



Universidade Federal de Sergipe
Centro de Ciências Biológicas e Saúde
Departamento de Ecologia- DECO

DANIELA LÚCIO SANTANA

SOLDADOS DE *Nasutitermes corniger*
(BLATTODEA: TERMITIDAE) PARTICIPAM DA BUSCA
x RECRUTAMENTO DURANTE O FORRAGEIO?

São Cristovão

2019



DANIELA LÚCIO SANTANA

**SOLDADOS DE *Nasutitermes corniger*
(BLATTODEA: TERMITIDAE) PARTICIPAM DA BUSCA
x RECRUTAMENTO DURANTE O FORRAGEIO?**

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Albano Araújo

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Ecologia da Universidade Federal de
Sergipe como requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão 201

Daniela Lúcio Santana

**SOLDADOS DE *Nasutitermes corniger*
(BLATTODEA: TERMITIDAE) PARTICIPAM DA BUSCA
x RECRUTAMENTO DURANTE O FORRAGEIO?**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências de Bacharelado em Ecologia, para obtenção do título de “Bacharel em Ecologia”.

APROVADA em 06 de setembro de 2019.



Prof. Dr. Paulo Felipe Cristaldo
Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRPE



Prof. Dr. Vinícius Albano Araújo
Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRJ



Prof.^a Dr.^a Ana Paula Albano Araújo
Universidade Federal de Sergipe
UFS
(Orientadora)

SÃO CRISTOVÃO
SERGIPE – BRASIL

2019

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe pela oportunidade, por tudo que eu pude aprender e vivenciar nessa instituição.

À professora Dr.^aAna Paula Albano Araújo pela orientação, pela paciência, pela disponibilidade, pelos ensinamentos e confiança depositada em mim durante nossa convivência.

Ao professor Leandro Bacci pelas dicas e suporte logístico.

À equipe de estagiários do Laboratório de Interações Ecológicas: Jorge Marques, Bruna Vieira, Amanda Dantas, Paulo Sérgio, Leandro Rocha, Dinamarta Virginio, Joseane Cruz pela parceria de sempre. Muito mais que uma equipe de trabalho, vocês são verdadeiros amigos que adquiri durante a caminhada!

Às pessoas que me acompanharam durante a graduação e que de alguma forma contribuíram com o meu crescimento tanto acadêmico quanto pessoal; principalmente Cassandra Mendonça e Ingrid Moitinho pela força nos momentos em que pensei em desistir e a Jorge Marques pelas dicas, pelos conselhos e conhecimento passado em nossas conversas.

À minha família pelo apoio e compreensão; especialmente à minha mãe Dilma, minha irmã Dayane e o meu pai Edson. Sou imensamente grata pelo apoio em minhas decisões; por me incentivarem a correr atrás dos meus objetivos, mesmo quando eu mesma duvidava de mim! Obrigada por tudo!

A todos, enfim, que de alguma forma contribuíram para a minha formação e que me apoiaram, muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO.....	v
1 INTRODUÇÃO	2
2 METODOLOGIA.....	4
2.1 Coleta dos Ninhos	4
Papel dos soldados no comportamento de caminhamento e busca exploratória pelos operários.....	4
Papel dos soldados no recrutamento dos operários	5
Análises Estatísticas	6
3 RESULTADOS	8
Papel dos soldados no comportamento de caminhamento e na busca exploratória pelos operários	8
Papel dos soldados no recrutamento dos operários	9
4 DISCUSSÃO	11
5 AGRADECIMENTOS	13
6 REFERÊNCIAS	14

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Exploração simultânea de arenas por grupos de indivíduos de *Nasutitermes corniger* com e sem a presença de soldado 9
- FIGURA 2.** Número de indivíduos de *Nasutitermes corniger* recrutados para arenas com e sem a presença de recursos, com ou sem informante (operário ou soldado), após 105 minutos de contato com o informante 10
- FIGURA 3.** Número de indivíduos de *Nasutitermes corniger* recrutados para arenas com e sem a presença de recursos, com ou sem informante (operário ou soldado), após 105 minutos de contato com o informante. *n.s.* = não significativo. * indica diferenças estatísticas entre os níveis do tratamento..... 10

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1. Variação na distância percorrida (cm) e na velocidade de caminhada (cm/min) de indivíduos de *Nasutitermes corniger* em grupos com ou sem soldados, em diferentes intervalos de tempo após a inserção dos indivíduos nas arenas.8

RESUMO

SANTANA, Daniela Lucio. **Soldados de *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Termitidae) participam da busca x recrutamento durante o forrageio?** São Cristovão: UFS, 2019. 23p. (Monografia – Bacharelado em Ecologia).

Cupins são insetos eussociais que apresentam grande importância econômica e ecológica devido às suas atividades de forrageio. Os comportamentos coletivos das colônias são realizados através da interação entre os indivíduos de diferentes castas. Embora os soldados exerçam papel de defesa, os indivíduos desta casta são dependentes dos operários para sua alimentação, impondo assim custos para a colônia. Apesar disso, nos grupos de cupins mais derivados (ex. gênero *Nasutitermes*) ocorre uma elevada proporção de soldados. Nesse estudo, investigamos se os soldados de *Nasutitermes corniger* são capazes de otimizar o forrageio, testando as hipóteses de que:

i) a presença de soldados altera o comportamento do grupo de cupins promovendo maior intensidade de busca e conseqüentemente uso de mais fontes alimentares simultaneamente; e *ii*) soldados com informação sobre fontes alimentares são mais eficientes no recrutamento de indivíduos do que operários previamente informados. Bioensaios foram realizados através de filmagens a fim de avaliar se grupos contendo soldados apresentam maior taxa de caminhamento do que grupos sem soldados. Para analisar se grupos com soldados realizam maior busca exploratória, foram feitas arenas com acesso a quatro fontes alimentares, nas quais foram liberados grupos com e sem soldados. As opções de fontes alimentares foram analisadas temporalmente a fim de quantificar suas ocupações. Também foi avaliada a capacidade com que operários e soldados com informação prévia sobre a disponibilidade de recursos conseguem recrutar indivíduos para fontes alimentares. Os dados foram analisados utilizando-se análise de variância e regressão linear, no software R. Nossos resultados mostraram que os soldados não interferem no comportamento de caminhamento, porém, grupos contendo soldados apresentam mais rápida avaliação das fontes disponíveis durante o forrageio do que grupos contendo apenas operários. Soldados e operários previamente informados não diferiram em relação à capacidade de informar e recrutar novos indivíduos para fontes alimentares. Concluímos que os soldados de *N. corniger* têm um papel importante na fase de exploração do forrageio, permitindo uma rápida avaliação do habitat, assim como realizam o recrutamento semelhante ao observado para os operários.

Palavras-chave: Isoptera, recrutamento, seleção de recursos.

**SOLDADOS DE *Nasutitermes corniger* (BLATTODEA:
TERMITIDAE) PARTICIPAM DA BUSCA x
RECRUTAMENTO DURANTE O FORRAGEIO?**

Daniela Lúcio Santana, Bruna Vieira dos Santos Oliveira, Amanda Teixeira dos Santos,
Joseane Santos Cruz, Jailton Jorge Marques & Ana Paula Albano Araujo

Universidade Federal de Sergipe. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Ecologia.
Lab. Interações Ecológicas.

1 INTRODUÇÃO

O forrageio de forma coletiva consiste em uma estratégia reconhecida por aumentar a capacidade de seleção de recursos (Krause *et al.* 2010, Handegard *et al.* 2012). Nos insetos eussociais, as decisões coletivas são feitas através do esforço de vários indivíduos que interagem entre si (Sasaki & Pratt 2012) o que torna possível o acesso a informações mais complexas, otimizando o forrageio. Cupins são insetos eussociais que apresentam grande importância econômica e ecológica uma vez que suas atividades de forrageio envolvem processos como a ciclagem de nutrientes, alterações na qualidade do solo e na biodiversidade local (Bandeira & Vasconcellos 2002, Costa-Leonardo 2002). Esses organismos vivem em colônias contendo indivíduos especializados na divisão de tarefas (ex. forrageio/ alimentação, defesa, reprodução). Os operários são responsáveis pela busca e transferência de alimento dentro da colônia; enquanto os soldados têm como função primordial a defesa do ninho. Assim, a proporção de indivíduos das diferentes castas consiste num balanço de alocação de energia para a colônia, podendo interferir em sua performance (ex. crescimento x defesa).

Ao longo do tempo evolutivo, houve uma diversificação considerável em relação aos hábitos de forrageio das espécies de cupins. Ao contrário das espécies filogeneticamente mais basais que não forrageiam (ex. o ninho é o próprio recurso), as espécies mais derivadas apresentam uma separação completa entre ninho e alimento, necessitando realizar efetivamente o forrageio (Abe 1987, Legendre *et al.* 2008). A busca por recursos fora do ninho foi acompanhada por várias adaptações, incluindo maior investimento em defesas, maior efetividade dos sinais de alarme e de marcação de trilhas (Prestwich 1984, Cristaldo *et al.* 2015, (Traniello & Leuthold 2000, Reinhard & Kaib 2001). Esse processo exigiu a presença de uma casta operária verdadeira, em

maior número de indivíduos, capaz de realizar a busca por recursos; assim como um maior investimento na produção de soldados para a defesa da colônia.

Uma vez que os soldados são dependentes dos operários para alimentação, esta casta torna-se onerosa para a colônia. Apesar disso, em alguns gêneros mais derivados, os soldados podem representar até cerca de 30% dos indivíduos da colônia, como ocorre no gênero *Nasutitermes* (Prestwich 1984). No entanto, estudos têm demonstrado que os soldados, além de realizarem a defesa da colônia, parecem também contribuir na fase inicial de busca por recursos (Traniello & Busher 1985, Casarin *et al.* 2008, Almeida *et al.* 2016) e na escolta dos operários durante a exploração da área e construção de galerias (Almeida *et al.* 2016). Assim, soldados parecem também exercer um papel fundamental na fase de recrutamento para novas fontes alimentares. No entanto, os mecanismos envolvidos nesse processo ainda não foram totalmente elucidados.

Nesse trabalho, analisamos o papel dos soldados nas decisões de forrageio do cupim *N. corniger*. Estudos manipulativos foram conduzidos a fim de testar se os soldados podem otimizar a busca exploratória por recursos assim com o recrutamento de indivíduos para fontes conhecidas. Para isso, testamos as seguintes hipóteses: *i*) a presença de soldados aumenta a atividade do grupo de cupins promovendo maior intensidade de busca e consequentemente uso de mais fontes alimentares simultaneamente; *ii*) soldados com informação sobre fontes alimentares são mais eficientes no recrutamento de indivíduos do que operários previamente informados. Os resultados deste estudo podem contribuir para o entendimento da evolução do forrageio e do uso do habitat pelos cupins.

2 METODOLOGIA

Coleta dos Ninhos

Ninhos de *N. corniger* foram coletados no *campus* da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil (10°55'35"S, 37°6'14"O). O clima da região é classificado como tropical seco e úmido (Aw), de acordo com o Sistema Köppen (Pidwirny 2011), com temperatura média de 25°C e precipitação média anual de 1.372mm. Todos os ninhos utilizados nos bioensaios foram coletados 24 horas antes da realização dos experimentos.

Bioensaios

Papel dos soldados no comportamento de caminhamento e busca exploratória pelos operários

Para avaliar se a presença dos soldados torna os operários mais ativos, interferindo no seu comportamento de caminhamento e conseqüentemente na busca exploratória por recursos, foram realizados dois bioensaios independentes.

Em ambos os bioensaios, grupos de cupins contendo dez indivíduos foram mantidos em dois tratamentos: com soldados (3 soldados:7 operários) e sem soldados (10 operários). Os grupos foram mantidos em placas de Petri (5,3cm diâmetro x 1,1 cm altura) com o fundo forrado com papel filtro. Em cada bioensaio, foram feitas três repetições de cada tratamento, para cada uma das cinco colônias testadas, totalizando 30 réplicas.

Para avaliar se a grupos contendo soldados realizam mais caminhamento dos que grupos sem soldados, as placas contendo os indivíduos foram filmadas usando câmera (Panasonic SD5 Superdynamics—WV – CP504), equipada com lente Spacecom (1/3'' 3–8 mm) acoplada a um computador. Os comportamentos foram capturados pelo

software Ethovision® XT (versão 8.5; Noldus Integration System, Sterling, VA, USA), e foram analisados no software Studio 9 (Pinnacle Systems, Mountain View, CA, USA).

Para cada réplica foram realizadas três filmagens após 30min, 2h30min e 4h30min da inserção dos indivíduos nas arenas. Foram quantificados a velocidade de caminhada (cm/min) e a distância percorrida (cm) pelos indivíduos nos grupos com e sem soldados.

Para avaliar se a presença dos soldados resulta em maior exploração simultânea de áreas de busca pelos operários, foi feito um bioensaio com chance de escolha. O bioensaio foi realizado em arenas formadas por uma placa central conectada, por mangueira transparente (7mm de diâmetro e 3 cm comprimento), a outras quatro placas laterais (5,3cm diâmetro x 1,1 cm altura) que continham como recurso um pedaço (1cm largura x 2cm comprimento x 1cm altura) de cana-de-açúcar cada. Avaliações foram realizadas a fim de quantificar o número de arenas ocupadas e o número de indivíduos/arena ao longo do tempo.

Papel dos soldados no recrutamento dos operários

Esse bioensaio consistiu em avaliar se o número de indivíduos recrutados para uma fonte alimentar depende da presença ou do tipo de informante (soldado ou operário) que teve acesso prévio ao recurso.

Para isso foram desenvolvidas arenas compostas por duas placas de Petri (5,3cm diâmetro x 1,1 cm altura) interligadas por uma mangueira transparente (7 mm diâmetro x 3 cm comprimento). Um total de 30 cupins foram inseridos nas arenas (21 operários: 9 soldados). Esses indivíduos foram divididos nas duas placas, formando um grupo previamente informado e outro não informado.

Em uma das placas foi inserido um grupo de indivíduos desinformados que não tinham acesso prévio às informações da arena de forrageio ($N = 24$ indivíduos). Já na

outra placa foi inserido um grupo de indivíduos com acesso à informação ($N = 6$ operários ou soldados). Os tratamentos do grupo informado consistiram na combinação completa entre a presença/tipo de informante (com soldado ou operário informante; e controle - sem indivíduo informante) \times tipo de informação (com ou sem recurso). No tratamento sem informante, todos os grupos foram mantidos na placa contendo os indivíduos não informados.

Os grupos foram mantidos isolados durante 30 min por um pedaço de algodão que cobriu a passagem da mangueira entre ambas as placas. Durante esse período o grupo informado teve acesso à informação (com ou sem recurso). Posteriormente, a passagem foi desbloqueada e foi realizada a contagem do número de indivíduos recrutados para a placa do grupo informante ao longo do tempo. Os indivíduos utilizados no grupo 'informado' foram previamente marcados na região do pronoto com o uso de tinta gauche e cola (cor branca) (Marins et al. 2018) a fim de diferenciá-los do grupo não informado. Os testes foram conduzidos com indivíduos provenientes de três ninhos, sendo realizadas três repetições/ninho para cada um dos seis tratamentos, totalizando 54 arenas.

Análises Estatísticas

Os dados foram analisados no software R (R Development Core Team 2016), usando modelos lineares generalizados (GLM) seguidos pela análise de resíduos para verificar a adequabilidade dos modelos e a distribuição de erros utilizada. Quando necessário, os modelos foram simplificados retirando as variáveis explicativas não significativas. Análises de contraste foram feitas para verificar as diferenças entre os níveis dos tratamentos (Crawley 2012).

Para testar se a distância percorrida e a velocidade de caminhamento dos cupins (variáveis y) são influenciadas pela presença ou ausência de soldados (x), foram feitas Análises de Variância (ANOVA). Testes independentes foram feitos considerando-se diferentes tempos de exposição dos indivíduos nos grupos com e sem soldados: 30min, 2h30min e 4h30min.

Análise de regressão linear foi conduzida para testar se o número de arenas ocupadas simultaneamente pelos cupins (variável y) varia com a presença ou ausência de soldados (variável x_1), com o tempo de exposição (x_2) e a interação entre esses fatores ($x_1 * x_2$). Também foram feitas análises de regressão, independentemente, a fim de verificar como a ocupação simultânea dos grupos com e sem soldados (y), varia no tempo (x). Nesses casos, foram utilizados na análise os dados médios de ocupação obtidos para as repetições de cada colônia testada.

Para testar se o número de indivíduos recrutados (y) varia em função do tempo de exposição nas arenas (x), do indivíduo informante (x_1 : operário ou soldado) e da informação (x_2 : com ou sem recurso), os dados foram submetidos à análise de regressão. Esses dados também foram testados por meio de ANOVA, individualmente, para cada intervalo de tempo de avaliação.

3 RESULTADOS

Papel dos soldados no comportamento de caminhamento e na busca exploratória pelos operários

A distância percorrida e a velocidade de caminhamento dos indivíduos não foram influenciadas pela presença de soldados no grupo, em nenhum dos tempos analisados (Tabela 1).

Tabela 1. Variação da distância percorrida (cm) e da velocidade de caminhamento (cm/min) de indivíduos de *Nasutitermes corniger* em grupos com ou sem soldados, em diferentes intervalos de tempo após a inserção dos indivíduos nas arenas. * *n.s.*: indica efeito não significativo.

Variável	Fonte	g.l.	F	P		
<i>Distância percorrida (cm)</i>	<i>Presença/ausência de soldados</i>	30min	1; 8	0,51	0,82	<i>n.s.</i>
		2h 30min	1; 8	0,09	0,95	<i>n.s.</i>
		4h 30min	1; 8	0,38	0,55	<i>n.s.</i>
<i>Velocidade (cm/min)</i>		30min	1; 8	0,20	0,66	<i>n.s.</i>
		2h 30min	1; 8	0,01	0,90	<i>n.s.</i>
		4h 30min	1; 8	0,45	0,52	<i>n.s.</i>

De forma geral, o número médio de arenas ocupadas simultaneamente pelos cupins não foi influenciado isoladamente pelo tratamento (presença ou ausência de cupins) ($F_{1,20} = 0,83$, $P=0,37$) e nem pelo tempo de exposição ($F_{1,19} = 0,18$, $P=0,67$). Por outro lado, foi observada uma interação significativa entre tratamento e tempo sobre a ocupação simultânea das arenas ($F_{1,18} = 5,51$; $P=0,03$; Fig. 1).

Quando os cupins estavam em grupos com soldados, o número de fontes utilizadas simultaneamente diminuiu linearmente ao longo do tempo ($F_{1,9} = 10,31$; $P=0,01$). Já nos grupos de cupins sem soldados, a curva de ocupação apresentou uma tendência quadrática ($F_{1,8} = 7,32$; $P=0,02$; Fig. 1).

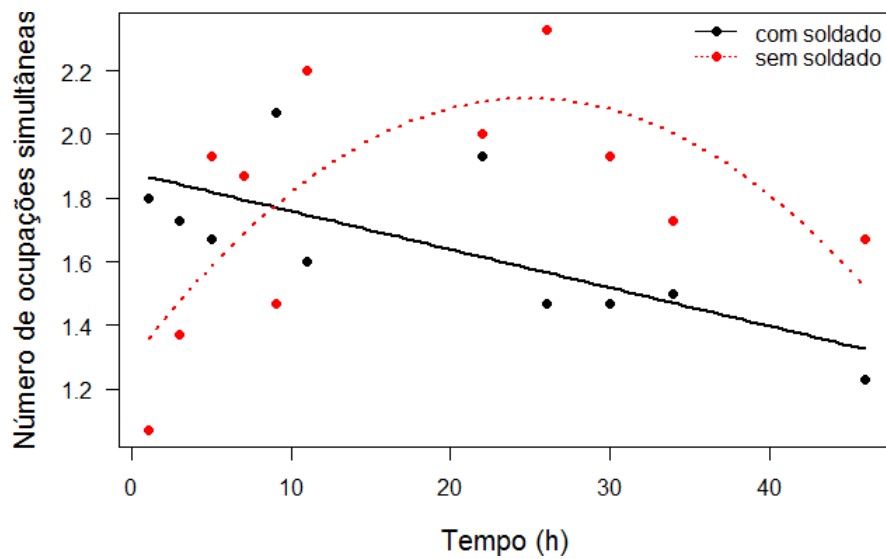


Fig. 1. Exploração simultânea de arenas ao longo do tempo, por grupos de indivíduos de *Nasutitermes corniger* com e sem a presença de soldado. (Com soldado: $y=1.879-0.012*x$; Sem soldado: $y=1.29+0.06*x-0.013*x^2$).

Papel dos soldados no recrutamento dos operários

Nos testes conduzidos nas arenas com experiência prévia, de forma geral, o número de indivíduos recrutados não variou ao longo do tempo (deviância = 2,54; g.l. = 1, 142; $P = 0,20$) e nem com o tipo de informante (deviância = 7,09; g.l. = 2, 140; $P = 0,11$) (Fig.2). No entanto, o número de indivíduos recrutados foi influenciado pela informação (deviância = 411,16; g.l. = 1, 139; $P < 0.001$), sendo observado maior recrutamento para as arenas com recurso do que para aquelas sem recurso (Fig. 2).

Por outro lado, considerando-se o recrutamento em cada tempo de avaliação isoladamente, foi observado inicialmente (tempo = 105 minutos) que não só a informação (com ou sem recurso) como também a presença ou ausência de informante teve efeito significativo sobre o recrutamento (Fig. 3). Os cupins preferiram ocupar as arenas com recursos do que aquelas que estavam sem recurso. Nas arenas sem informante a taxa de recrutamento foi maior do que naquelas contendo operário ou

soldado como informante, os quais não diferiram entre si sobre o efeito no recrutamento dos indivíduos (Fig. 3). No entanto, nos demais tempos de avaliação, apenas a informação (com ou sem recurso) interferiu na ocupação, seguindo a mesma tendência observada quando se considerou os tempos totais (Fig. 2).

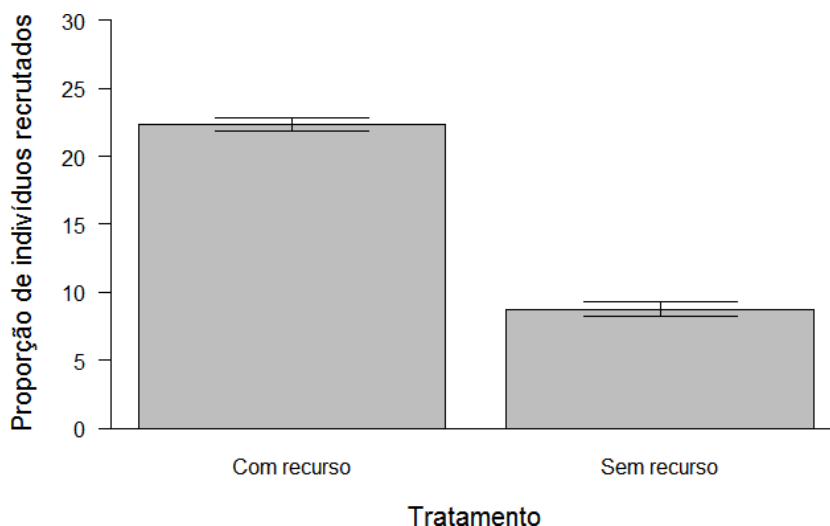


Fig. 2. Número de indivíduos de *Nasutitermes corniger* recrutados para arenas com e sem a presença de recursos.

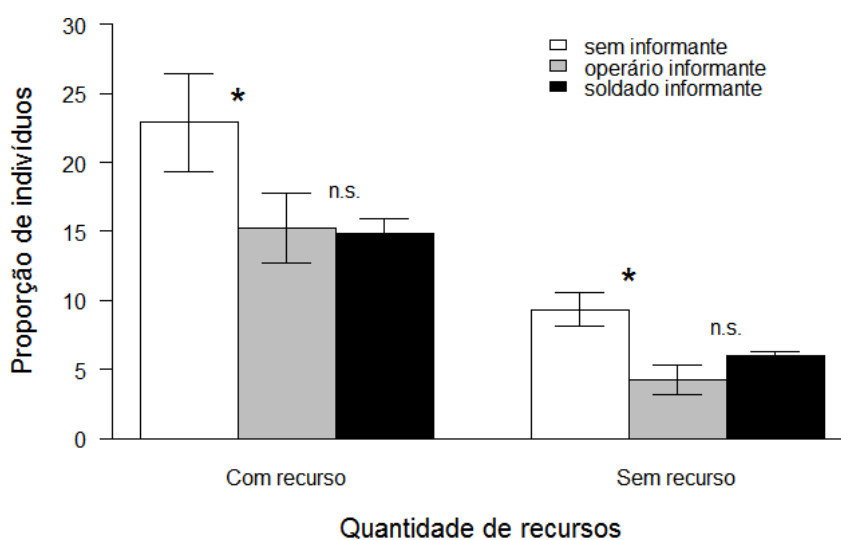


Fig. 3. Número de indivíduos de *Nasutitermes corniger* recrutados para arenas com e sem a presença de recursos, com ou sem informante (operário ou soldado), após 105 minutos de contato com o informante. n.s. = não significativo. * indica diferenças estatísticas entre os níveis do tratamento.

4 DISCUSSÃO

Nos cupins, as decisões de forrageio, assim como outras tarefas executadas pela colônia, são tomadas de forma coletiva através de um repertório de comportamentos simples executados pelos indivíduos das diferentes castas (Gordon 1996). Um alto investimento em soldados, casta dependente dos operários para alimentação, poderia comprometer a habilidade da colônia em obter alimento. Aqui verificamos que os soldados não aumentam a capacidade de caminhamento do grupo *per si*, porém parecem determinar uma mais rápida busca exploratória no espaço (Fig. 1). Uma vez tendo acesso à informação do recurso, o recrutamento pode ser realizado tanto por operários quanto soldados, igualmente (Fig. 3). Tal recrutamento resulta numa rápida seleção de fontes com mais recursos (Fig. 2).

Uma rápida exploração das áreas é fundamental para a redução dos riscos de forrageio (ex. exposição à predadores ou intempéries climáticas), além de permitir a seleção de fontes mais adequadas. Com o passar do tempo de forrageio, ambos os grupos (com ou sem soldados) reduziram o número de fontes utilizadas simultaneamente, o que pode ser um indicativo da decisão de forrageio, após a avaliação do habitat. Outros trabalhos já haviam indicado que os soldados participam do início do forrageio, realizando a escolta dos operários nas trilhas, durante a construção de galerias (Kaib 1985, Almeida *et al.* 2016) ou mesmo marcando trilhas com feromônios que servem tanto para a atração dos recrutados quanto para a repelência de competidores. A presença de soldados iniciando o forrageio já foi relatada tanto em forrageadores de *Rhinotermitidae* (forrageadores intermediários -

separação parcial entre ninho e alimento) como em Termitidae (forrageadores de sítio central) (Traniello 1981).

Aqui, a capacidade de transmissão de informações para as decisões de utilização de recursos pelos cupins foi evidente, uma vez que os indivíduos foram mais atraídos quando não tinham nenhuma informação prévia do que quando em contato com indivíduos previamente informados (Fig. 3). Muito provavelmente, os indivíduos informados podem ter influenciado na redução da taxa de recrutamento porque o recurso encontrado não era uma quantidade alta o suficiente para satisfazer as necessidades da colônia. Por outro lado, o grupo que não teve contato com indivíduos previamente informados, teve que fazer uma avaliação por conta própria, resultando em maior recrutamento inicialmente. Porém, com o passar do tempo, os grupos desinformados (com o sem contato com informante) tomaram suas decisões, deslocando-se para as fontes com maior quantidade de recursos (Fig. 2).

Uma vez tendo acesso à informação (recurso), tanto operários quanto soldados transmitiram a mensagem e recrutaram indivíduos de forma semelhante (Fig. 3), resultando na seleção de fontes com maior quantidade de alimento (Fig. 2). A capacidade dos cupins em selecionar sítios de forrageio já foi verificada em outros trabalhos, considerando-se a oferta de recursos (Arab & Costa-Leonardo 2005, Araújo *et al.* 2010), o risco de predação (Araújo *et al.* 2010) e a seleção de locais mais propícios para nidificação (Lima *et al.* 2006). Aqui verificamos que essa capacidade de discriminação de recursos ocorre mesmo quando os cupins estão em grupos de tamanho reduzido e sob acesso à pequena quantidade de recursos.

Concluindo, nossos resultados mostram que soldados de *N. corniger* são ativos durante a busca por recursos, sendo capazes de aumentar a exploração do espaço permitindo uma rápida avaliação do habitat, assim como realizam recrutamento

semelhante ao observado para operários. Esse estudo pode contribuir para o entendimento da evolução do forrageio em cupins e dos mecanismos envolvidos no uso do habitat.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro e ao Laboratório de Entomologia Agrícola pelo auxílio logístico.

6 REFERÊNCIAS

- ABE, T. Evolution of life types in termites. In S. Kawano, J. H. Connell, and T. Hidaka (Eds.) Evolution and coadaptation in biotic communities. p. 125–148, **University of Tokyo Press**, Tokyo, 1987.
- ALMEIDA, C. S., CRISTALDO, P. F., FLORENCIO, D. F., CRUZ, N. G., SANTOS, A. A., OLIVEIRA, A. P., SANTANA, A. S., RIBEIRO, E. J. M., LIMA, A. P. S., BACCI, L., ARAÚJO, A. P. A. Combined foraging strategies and soldier behaviour in *Nasutitermes aff. coxipoensis* (Blattodea: Termitoidea: Termitidae). **Behavioural Processes**. v.126, p. 76–81, 2016.
- ARAB, A., COSTA-LEONARDO, A. M. Effect of biotic and abiotic factors on the tunneling behavior of *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Behavioural Processes**. v.70, p. 32–40, 2005.
- ARAÚJO, F. S., ARAÚJO, A. P. A., SILVA JUNIOR, W. M., NETO, J. A. A. M., DESOUSA, O. Bottom-up effects on selection of trees by termites (Insecta: Isoptera). **Sociobiology**. v.55, p. 725–733, 2010.
- BANDEIRA, A. G., VASCONCELLOS, A. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in Northeastern Brazil (Isoptera). **Sociobiology**. v.39, p. 429–439, 2002.
- CASARIN, F. E., COSTA-LEONARDO, A. M., ARAB, A. Soldiers Initiate Foraging Activities in the Subterranean Termite, *Heterotermes tenuis*. **Journal of Insect Science**. v.8, p. 1–5, 2008.
- COSTA-LEONARDO, A. M. Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. 2002. Rio Claro.
- CRAWLEY, M. J. The R Book. John Wiley & Sons. 2012. Chichester, UK.
- CRISTALDO, P. F., JANDAK, V., KUTALOVA, K., RODRIGUES, V. B., BROTHANEK, M., JIRICEK, O., DESOUSA, O., SOBOTNIK, J. The nature of alarm communication in *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitoidea: Termitidae): the integration of chemical and vibroacoustic signals. **Biology Open**. v.4, p. 1649–1659, 2015.
- GORDON, D. M. The organization of workin social insect colonies. **Nature**. v.380, p. 121–124, 1996.
- HANDEGARD, N. O., BOSWELL, K. M., IOANNOU, C. C., LEBLANC, S. P., TJOSTHEIM, D. P., COUZIN, I. D. The dynamics of coordinated group hunting and collective information transfer among schooling prey. **Current Biology**. v.22, p. 1213–1217, 2012.
- KAIB, M. Defese strategies of termites: A review exemplified by *Shedorhinotermes lamanianus*. **Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie**. v.4, p. 302–306, 1985.
- KRAUSE, J., RUXTON, G. D., KRAUSE, S. Swarm intelligence in animals and humans.

Trends in Ecology and Evolution. v.25, p. 28–34, 2010.

- LEGENDRE, F., WHITING, M. F., BORDEREAU, C., CANCELLO, E. M., EVANS, T. A., GRANDCOLAS, P. **Molecular Phylogenetics and Evolution.** The phylogeny of termites (Dictyoptera: Isoptera) based on mitochondrial and nuclear markers: Implications for the evolution of the worker and pseudergate castes , and foraging behaviors. v.48, n.2. p. 615–627, 2008.
- LIMA, M. M., GONÇALVES, T. T., DESOUZA, O., REIS, R. Nesting site selection by *Coptotermes gestroi* (Insecta: Isoptera). **Sociobiology.** v.48, p. 681–688, 2006.
- PIDWIRNY, M. 2011. Köppen Climate Classification System.
- PRESTWICH, G. D. Defense Mechanisms of Termites. **Annual Review of Entomology.** v.29, p. 201–232, 1984.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. The R foundation for statistical computing. Vienna, Austria.
- REINHARD, J., KAIB, M. Trail communication during foraging and recruitment in the subterranean termite *Reticulitermes santonensis* de Feytaud (Isoptera , Rhinotermitidae). **Journal of Behavior.** v.14, 2001.
- SASAKI, T., PRATT, S. C. Groups have a larger cognitive capacity than individuals. **Current Biology.** v.22, n.19, 2012.
- 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.** v.78, p. 1976–1979, 1981.
- TRANIELLO, J. F. A., BUSHER, C. Chemical Regulation of Polyethism during foraging in the Neotropical termite *Nasutitermes costalis*. **Journal Chemical Ecology.** v.3, p. 319–332, 1985.
- TRANIELLO, J. F. A., LEUTHOLD, R. H. Behavior and Ecology of Foraging in Termites. **In Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.** p. 141–168, 2000.