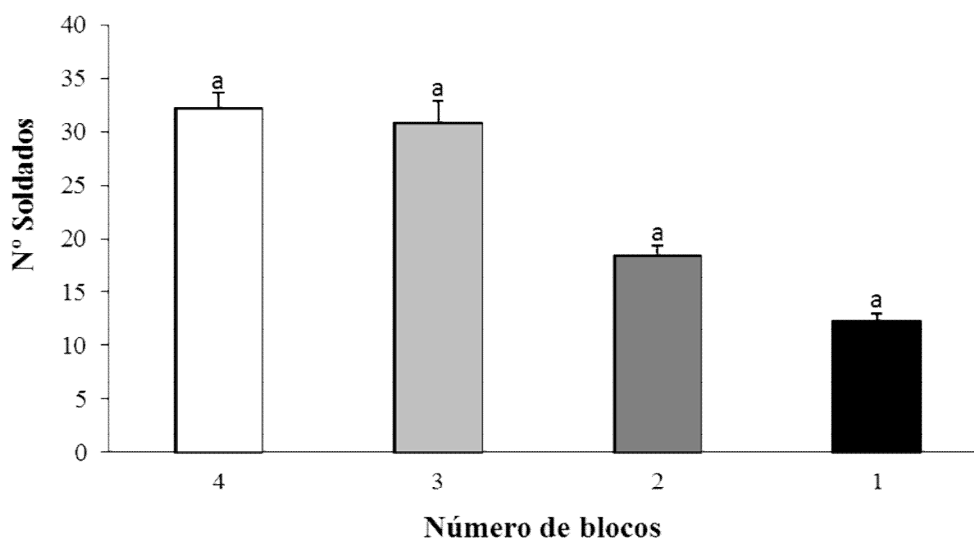


Figura 9. Número total de soldados recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

O número total de operários recrutados ao final dos 60 minutos de teste para 1 bloco de madeira ($61,3 \pm 5,1$), 2 blocos de madeira ($95,5 \pm 5,6$), 3 blocos de madeira ($188,9 \pm 13,0$) e para 4 blocos de madeira ($211,5 \pm 11,7$) foi similar (Kruskal-Wallis $H_{3,48} = 4,1$, n.s.; Figura 10).

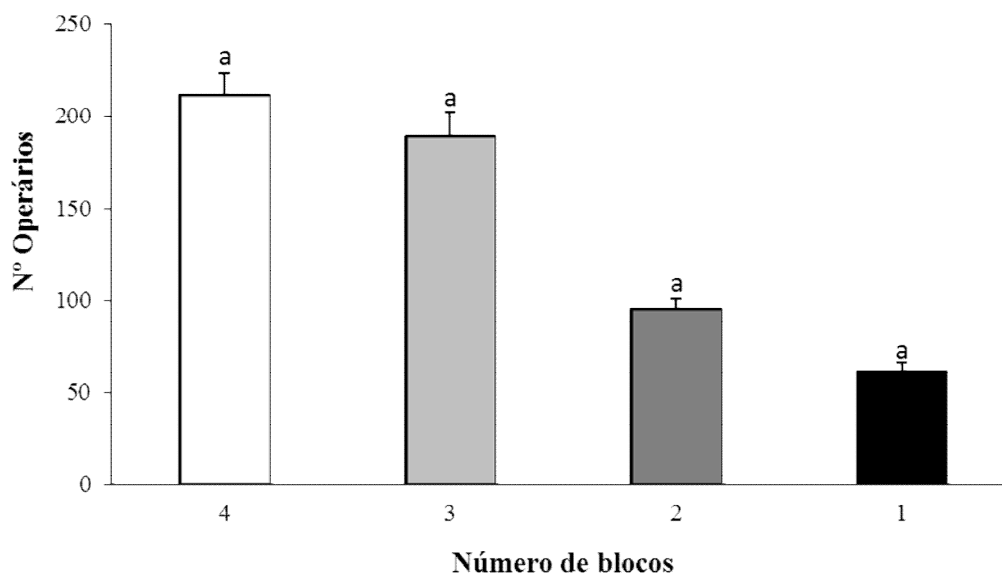


Figura 10. Número total de operários recrutados ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

Do mesmo modo, o número de operários ao final dos 60 minutos de teste explorando (em roedura) 1 bloco de madeira ($56,8 \pm 4,8$), 2 blocos de madeira ($91,3 \pm 5,5$), 3 blocos de madeira ($187,6 \pm 12,9$) e os 4 blocos de madeira ($208,8 \pm 11,5$) foi também similar (Kruskal-Wallis $H_{3,48} = 4,5$, n.s.; Figura 11).

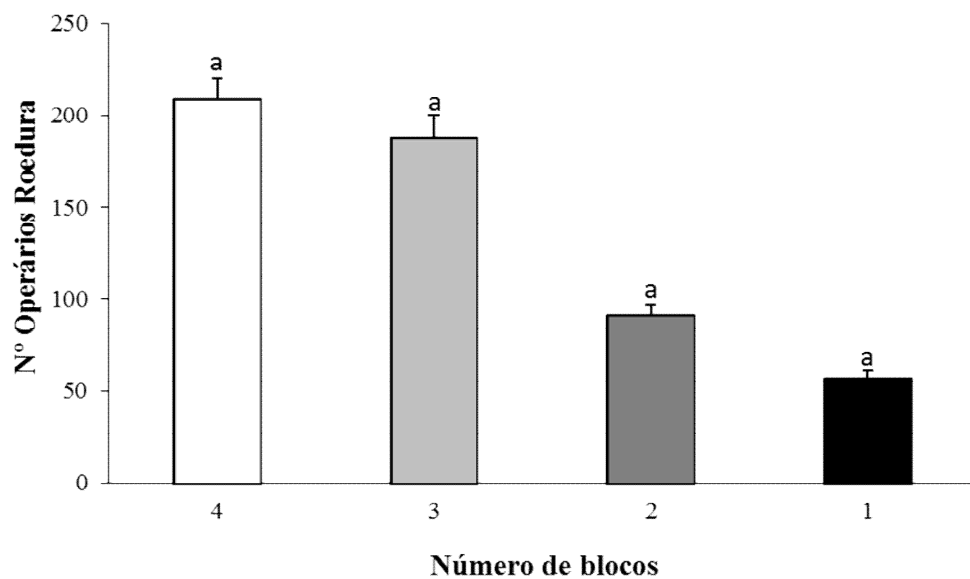


Figura 11. Números operários explorando (número operários em roedura) ao final dos 60 min de teste (n=20) para blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em quatro quantidades. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

4 DISCUSSÃO

O forrageamento é um processo dinâmico que se modifica com o passar do tempo, de acordo com a quantidade de alimento disponível e pela necessidade da colônia (GRACE & CAMPORA, 2005). Neste trabalho, os térmitas realizaram a exploração inicial e o recrutamento inicial de operários de forma similar para as distintas quantidades de madeira, o que sugere que para *N. corniger* a quantidade de madeira disponível não influencia na localização e no reconhecimento de fontes alimentares. No entanto, a maior ocorrência de recrutamento em massa de operários para a maior quantidade de madeira, indica que após o reconhecimento das madeiras acontece uma discriminação na aceitação dessas fontes de alimento. Segundo Grace & Campora (2005), após vários locais de alimentação estabelecidos há um direcionamento de esforços dos operários, uma vez que nem todos os recursos podem ser aceitos igualmente. Como registrado para o térmita subterrâneo *C. formosanus* que modifica seu comportamento de recrutamento de acordo com a qualidade ou quantidade de alimento (WALLER & LA FAGE, 1987).

De acordo com Delaplane & La Fage (1987) e Jones et al. (1987), quando os térmitas descobrem um local onde a fonte alimentar é favorável, eles exibem grande fidelidade a esta fonte. No presente trabalho o número similar de forrageadores de *N. corniger* recrutados para as distintas quantidades de madeira sugere que estes térmitas não manifestam fidelidade de recrutamento para determinada quantidade de madeira. No entanto, experimentos realizados com *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Rhinotermitidae) e *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Rhinotermitidae) mostraram que estes térmitas concentram esforços no primeiro alimento encontrado quando não têm acesso simultâneo a outra fonte alimentar (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2014).

O recrutamento de soldados para as distintas quantidades de madeira também foi equivalente, o que indica que esta casta participou ativamente do processo de forrageamento em todas as quantidades de madeira disponíveis, mediante a escolha dos operários recrutados e dos operários realizando a exploração (roedura) das madeiras. Esse comportamento dos soldados também foi constatado por Lima & Costa-Leonardo (2014) em espécies de térmitas subterrâneos.

O número similar de operários explorando as madeiras, mediante comportamento de roedura, independente da quantidade disponível, indica que *N. corniger* não estabelece a adequação das fontes alimentares disponíveis em decorrência da quantidade destas. Assim, a quantidade de madeira não regula a exploração destas por *N. corniger*, provavelmente pelos operários depositarem concentrações similares de saliva nas madeiras, independente da quantidade disponível. Os operários de *N. corniger* possuem substâncias na saliva com ação fago-estimulante ou arrestante no local onde são depositadas, que aumentam a proporção de ocorrência de recrutamento em massa, o número de térmitas recrutados e o número de operários apresentando comportamento de roedura (SILVA et al., 2008). Outras espécies de térmitas, como o de madeira úmida *Schedorhinotermes lamanianus* (Sjöstedt, 1911) (Rhinotermitidae) e o subterrâneo *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837) (Rhinotermitidae) possuem também na saliva substâncias não voláteis que aumentam a agregação de operários no substrato e são descritas como substâncias fago-estimulante (KAIB & ZIESMANN, 1992; REINHARD et al., 1997; REINHARD & KAIB, 2001).

Neste trabalho constatou-se que quando madeiras em distintas quantidades são oferecidas aos térmitas de forma simultânea, estas representam inicialmente para *N. corniger* fontes de alimento de interesse equivalente. No entanto, no decorrer do processo de aceitação dessas fontes ocorre uma concorrência que provoca diferenças na proporção de recrutamento em massa. Na última fase do forrageamento, os térmitas apresentam novamente ausência de preferência na exploração dessas madeiras.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos referentes à influência da quantidade disponível do recurso alimentar (1, 2, 3 e 4 blocos de madeira de *Eucalyptus grandis* de 5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) no comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Termitidae) em condições de laboratório, permitem concluir que:

- *Nasutitermes corniger* exibe os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários para a madeira de *E. grandis*, independentemente da quantidade disponível desse recurso alimentar na área de forrageamento;
- A ocorrência de exploração inicial e de recrutamento inicial é realizada de forma similar por *N. corniger* nas quatro quantidades de madeira de *E. grandis*. No entanto, a ocorrência de recrutamento em massa é incrementada pela quantidade de madeira disponível na área de forrageamento;
- O tempo necessário para *N. corniger* realizar a exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento em massa de operários em madeira de *E. grandis* é equivalente, independente da quantidade de madeira disponível na área de forrageamento;
- *Nasutitermes corniger* não exibe preferência no recrutamento total de térmitas entre as quatro quantidades de madeira de *E. grandis* disponibilizadas na área de forrageamento;
- O recrutamento de soldados e operários de *N. corniger* não é regulado pela quantidade de madeira de *E. grandis* disponível na área de forrageamento;
- A quantidade de madeira de *E. grandis* disponível na área de forrageamento não influencia na exploração desse recurso alimentar por *N. corniger*, mediante comportamento de roedura de seus operários.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, F.S.; ARAÚJO, A.P.A.; SILVA JUNIOR, W.M.; MEIRA NETO, J.A.A.; DE SOUZA, O. Bottom-up effects on selection of trees by termites (Insecta: Isoptera). **Sociobiology**, v. 55, n. 3, p. 725-733, 2010.
- BANDEIRA, A. G.; GOMES, J. I.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P. C. S. **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101).
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.75-85, 1998.
- BUSTAMANTE, N.C.R. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes Dudley*, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. 1993. 151 f. Dissertação - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/FUA, Manaus, AM. 1993.
- COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: Divisa, 2002. 128p.
- DELAPLANE, K.S.; LA FAGE, J.P. Variance in feeding on equivalent wood blocks by Formosan subterranean termite in laboratory choice tests. **Sociobiology**, v. 13, p. 227-233, 1987.
- DETHIER, V.G. Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. **Evolution** v. 8, pp. 33-54, 1954.
- EVANS, T.A.; LAI, J.C.S.; TOLEDANO, E.; MCDOWALL, L.; RAKOTONARIVO, S.; LENZ, M. Termites assess wood size by using vibration signals. **Proceedings of the National Academic Science**, v. 102, p. 3732-3737, 2005.
- GRACE, J.K.; CAMPORA, C.E. Food location and discrimination by subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). In: LEE, C.-Y.; ROBINSON, W. H. (Eds.). Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests. **Food Location and Discrimination by Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Malaysia: Perniagaan Ph'ng @ P & Y Design Network, p. 437-441, 2005.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Wood Preference of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 55, n. 1, p. 433-444, 2010.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; 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, p. 287-296, 2012.
- HEDLUND, J.C.; HENDERSON, G. Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 610-616, 1999.

JONES, S.C.; TROSSET, M.W.; NUTTING, W.L. Biotic and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 16, n. 3, p. 791-795, 1987.

KAIB, M.; ZIESMANN, J. The labial gland in the termite *Schedorhinotermes lamanianus* (Isoptera: Rhinotermitidae): Morphology and communal food exploitation. **Insectes sociaux**, v. 39, p. 373-384, 1992.

KENNEDY, J.S. The concepts of olfactory 'arrestment' and 'attraction'. **Physiological Entomology**, v. 3, p. 91-98, 1978.

LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO, A.M. Foraging in subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae): how do *Heterotermes tenuis* and *Coptotermes gestroi* behave when they locate equivalent food resources? **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, p. 525-533, 2014.

MATTHEWS, R.W.; MATTHEWS, J.R. **Insect behavior**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 507 p.

MILL, A.E. Termites as structural pest in Amazonia, Brazil. **Sociobiology**, v. 19, n. 2, p. 339-348, 1991.

PAES, J.B.; BROCCO, V.F.; MOULIN, J.C.; MOTTA, J.P.; ALVES, R.C. Efeitos dos extrativos e da densidade na resistência natural de madeiras ao térmita *Nasutitermes corniger*. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 569-577, 2015.

PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.G.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Feeding preference of subterranean termites for forest species associated or not a wood-decaying fungi. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 58-63, 2003.

REINHARD, J.; HERTEL, H.; KAI, M. Feeding stimulating signal in labial gland secretion of the subterranean termite *Reticulitermes santonensis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 23, p. 2371-2381, 1997.

REINHARD, J.; KAIB, M. Food exploitation in termites: indication for a general feeding-stimulating signal in labial gland secretion of Isoptera. **Journal of Chemical Ecology**, v. 27, n. 1, p. 189-201, 2001.

SILVA, V.S.G. **Comportamento de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) e sua ocorrência em áreas urbanas**. 2008. 108 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2008.

SOUZA, J.H; AGUIAR-MENEZES, E.L.; MAURI, R.; MENEZES, E.B. Susceptibility of five forest species to *Coptotermes gestroi*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1043-1050, 2009.

SUOJA, S.B.; LEWIS, V.R.; WOOD, D.L.; WILSON, M. Comparisons of single and group bioassays on attraction and arrestment of *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected cellulosic materials. **Sociobiology**, v. 33, p. 125-135, 1999.

SWOBODA, L.E.; MILLER, D.M. Laboratory assays evaluate the influence of physical guidelines on subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) tunneling, bait discovery, and consumption. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1404-1412, 2004.

TRANIELLO, J.F.A. Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*. **Proceedings of the National Academy Sciences**, U.S.A., v. 78, p. 1976-1979, 1981.

WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. Nutritional ecology of termites. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUEZ, J.G. (Eds.). **Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates**. John Wiley & Sons, New York, pp. 487-532, 1987.

CAPÍTULO III

**A DISTÂNCIA ENTRE O NINHO E A FONTE ALIMENTAR PODE
REGULAR O COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE
Nasutitermes corniger (MOTSCHULSKY, 1855)?**

RESUMO

Estudos que exploram os mecanismos envolvidos na descoberta do recurso alimentar pelos térmitas considerados pragas, incluindo o recrutamento e a agregação de seus forrageadores e orientação dos mesmos entre o ninho e a fonte de alimento, podem auxiliar no desenvolvimento de técnicas de controle de suas populações, visando o desenvolvimento de iscas adequadas ao monitoramento do inseto-praga. O presente trabalho teve como objetivo avaliar se curtas distâncias entre o ninho e a fonte alimentar influencia nos eventos comportamentais de forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855) (Termitidae) em condições de laboratório. Ninhos com colônia ativas de *N. corniger* coletados a campo foram acondicionados em cubas de vidro conectadas a arena de teste, e mantidos em condições ambientais controladas no laboratório ($25 \pm 5^\circ\text{C}$, $80 \pm 5\%$ UR e 10:14 horas de luz e escuro). Blocos de madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) foram ofertados aos térmitas, em arenas de teste, em três distâncias diferentes em relação ao ninho: 10 cm, 20 cm e 30 cm. Cada teste referiu-se a ocorrência ou não de um dos seguintes eventos comportamentais: exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários, e uma vez ocorridos, o tempo de duração (em minutos) de cada evento foi registrado. Cada teste teve duração de 60 minutos. Ao final de cada teste os blocos foram colocados em caixas gerbox, onde os indivíduos foram separados por castas e registrou-se o número de térmitas recrutados, o número de operários recrutados, o número de operários consumindo em cada tratamento e o número de soldados. Os testes foram repetidos com 20 colônias e a cada teste a posição dos blocos na arena foi aleatorizada. Os resultados obtidos mostraram que *N. corniger* exibiu os três eventos comportamentais nas três distâncias testadas. No entanto, a ocorrência de exploração inicial e do recrutamento inicial realizados por *N. corniger* foi similar nas distâncias mais curtas (10 e 20 cm), diferindo significativamente da maior distância (30 cm). A ocorrência de recrutamento em massa de operários foi maior nas madeiras localizadas à 10 cm (9/20) e à 20 cm (8/20) de distância, em relação ao ninho, do que à 30 cm (4/20). Os tempos necessários para *N. corniger* realizar os três eventos comportamentais foram significativamente iguais nas madeiras disponibilizadas nas três distâncias testadas na área de forrageamento. As distâncias em que as madeiras foram disponibilizadas nas arenas de teste não influenciaram os números de térmitas recrutados e de operários consumindo a madeira, o total de soldados recrutados e o total de operários. Portanto, os resultados permitem concluir que as curtas distâncias testadas entre o ninho de *N. corniger* e a fonte de alimento (madeira de *E. grandis*) não influencia os eventos comportamentais de forrageamento desse térmita em condições de laboratório.

Palavras-chave: Térmita arborícola, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Localização do alimento.

ABSTRACT

Studies exploring the mechanisms of food finding by termites considered as pests, including the recruitment and aggregation of their foragers and their orientation between the nest and the food source, may help in the development of control techniques for their populations. The present work had as objective to evaluate if short distances between the nest and the food source influence behavioral foraging events of *Nasutitermes corniger* under laboratory conditions. Nests with active colonies of *N. corniger* were collected in the field and placed in glass cubes connected to the test arena and kept under controlled environmental conditions in the laboratory ($25 \pm 5^\circ\text{C}$, $80 \pm 5\%$ RH and 10:14 hours light and dark). *Eucalyptus grandis* wood blocks (5.0 cm x 2.5 cm x 2.0 cm) were offered to the termites in test arenas at three different distances: 10 cm, 20 cm and 30 cm. Each test referred to the occurrence or non-occurrence of one of the following behavioral events: initial exploration, initial recruitment and mass recruitment of workers, and once they occurred, the duration (in minutes) of each event was recorded. Each test had a duration of 60 minutes. At the end of each test the blocks were placed in gerbox boxes, the individuals separated by caste, and the number of termites recruited, the number of workers recruited, the number of workers that consumed in each treatment and the number of soldiers were recorded. The tests were repeated with 20 colonies and at each test the position of the blocks in the arena was randomized. The obtained results showed that that *N. corniger* exhibited the three behavioral events in all treatments. However, the occurrence of initial exploration and initial recruitment by *N. corniger* was similar at shorter distances (10 and 20 cm), differing significantly from the greater distance (30 cm). The occurrence of mass recruitment of workers was higher in wood located at 10 cm (9/20) and at 20 cm (8/20) in relation to the nest than at 30 cm (4/20). The times required for *N. corniger* to carry out the three behavioral events were significantly the same in the woods available at the three distances tested in the foraging area. The distances in which the woods were made available in the test arenas did not influence the numbers of termites recruited and of workers consuming the wood, the total of soldiers recruited and the total of workers. Therefore, the results allow to conclude that the short distances tested between the *N. corniger* nest and the food source (*E. grandis* wood) do not influence the foraging behavior of this termite under laboratory conditions.

Key Words: Arboreal termites, Nasutitermitinae, *Eucalyptus grandis*, Food location.

1 INTRODUÇÃO

O térmita arborícola *Nasutitermes corniger* é uma espécie nativa da região Neotropical considerada como uma importante praga urbana em diversos estados do Brasil, onde ocasiona danos nas madeiras de edificações e mobiliários (BANDEIRA et al., 1989, 1998; MILL, 1991; COSTA-LEONARDO, 2002).

O comportamento de forrageamento de *N. corniger* é iniciado por pequenos grupos de soldados (2 a 5 indivíduos) que saem do ninho em varias direções. Quando um soldado encontra o alimento, este retorna ao ninho pressionando intermitentemente o abdômen sobre o substrato, com o qual deixa uma trilha química (feromônio de trilha) (ARAB & ISSA, 2000). Numa segunda fase, novos soldados e os primeiros operários são recrutados e orientados ao alimento pela trilha química. Numa terceira fase, se a fonte de alimento for apropriada, acontece o recrutamento em massa de operários (TRANIELLO, 1981).

Ao longo das fases de exploração e reconhecimento do alimento, distintas espécies de madeira podem representar recursos de atratividade equivalente, mas na fase de recrutamento em massa de operários, uma discriminação acontece e a preferência por uma das fontes de alimento se instala progressivamente (GAZAL et al., 2010). A existência de resistência natural da madeira, em *N. corniger*, não parece estar associada à densidade da madeira ou às substâncias hidrossolúveis, mas a outros tipos de substâncias que parecem ser responsáveis pelas respostas diferenciadas dos térmitas (BUSTAMANTE & MARTIUS, 1998; PAES et al., 2003; GAZAL et al., 2014).

Nasutitermes corniger prefere se alimentar do alburno das madeiras (CONSTANTINO, 2002). Inicialmente, *N. corniger* foi considerado por não discriminar entre a madeira de diferentes espécies de plantas (BUSTAMANTE, 1993). No entanto, Gazal et al. (2010) mostraram que a madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden é mais explorada do que a de *Pinus elliottii* Engel. e a de *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier, quando disponibilizadas simultaneamente. Além disso, outro fator que influencia na escolha de *N. corniger* por determinados tipos de madeiras é o grau de decomposição destas. Gazal et al. (2012) verificaram que para algumas espécies de madeira a degradação alterou a estrutura física, facilitando a remoção de fibras celulósicas, aumentando o valor nutricional da madeira. Assim, alguns fungos degradadores da madeira, podem aumentar a digestibilidade da celulose, favorecendo o início do ataque dos térmitas à madeira (PERALTA et al., 2003), no entanto, isto não é um pré-requisito para que o ataque ocorra (ESENTER et al., 1961).

O controle de *N. corniger* é difícil devido à alta reincidência de infestação ocasionada pela existência de ninhos policíclicos e a localização do ninho, muitas vezes bem distante da área atacada (COSTA-LEONARDO, 2002). Por isso, a compreensão dos mecanismos utilizados pelos térmitas na detecção de fontes alimentares, assim como, as estratégias de reconhecimento, aceitação e adequação das fontes alimentares disponíveis são fatores importantes no desenvolvimento de técnicas de manejo dos térmitas (JURD & MANNERS, 1980; TRANIELLO, 1981; GONZÁLEZ-COLOMA et al., 1994).

Nasutitermes corniger explora fontes alimentares em diferentes distâncias em relação ao ninho, no entanto, se desconhece se há preferência em explorar fontes mais próximas. Assim, o entendimento desta dinâmica de forrageamento de *N. corniger*, é essencial para o desenvolvimento de técnicas de manejo deste térmita.

Neste trabalho procurou-se verificar se à distância entre o ninho e a fonte alimentar influencia no forrageamento do térmita arborícola *N. corniger*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e Manutenção de Térmitas no Laboratório

Colônias adultas de *N. corniger*, com presença de alados foram coletadas na área de reserva da Ilha do Catalão, localizada no *campus* da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no Rio de Janeiro, RJ, no período de dezembro de 2016 a maio de 2017. Em seguida, essas foram transportadas para a sala de criação do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), e colocadas em cubas de vidro (50 cm x 50 cm x 60 cm de altura), contendo uma camada de 5 cm de areia esterilizada. Cada cuba esteve conectada, por um tubo de silicone ($\varnothing = 8,0$ mm), a uma arena de forrageamento, constituída por uma placa de vidro de 50,0 x 40,0 cm com uma parede perimetral de 5,0 cm de altura.

O escape dos térmitas foi impedido colocando fitas adesivas transparentes com 5 cm de largura nas bordas superiores das paredes da cubas e das arenas de forrageamento, em que a parte colante foi voltada para o interior das mesmas (GAZAL et al., 2010). Além disso, cada arena foi colocada sobre um tubo de acrílico ($\varnothing = 10,0$ cm e comprimento = 20,0 cm), para que o orifício de saída da cuba (conectado por meio de um tubo de silicone) tivesse altura ideal de alcance da arena (GAZAL et al., 2010) (Figura 1). Uma placa de vidro, a qual o tamanho era variado (3,0-7,0 cm x 4,0 cm), dependendo da conformação do ninho dentro da cuba, foi acomodada dentro da cuba para auxiliar o fluxo dos térmitas a arena de forrageamento. Na saída do tubo de silicone para a arena de forrageamento visando facilitar o acesso dos térmitas a fonte de alimento, foi colocada uma rampa de vidro, realizada por duas placas de 4,0 cm x 4,0 cm e 6,0 cm x 4,0 cm e conectadas por cola Durepoxi®, a qual o maior comprimento foi colocado paralelamente à saída dos térmitas (Figura 1).

Peças de madeira de *Pinus* sp. umedecidas foram colocadas na arena de forrageamento como alimento. Além disso, tampas de garrafa PET contendo água destilada também foram colocadas na arena para manutenção da umidade. As peças de madeira e a areia das cubas foram umedecidas diariamente com água destilada. Temperatura, umidade e fotoperíodo no laboratório foram mantidos a $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 5\%$ e 10:14 horas (claro:escuro), respectivamente.

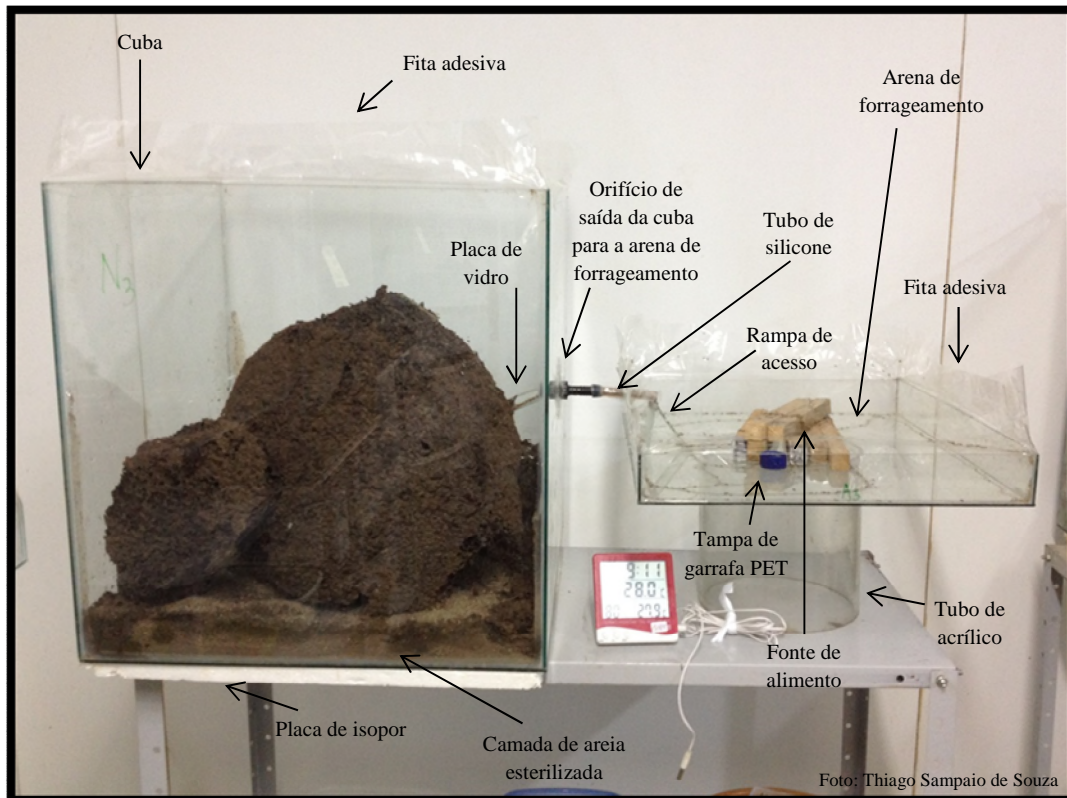


Figura 1. Esquema da criação de colônia de *Nasutitermes corniger* no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), com alimentação oferecida na arena de forrageamento.

2.2 Distâncias das Madeiras (Tratamentos)

Blocos (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) de madeira de *E. grandis* foram ofertados aos térmitas a três diferentes distâncias em relação a ninho de *N. corniger*, contadas a partir do acesso dos térmitas à arena: 1) a 10 cm do ninho; 2) a 20 cm do ninho; e 3) a 30 cm do ninho.

2.3 Bioensaio

O experimento foi conduzido na arena de forrageamento (40,0 cm x 50,0 cm x 5,0 cm). Trinta minutos antes do início de cada teste, o conector da colônia com a arena de forrageamento foi obstruído com algodão hidrófilo para impedir o acesso dos térmitas. Em seguida, o alimento foi retirado da arena e em seu lugar foram introduzidos os tratamentos sobre placas de vidro de 7,0 cm x 4,0 cm. Estas placas ficavam conectadas a placas de vidro de: 1) 10,0 cm x 4,0 cm; 2) 20,0 cm x 4,0 cm; e 3) 30,0 cm x 4,0 cm, respectivamente. Além disso, outra placa de vidro de 35,0 cm x 4,0 cm foi colocada perpendicular ao acesso dos térmitas a arena, e em contato com essas três placas de vidro. Todas as placas de vidro foram dispostas sobre tampas plásticas (2,8 cm x 2,8 cm x 2,0 cm), para evitar o acesso dos térmitas presentes na base da arena de forrageamento as placas do experimento (Figura 2). Os tratamentos foram colocados em situação de escolha do ponto de acesso dos térmitas a arena. O teste teve início quando o tubo de silicone foi desobstruído permitindo o acesso dos térmitas a arena de testes.

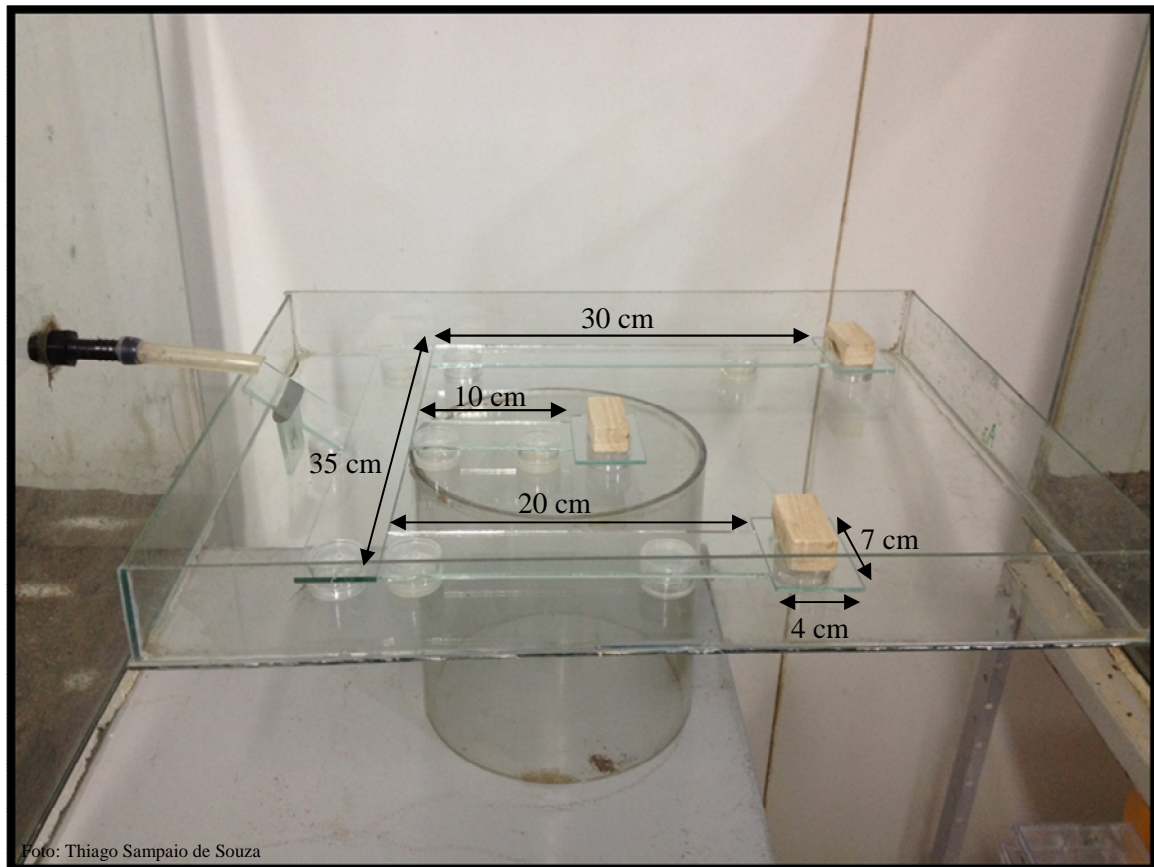


Figura 2. Esquema da montagem da arena de teste, em uma situação de aleatoriedade, com madeira de *Eucalyptus grandis* (5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm) ofertadas a distâncias de: 30 cm, 10 cm e 20 cm em relação ao acesso dos térmitas a arena.

Ao longo de cada teste foi registrado, com auxílio de um cronômetro, o **tempo** transcorrido desde o início do teste até ocorrer o primeiro contato de um térmita com os tratamentos e a **porcentagem de ocorrência** dos seguintes eventos comportamentais de forrageamento, segundo Traniello (1981):

- **Exploração inicial** (chegada aleatória do primeiro soldado aos tratamentos);
- **Recrutamento inicial** (chegada do primeiro operário); e
- **Recrutamento em massa**, em que foi considerado quando houve um fluxo contínuo de operários ao substrato com uma demarcação de trilha na placa de vidro causada por fezes (chegada em massa de operários aos tratamentos).

O tempo transcorrido para observação dos eventos comportamentais foi cronometrado de forma cumulativa. As porcentagens de ocorrência desses eventos em cada tratamento foram calculadas pelo número total de estaca com a ocorrência do evento comportamental dividido pelo número total de estaca disponibilizada em cada tratamento (n=20) multiplicado por 100.

Cada teste teve duração de 60 minutos. Ao término de cada teste, os tratamentos e as respectivas placas de vidro de 7,0 cm x 4,0 cm, que serviram de base, foram retiradas e depositadas separadamente em caixas gerbox, respectivamente. Em seguida, os térmitas presentes sobre cada tratamento e os térmitas recrutados para a placa de vidro foram separados por castas (soldados e operários), e os operários em roedura (iniciando a fragmentação das fibras da madeira) presentes nos tratamentos foram contados e depositados em frascos de 30 mL com tampa rosca contendo solução de álcool 80%. Os testes foram

repetidos com 20 ninhos (n=20). A cada teste a posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada.

2.4 Análise Estatística

As porcentagens de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários foram comparadas mediante o teste Qui-quadrado. Devido à ausência de distribuição normal os dados de tempo, número de operários em roedura, número de operários recrutados, número de soldados e o número de total de térmitas recrutados (placa de vidro+tratamento) foram comparados mediante teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

Os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários de *N. corniger* ocorreram em todas as madeiras, localizadas nas três distâncias do ninho. No entanto, a proporção de ocorrência de exploração inicial realizada pelos térmitas foi mais intensa nas madeiras localizadas a 10 cm (14/20) e 20 cm (14/20) de distância do ninho do que na madeira localizada a 30 cm (11/20) de distância (teste $\chi^2 = 4,2$; g.l.= 2; $p < 0,05$, Figura 3).

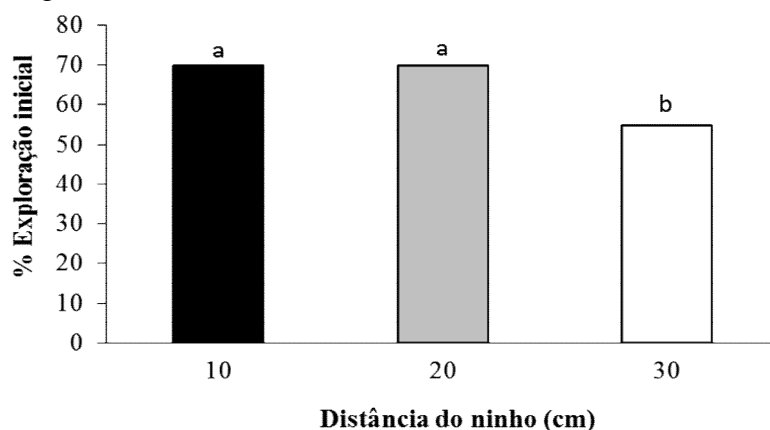


Figura 3. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em três distâncias a partir do acesso dos térmitas provenientes dos ninhos para as arenas de teste. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,05$.

Similarmente, a proporção de ocorrência de recrutamento inicial realizada por *N. corniger* foi mais intensa nas madeiras localizadas a 10 cm (13/20) e 20 cm (13/20) de distância do ninho do que na madeira localizada a 30 cm (8/20) de distância (teste $\chi^2 = 11,6$; g.l.= 2; $p < 0,01$; Figura 4). Do mesmo modo, a ocorrência de recrutamento em massa de operários também foi maior para as madeiras localizadas a 10 cm (9/20) e 20 cm (8/20) de distância do ninho do que para a madeira localizada a 30 cm (4/20) de distância (teste $\chi^2 = 8,6$; g.l.= 2; $p < 0,01$; Figuras 5 e 6).

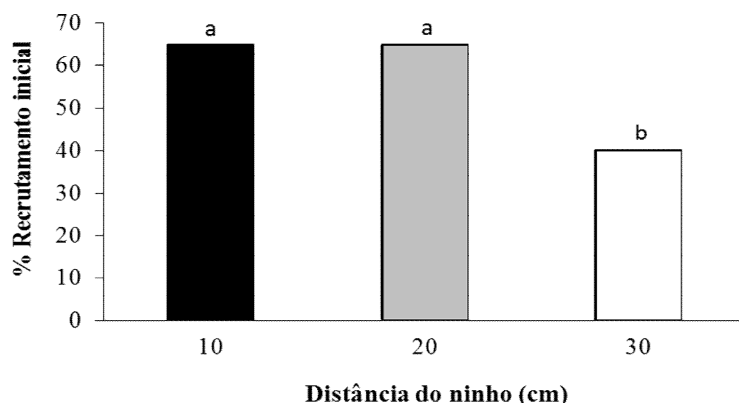


Figura 4. Porcentagem de ocorrência de recrutamento inicial de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$.

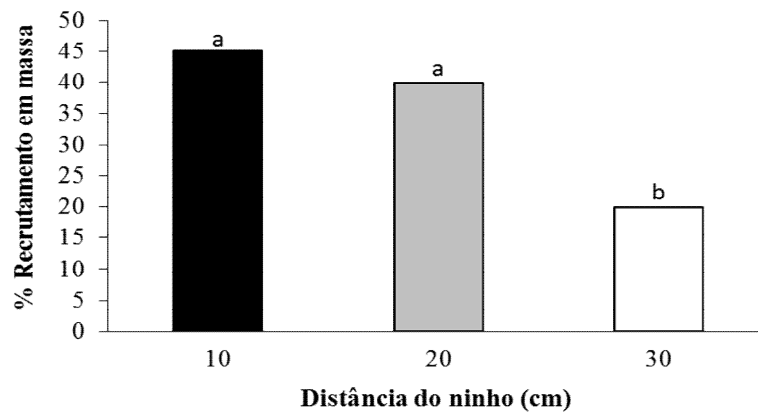


Figura 5. Porcentagem de ocorrência de recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger* (n=20) em madeiras de *Eucalyptus grandis* disponibilizadas em diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de χ^2 ; $p < 0,01$.

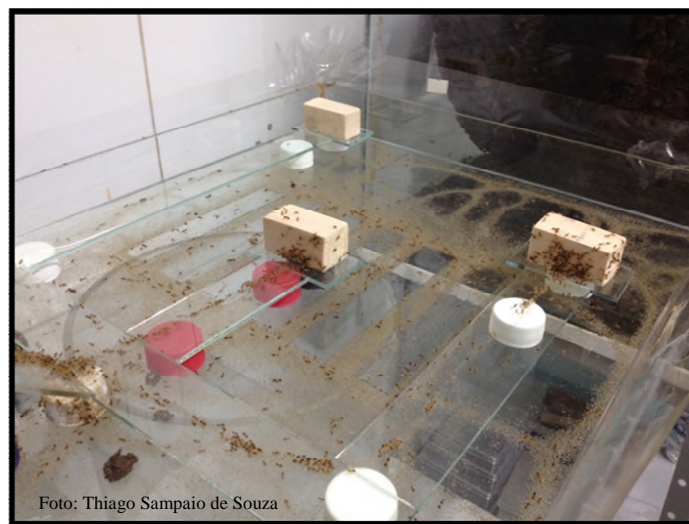


Figura 6. Recrutamento em massa de *Nasutitermes corniger*, em diferentes distâncias (10 cm, 20 cm e 30 cm), em madeiras de *Eucalyptus grandis* ofertadas aleatoriamente.

O tempo que os térmitas demoraram a realizar exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários também não diferiu significativamente entre os tratamentos. A exploração inicial ocorreu em média $13,8 \pm 0,8$ min após o início dos testes, o recrutamento inicial em $25,7 \pm 0,8$ min e o recrutamento em massa de operários em $40,0 \pm 1,0$ min depois (Tabela 1).

Tabela 1. Tempo transcorrido (MÉDIA \pm EP, em minutos) desde o início do teste até a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa exibidos pelos operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) para madeira de *Eucalyptus grandis* ofertada em três diferentes distâncias em situação de escolha durante 60 minutos de observação.

Distância da madeira (<i>E. grandis</i>)	Evento comportamental ¹		
	Exploração inicial	Recrutamento inicial	Recrutamento em massa
10 cm	13,0 \pm 0,8a	25,9 \pm 0,8a	44,9 \pm 1,1a
20 cm	9,5 \pm 0,5a	19,6 \pm 0,6a	34,2 \pm 1,0a
30 cm	18,8 \pm 1,2a	31,7 \pm 1,0a	40,8 \pm 1,0a

¹(Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$).

O número total de térmitas recrutados ao final dos 60 minutos de teste para as madeiras localizadas a 10 cm ($92,0 \pm 4,5$), 20 cm ($106,3 \pm 7,3$), e 30 cm ($41,2 \pm 3,2$) de distância do ninho foi similar (Kruskal-Wallis $H_{2,57} = 3,7$, n.s.; Figura 7).

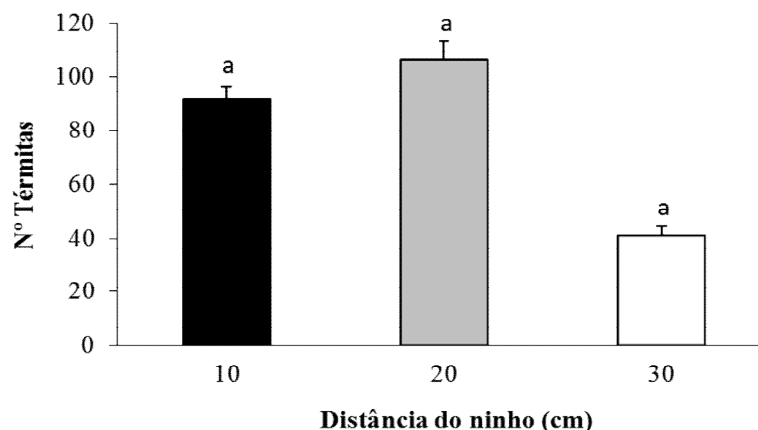


Figura 7. Número total de térmitas (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

O número total de soldados recrutados ao final dos 60 minutos de teste para as madeiras localizadas a 10 cm ($27,6 \pm 1,3$), 20 cm ($33,0 \pm 1,6$) e 30 cm ($15,6 \pm 1,1$) de distância foi também similar (Kruskal-Wallis $H_{2,57} = 3,2$, n.s.; Figura 8).

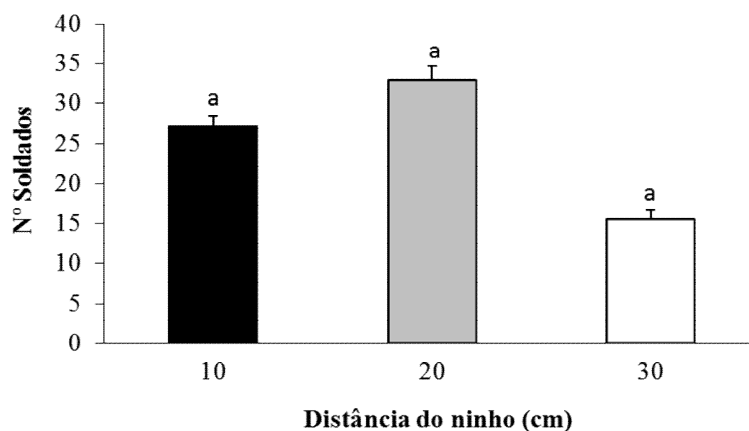


Figura 8. Número total de soldados de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

O número total de operários recrutados, ao final dos 60 minutos de teste, para as madeiras localizadas a 10 cm ($64,7 \pm 3,4$), 20 cm ($73,1 \pm 6,0$), e 30 cm ($25,6 \pm 2,3$) de distância do ninho foi similar (Kruskal-Wallis $H_{2,57} = 4,3$, n.s.; Figura 9).

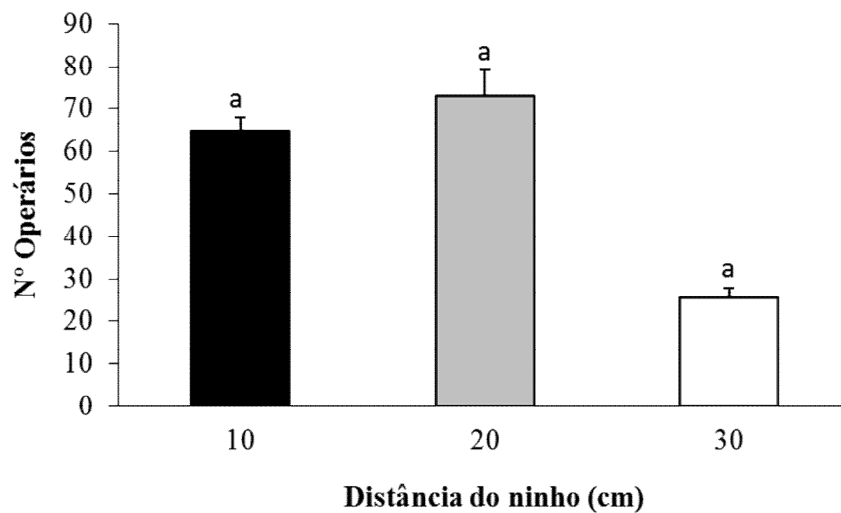


Figura 9. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) recrutados em madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

Do mesmo modo, o número de operários explorando (em roedura), ao final dos 60 minutos de teste, as madeiras localizadas a 10 cm ($61,2 \pm 3,3$), 20 cm ($69,7 \pm 5,7$), e 30 cm ($24,8 \pm 2,2$) de distância do ninho foi também similar (Kruskal-Wallis $H_{2,57} = 4,3$, n.s.; Figura 10).

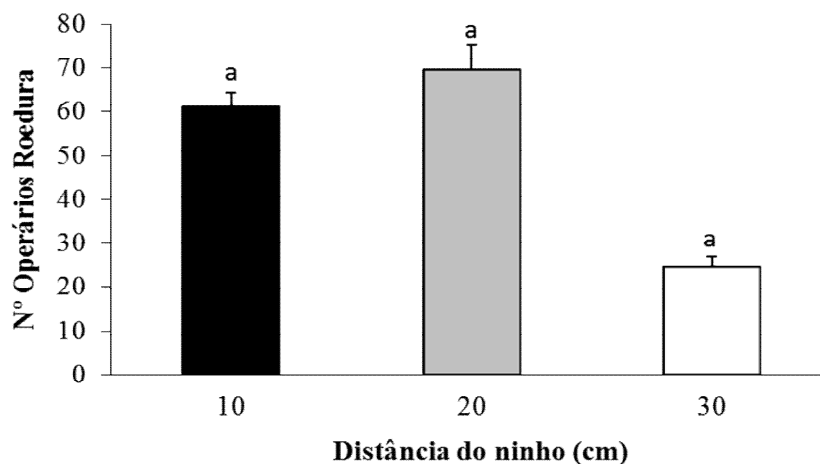


Figura 10. Número total de operários de *Nasutitermes corniger* (n=20) explorando (operários em roedura) madeiras de *Eucalyptus grandis* ao final dos 60 min de teste, disponibilizadas diferentes distâncias: 1) 10 cm; 2) 20 cm; e 3) 30 cm. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$.

4 DISCUSSÃO

Neste trabalho os forrageadores de *N. corniger* realizaram a exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento em massa de operários de forma menos intensa na madeira mais distante do seu ninho, o que sugere que *N. corniger* exibe preferência na localização, no reconhecimento e na aceitação de fontes alimentares mais próximas do ninho ao contrário do que ocorre no forrageamento do térmita subterrâneo *Coptotermes formosanus* Shiraki 1909 (Rhinotermitidae), onde a construção de túneis de forrageamento é mais intensa para recursos alimentares mais distantes do ninho (HAPUKOTUWA & GRACE, 2012).

Experimentos realizados por Robson et al. (1995) e Campora & Grace (2001) com térmitas subterrâneas, mostraram que a localização das fontes alimentares, mediante construção de túneis de forrageamento, tem direção inicial aleatória e quanto mais próximo ao alimento estes tornam-se direcionais. Isso pode estar relacionado ao fato de que quanto mais próximo do alimento os térmitas estiverem, maior será a percepção de aleloquímicos liberados pela fonte alimentar. Resultados semelhantes foram verificados por Andara et al. (2004) para *N. corniger* e *Nasutitermes ephratae* (Holmgren, 1910) (Termitidae) onde o recrutamento de operários foi menor para a fonte alimentar mais distante da colônia. Grace & Campora (2005) mostram que os térmitas podem ser atraídos para as áreas que contenham exsudatos químicos a partir de recursos alimentares, e essa percepção poderia ser influenciada pela distância em que esse recurso alimentar se encontra. Grace et al. (1988) relatam que no início do recrutamento, o número de forrageadores e a distância percorrida por *Reticulitermes hesperus* Banks, 1920 (Rhinotermitidae) foram diretamente relacionados à concentração de feromônio de trilha. Segundo Gazal et al. (2014), após aceitar a fonte alimentar os operários de *N. corniger* seriam recrutados para esta mediante o feromônio de trilha, e também seriam orientados até o alimento por estímulos físicos e químicos das fezes depositadas, pelos forrageadores, ao longo na trilha a exploração.

O número similar de operários explorando as madeiras, mediante comportamento de roedura, independente da distância destas em relação ao ninho, indica que *N. corniger* não estabelece a adequação das fontes alimentares disponíveis em decorrência da distância dessas. Assim, à distância de madeiras equivalentes em relação ao ninho de *N. corniger* não regula a exploração alimentar destes térmitas. Segundo experimentos realizados com *C. formosanus*, por Campora & Grace (2001) e Puche & Su (2001), foi observado que a proximidade da madeira não influencia no tamanho do túnel e nem a quantidade de indivíduos forrageando, sendo esses dados semelhantes observados por Nobre et al. (2007) para *Reticulitermes grassei* Clément, 1977 (Rhinotermitidae). No entanto, as trilhas de forrageamento de *N. corniger* com maior gasto energético têm, com o passar do tempo, uma redução no número de forrageadores (SOUZA, 2012).

Portanto, neste trabalho constatou-se que madeiras, que são fontes de alimento potencial, localizadas a diferentes distâncias do ninho de *N. corniger* apresentam diferença de atratividade e podem ser discriminadas por *N. corniger*. Essa discriminação ocorre durante os processos de localização e reconhecimento do recurso mediante um mecanismo de preferência que resulta em diferenças na proporção de ocorrência dos atos comportamentais de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários.

No entanto, no decorrer dos processos de aceitação e adequação das madeiras, localizadas em distintas distâncias do ninho, os térmitas apresentam ausência de preferência na exploração alimentar dessas. Porém, isto pode ter ocorrido devido ao tempo utilizado no experimento, o qual com o aumento de tempo de avaliação poderia ocorrer uma discriminação nos processos de aceitação e adequação das madeiras ofertadas nas diferentes distâncias por *N. corniger*.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos referentes à influência da distância da fonte de alimento (madeira de *Eucalyptus grandis*) da colônia de *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Termitidae) no seu comportamento de forrageamento em condições de laboratório, permitem concluir que:

- *Nasutitermes corniger* realiza os comportamentos de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários para as madeiras de *E. grandis* independente da distância na área de forrageamento;
- *Nasutitermes corniger* realiza exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários de forma predominante para as madeiras localizadas a distâncias mais próximas do ninho (10 cm e 20 cm);
- O tempo necessário para *N. corniger* realizar a exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento em massa de operários em madeiras de *E. grandis* é equivalente, independente da distância das madeiras na área de forrageamento;
- O recrutamento de soldados e operários de *N. corniger* não é regulado pela distância das madeiras de *E. grandis* em relação ao ninho;
- *Nasutitermes corniger* não exhibe preferência no recrutamento total de térmitas entre as madeiras *E. grandis* localizadas em distintas distâncias do ninho;
- À distância da madeira de *E. grandis* em relação ao ninho não influencia na exploração dessa, mediante comportamento de roedura de *N. corniger*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDARA, C.; ISSA, S.; JAFFÉ, K. Decision-making systems in recruitment to food for two *Nasutitermitinae* (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 44, p. 1-13, 2004.
- ARAB, A.; ISSA, S. Breves observaciones sobre el comportamiento de forrajeo de dos especies de termitas (Termitidae: Nasutitermitinae) bajo condiciones de laboratorio. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 15, n. 1, p. 93-95, 2000.
- BANDEIRA, A. G.; GOMES, J. I.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P.C.S. **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101).
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, pp.75-85, 1998.
- BUSTAMANTE, N.C.R. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes Dudley*, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. 1993. 151 f. Dissertação - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/FUA, Manaus, AM. 1993.
- BUSTAMANTE, N.C.R.; MARTIUS, C. Nutritional preferences of wood-feeding termites inhabiting floodplain forests of the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 301-307, 1998.
- CAMPORA, C.E.; GRACE, J.K. Tunnel orientation and search pattern sequence of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 5, p. 1193-1199, 2001.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p. 355-65, 2002. 10.1046/j.1439-0418.2002.00670.x
- COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: Divisa, 2002. 128p.
- ESENTHER, G.R.; ALLEN, T.C.; CASIDA, J.E.; SHENEFELT, R.D. Termite attractant from fungus infected wood. **Science**, v. 1, p. 43-50, 1961.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Wood Preference of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 55, n. 1, p. 433-444, 2010.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; 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, p. 287-296, 2012.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A.M. Mechanism of Trail Following by the Arboreal Termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Zoological Society of Japan**, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2014.

GONZÁLEZ-COLOMA, A.; ESCOUBAS, P.; REINA, M.; MIZUTANI, J. Antifeedant and insecticidal activity of endemic Canadian Laurence. **Applied Entomology and Zoology**, v. 29, p. 292-296, 1994.

GRACE, J.K.; WOOD, D.L.; FRANKIE, G.W. Trail-following behavior of *Reticulitermes hesperus* Banks (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, p. 653-667, 1988.

GRACE, J.K.; CAMPORA, C.E. Food location and discrimination by subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). In: LEE, C.-Y.; ROBINSON, W. H. (Eds.). Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests. **Food Location and Discrimination by Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Malaysia: Perniagaan Ph'ng @ P & Y Design Network, p. 437-441, 2005.

HAPUKOTUWA, N.K.; GRACE, K. Do tunnel patterns of *Coptotermes formosanus* and *Coptotermes gestroi* (Blattodea: Rhinotermitidae) reflect different foraging strategies? **Sociobiology**, v. 59, p. 189-202, 2012.

JURD, L.; MANNERS, G.D. Wood extractives as models for the development of new types of pest control agents. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 28, p. 183-188, 1980.

MILL, A.E. Termites as structural pest in Amazonia, Brazil. **Sociobiology**, v. 19, n. 2, p. 339-348, 1991.

NOBRE, T.; NUNES, L.; BIGNELL, D.E. Tunnel geometry of the subterranean termite *Reticulitermes grassei* (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to sand bulk density and the presence of food. **Insect Science**, v. 14, p. 511-518, 2007.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; SOBRINHO, D.W.F.; BAKKE, O, A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Revista Cerne**, v. 9, n. 1, p. 36-47, 2003.

PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.G.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Feeding preference of subterranean termites for forest species associated or not a wood-decaying fungi. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 58-63, 2003.

PUCHE, H.; SU, N.-Y. Tunnel formation by *Reticulitermes flavipes* and *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to wood in sand. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 1398-1404, 2001.

ROBSON, S.K.; LESNIAK, M.G.; KOTHANDAPANI, R.V.; TRANIELLO, J.F.A.; THORNE, B.L.; FOURCASSIE, V. Nonrandom search geometry in subterranean termites. **Naturwissenschaften**, v. 82, p. 526-528, 1995.

SOUZA, J.H. **Comportamento de exploração e tolerância intraespecífica em *Nasutitermes corniger* (Motschulsky,1855) (Isoptera: Termitidae)**. 2012. 104 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A exploração inicial e o recrutamento inicial são realizados de forma similar por *N. corniger* em madeiras de *E. grandis* de 10 e 15 cm de comprimento. No entanto, este térmita prefere realizar o recrutamento em massa de operários para a madeira de 10 cm de comprimento;
- O tamanho da madeira de *E. grandis* disponível na área de forrageamento influencia na exploração desse recurso alimentar, mediante comportamento de roedura por *N. corniger*;
- A exploração inicial e o recrutamento inicial são realizados de forma similar por *N. corniger* nas quatro quantidades de madeira de *E. grandis*. No entanto, a ocorrência de recrutamento em massa é incrementada pela quantidade de madeira disponível na área de forrageamento;
- A quantidade de madeira de *E. grandis* disponível na área de forrageamento não influencia na exploração desse recurso alimentar por *N. corniger*, mediante comportamento de roedura de seus operários;
- *Nasutitermes corniger* realiza exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento em massa de operários de forma predominante para as madeiras localizadas a distâncias mais próximas do ninho (10 cm e 20 cm);
- À distância da madeira de *E. grandis* em relação ao ninho não influencia na exploração dessa, mediante comportamento de roedura por *N. corniger*;
- O tempo necessário para *N. corniger* realizar a exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento em massa de operários em madeiras de *E. grandis* é equivalente, independente do tamanho, da quantidade e da distância das madeiras na área de forrageamento.