



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MARIA LUÍSA SIQUEIRA SANTOS ROCHA**

**A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DOS NINHOS DE *CONSTRACTOTERMES  
CYPHERGASTER* SOBRE TERMITÓFILOS LIMULOIDES E FISOGÁSTRICOS  
(STAPHYLINIDAE, ALEOCHARINAE)**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2024**

**MARIA LUÍSA SIQUEIRA SANTOS ROCHA**

**A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DOS NINHOS DE *CONSTRICOTERMES*  
*CYPHERGASTER* SOBRE TERMITÓFILOS LIMULOIDES E FISOGÁSTRICOS  
(STAPHYLINIDAE, ALEOCHARINAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de **Licenciada em Ciências Biológicas**.

Área de concentração: Ecologia

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Avany Bezerra Gusmão.

**Coorientador:** Me. Igor Eloi Moreira.

**CAMPINA GRANDE - PB  
2024**

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

R672i Rocha, Maria Luisa Siqueira Santos.

A influência do tamanho dos ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* sobre Termitófilos limuloides e fisogástricos ( *Staphylinidae*, *Aleocharinae*) [manuscrito] / Maria Luisa Siqueira Santos Rocha. - 2024.

20 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

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

1. Corotoca. 2. Termitocola. 3. Volume dos ninhos. 4. Cupim. I. Título

21. ed. CDD 570

**MARIA LUÍSA SIQUEIRA SANTOS ROCHA**

A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DOS NINHOS DE *CONSTRICOTERMES*  
*CYPHERGASTER* SOBRE TERMITÓFILOS LIMULOIDES E FISOGÁSTRICOS  
(STAPHYLINIDAE, ALEOCHARINAE)

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Biológicas da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à obtenção  
do título de **Licenciada em Ciências  
Biológicas**.

Área de concentração: Ecologia.

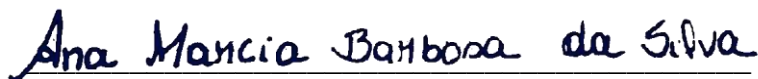
Aprovada em: 27 / 06 / 2024.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Ana Márcia Barbosa da Silva  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Me. Carlos Moreno Pires Silva  
Universidade de São Paulo (USP)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a mamãe e papai pelo apoio e incentivo ao longo desses 20 anos de escola, aos meus irmãozinhos, Henrique e Clara, e à Taell Maria (minha gatinha), pelo simples fato de existirem. Inexplicavelmente, amo muito vocês.

Também quero agradecer a minha amiga Ludmyla, a “irmã biológica” que me deu a graduação. Do início ao fim ficamos juntas e, sem você, metade disso não seria possível. Te amo muito.

Agradeço a minha pequena turma: Letícia, Bernardo e Caio, pela nossa linda parceria e amizade; à Sabrina, por acolher todos os meus medos; e aos meus colegas de laboratório como um todo, especialmente aquele que tem todo o meu coração, o mestre Edison, e os grandes amigos Matheus, Italo e Bruno, que sempre me ajudam e me ensinam algo novo.

Obrigada a todos os professores que passaram pela minha vida e me inspiraram. Obrigada professora Avany, pela oportunidade de conhecer e vivenciar a ciência, por me deixar fazer parte do Laboratório de Ecologia de Térmitas e por me apresentar um novo amor: os cupins!

Por fim, mas não menos importante, minha eterna gratidão ao meu coorientador Igor Eloi, por toda sua enorme paciência ao longo desses 2 anos e por ter me dado as condições necessárias para dar os primeiros passos na academia.

## RESUMO

Os ninhos de cupins desempenham funções específicas, como fornecer abrigo e proteção contra o ambiente externo, o que os torna atrativos para uma variedade de organismos que se associam aos construtores, destacando-se aqueles que se especializaram em coabitar obrigatoriamente essas estruturas, como é o caso dos besouros termitófilos. Embora esses macrossimbiontes sejam frequentemente encontrados, suas populações intranidais variam, e tendo os ninhos como habitat, o tamanho dessas construções pode ser um fator determinante para a comunidade termitófila. Nesse contexto, este estudo investiga a relação entre o volume dos ninhos de cupim e a abundância dos termitófilos, focando nos grupos de besouros limuloides e fisogástricos. As hipóteses são de que a abundância dos termitófilos se relaciona positivamente ao volume das construções do seu hospedeiro e que as diferentes morfologias dos besouros também interagem com sua abundância populacional. O estudo foi conduzido na Mata de Dedé de Paulinho, na Paraíba, Brasil, tendo como modelo de estudo o cupim hospedeiro *Constrictotermes cyphergaster* e os estafilinídeos termitófilos *Corotoca fontesi* e *Termitocola silvestrii*. Entre os anos de 2020 e 2023, foram coletados 37 ninhos, cujos volumes e populações termitófilas foram analisados. Os resultados sugerem uma perspectiva completamente nova, em que a relação entre área e abundância de termitófilos pode depender da morfologia do coabitante, sendo assim fortemente influenciada pelos atributos biológicos do ocupante. Além disso, observamos que os besouros registrados ocupam nichos distintos no ambiente intranidal, refletindo o nível de integração a colônia hospedeira. Tais *insights* contribuem para o entendimento dos fatores que influenciam as populações de coabitantes obrigatórios de ninhos de cupim e destacam a relevância das interações desenvolvidas pelos organismos na relação hospedeiro e simbiote.

**Palavras-Chave:** *Corotoca*; *Termitocola*; volume dos ninhos; cupim.

## ABSTRACT

Termite nests have specific functions, such as providing shelter and protection from the external environment, which makes them attractive to a variety of organisms that associate with the builders, especially those that have specialized in obligately cohabiting these structures, such as termitophilic beetles. Although these macrosymbionts are frequently found, their intranidal populations vary, and with nests as habitat, the size of these constructions can be a determining factor for the termitophilic community. In this context, this study investigates the relationship between the volume of termite nests and the abundance of termitophiles, focusing on the groups of limuloid and physogastric beetles. The hypotheses are that the abundance of termitophiles is positively related to the volume of their host's constructions and that the different morphologies of the beetles also interact with their population abundance. The study was conducted in Mata de Dedé de Paulinho, Paraíba, Brazil, using the host termite *Constrictotermes cyphergaster* and the termitophilic staphylinids *Corotoca fontesi* and *Termitocola silvestrii* as study models. Between 2020 and 2023, 37 nests were collected, and their volumes and termitophile populations were analyzed. The results suggest a completely new perspective, in which the relationship between area and termitophile abundance may depend on the morphology of the cohabitant, thus being strongly influenced by the biological attributes of the occupant. In addition, we observed that the recorded beetles occupy distinct niches in the internal environment, reflecting the level of integration with the host colony. Such insights contribute to the understanding of the factors that influence the populations of obligate cohabitants of termite nests and highlight the relevance of the interactions developed by the organisms in the host-symbiont relationship.

**Keywords:** *Corotoca*; *Termitocola*; nest volume; termite.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Área de Estudo.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Organismos Modelo.....</b>	<b>9</b>
2.2.1	Cupim Hospedeiro.....	9
2.2.2	Termitófilos.....	9
<b>2.3</b>	<b>Coleta de Dados .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>Análises Estatísticas.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>16</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>17</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As térmitas (Blattodea: Isoptera), ou cupins, como são mais conhecidos, são insetos eussociais que vivem de forma altamente organizada. Esses insetos desempenham papéis ecológicos fundamentais, como alterações nas propriedades físico-químicas do solo (Bignell, 2006), atuação indireta na sobrevivência de plantas (Ashton *et al.*, 2019), além de abrigarem em suas construções uma série de organismos associados (Marins *et al.*, 2016). Essas funções ecossistêmicas são o resultado direto da atividade integrada das colônias.

Segundo Eggleton (2011), uma colônia de cupins é um superorganismo constituído por duas partes funcionais: uma animada e outra inanimada. A parte animada é composta pelos indivíduos da colônia, que apresentam divisão de trabalho marcada por castas polifênicas, geralmente reprodutores, ninfas, soldados e operários. A parte inanimada, chamada de ninho ou termiteiro, é toda a estrutura construída pelos operários, aumentando de tamanho conforme a colônia cresce (Noirot, Darlington, 2000).

O ninho, assim como cada casta, possui funções específicas, fornecendo abrigo (Marins *et al.*, 2016) e proteção contra o ambiente externo (Monteiro *et al.*, 2017; Viana-Junior *et al.*, 2021), além de manter um microclima adequado (Noirot, Darlington, 2000). Seus atributos atraem uma variedade de organismos que vivem associados aos cupins (Grassé, 1986), incluindo diversos artrópodes que evoluíram independentemente para se integrar aos ninhos de insetos sociais e explorarem recursos (Kistner, 1979), como espaço e alimento. Entre esses coabitantes, destacam-se os besouros estafilínídeos da subfamília Aleocharinae, seja pela frequência de encontros (Kistner, 1982) ou pela antiga relação evolutiva com os cupins (Kanao, Eldredge, Maruyama, 2016; Yamamoto, Maruyama, Parker, 2016; Cai *et al.*, 2017; Zilberman, Yin, Cai, 2022).

Muitos desses besouros estabelecem uma relação obrigatória com a colônia hospedeira em pelo menos um estágio da vida, sendo, portanto, conhecidos como termitófilos (Kistner, 1969). Esses macrossimbiontes apresentam adaptações morfológicas peculiares (Kistner, 1979), reflexo dos seu nível de integração e estratégia de vida empregada, e com base nelas podem ser divididos em dois grupos principais (Kistner, 1979). O grupo limuloide, com formato de gota, apresenta uma morfologia composta por uma série de características defensivas, indicando interação

antagônica com o hospedeiro (Cristaldo *et al.*, 2012; Parker *et al.*, 2018) e adaptação ao ninho em si, sendo portanto classificado como não integrado (Kistner, 1979); enquanto o grupo fisogástrico, que é caracterizado pelo alargamento abdominal, mostra uma morfologia especializada (Seevers, 1957; Jacobson, Kistner, Pasteels, 1986) capaz de realizar interações positivas e integrar-se à vida social do seu hospedeiro (Kistner, 1979).

Esses termitófilos habitam ninhos de cupins, apesar de possivelmente não ocuparem o mesmo nicho. Estudos anteriores sugerem que espécies eussociais de cupins com grande colônias, ou seja, com grande ninhos, apresentam maior probabilidade de abrigar esses coabitantes (Wilson, 1971; Kistner, 1979; Päivinen *et al.*, 2003). Assim, verifica-se forma semelhante à relação espécie-área, já que colônias maiores representam mais recursos e potenciais nichos para os termitófilos ocuparem (Mizumoto, Bourguignon, Kanao, 2022). No entanto, embora sejam frequentemente encontrados, as populações intranidais desses besouros variam em tamanho (Eloi, Ribeiro, Bezerra-Gusmão, 2023), e certos fatores que governam tais populações ainda permanecem desconhecidos.

Uma vez que ninhos maiores abrigam maiores colônias construtoras (Noirot, Darlington, 2000; Vasconcellos *et al.*, 2007; Pequeno *et al.*, 2013), neste estudo buscamos averiguar se a abundância das populações termitófilas também se relaciona com os volumes das construções hospedeiras. Como ninhos maiores apresentam de forma acentuada mais espaço, recurso e estabilidade (Päivinen *et al.*, 2003), aliados a uma menor taxa de patrulhamento (DeSouza *et al.*, 2016), esperamos que: I) ninhos maiores abriguem populações termitófilas mais abundantes; e II) refletindo o nível de integração a colônia hospedeira, termitófilos com morfologias distintas, sejam impactados de forma distinta pelo tamanho da construção. Para tal, utilizamos como modelo de estudo o cupim hospedeiro *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1901), que abriga em seus ninhos tanto besouros fisogástricos (e.g. *Corotoca* spp (Schjødt, 1853)), quanto limuloides (e.g. *Termitocola silvestrii* (Wasmann, 1902)).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

Trinta e sete ninhos de *C. cyphergaster*, habitados por termitófilos, foram coletados em uma área privada, a Mata de Dedé de Paulinho, localizada no município de Itatuba (7° 22' S, 35° 37' O), estado da Paraíba, NE do Brasil. A referida área é uma propriedade privada que abrange 109 ha. Segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo As - savana tropical com verões secos (Kottek *et al.*, 2006). A média anual de precipitação e temperatura marcam 800 mm e 26° C, respectivamente (Camargo-Schubert, 2017). Residentes locais ao redor da mata informam que, nos dias atuais, esta área permanece majoritariamente isenta de ações antrópicas há mais de 30 anos.

### 2.2 Organismos Modelo

#### 2.2.1 Cupim hospedeiro

O hospedeiro *C. cyphergaster* é um cupim Neotropical encontrado no Brasil, Paraguai, Bolívia e parte da Argentina (Constantino, 2020). No ambiente da Caatinga é a principal espécie construtora de ninhos conspícuos (Mélo, Bandeira, 2004). Suas colônias, quando recém-fundadas, possuem ninhos hipógeos. Posteriormente, a população se desloca para suas construções definitivas, geralmente arborícolas (Vasconcellos *et al.*, 2007), as quais crescem de acordo com o tamanho populacional da colônia (Vasconcellos *et al.*, 2007) e apresentam policalismo (Bezerra-Gusmão *et al.*, 2009) - uma única colônia disposta em dois ou mais ninhos (Noirot, Darlington, 2000).

#### 2.2.2 Termitófilos

Nos ninhos de *C. cyphergaster* existe uma variedade de organismos associados, incluindo outras espécies de cupins obrigatórios (Mathews, 1977) e facultativos (Costa, Marins, DeSouza, 2019), bem como estafilinídeos termitófilos da subfamília Aleocharinae. Os besouros fisogástricos da tribo Corotocini pertencem ao gênero *Corotoca* Schiødte, 1853 e *Spirachtha* Schiødte, 1853, e os limuloides da tribo Termitonannini, gênero *Termitocola* Seevers, 1937. Na localidade do estudo, são encontrados dois termitófilos nos ninhos de *C. cyphergaster*: *Corotoca fontesi* Zilberman, 2018 e *Termitocola silvestrii* Seevers, 1937.

### 2.3 Coleta de Dados

Para verificar a relação entre o tamanho das colônias e abundância dos seus termitófilos associados, nos anos de 2020 a 2023, selecionamos de forma arbitrária 37 ninhos arbóreos. A inclusão de ninhos na amostra foi guiada através de uma convenção que leva em consideração os seguintes critérios:

- Ninhos que apresentavam entre si espaço linear mínimo de 30m (Bezerra-Gusmão *et al.*, 2009), a fim de garantir a independência das amostras, evitando colônias policálicas.
- Ninhos com volume superior a 2,2L, para aumentar a probabilidade da presença dos besouros nas construções (Cristaldo *et al.*, 2012).

O volume das construções foi mensurado pelo princípio de Cavalieri. Nesse modelo, a estrutura é decomposta em formas geométricas conhecidas (cilindros e calotas esféricas), e seus volumes são individualmente estimados e subsequentemente somados. Todos os ninhos coletados foram devidamente codificados, medidos em relação ao volume e transportados para posterior dissecação no Laboratório de Ecologia de Térmitas (LET) da Universidade Estadual da Paraíba.

Durante o processo de dissecação, utilizamos bandejas brancas sob luz intensa. Todos os indivíduos de interesse foram coletados com pincéis e armazenados em frascos contendo Etanol 70%. Após a triagem, os espécimes foram contados e identificados a nível específico através da chave dicotômica para espécies do gênero *Corotoca* (Zilberman, 2020), e a chave dicotômica para espécies do gênero *Termitocola* (Seevers, 1957). A identidade dos besouros foi confirmada através de comparações com amostras referências (previamente identificadas), contidas na coleção entomológica do LET, onde foram depositados como amostras testemunhas.

### 2.4 Análises Estatísticas

Para testar o efeito do volume dos ninhos na abundância dos termitófilos, empregamos um GLM com distribuição de erro binomial negativa, modelando a abundância em função do volume das construções e da identidade dos besouros (gênero). A adequação do modelo foi averiguada a partir de inspeção residual. Em seguida, testamos o modelo a partir da aplicação de uma Análise de Deviância tipo III (ANODEV). Todas as análises assumiram um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ) utilizando o programa estatístico R versão 4.1 (R Core Team, 2021).

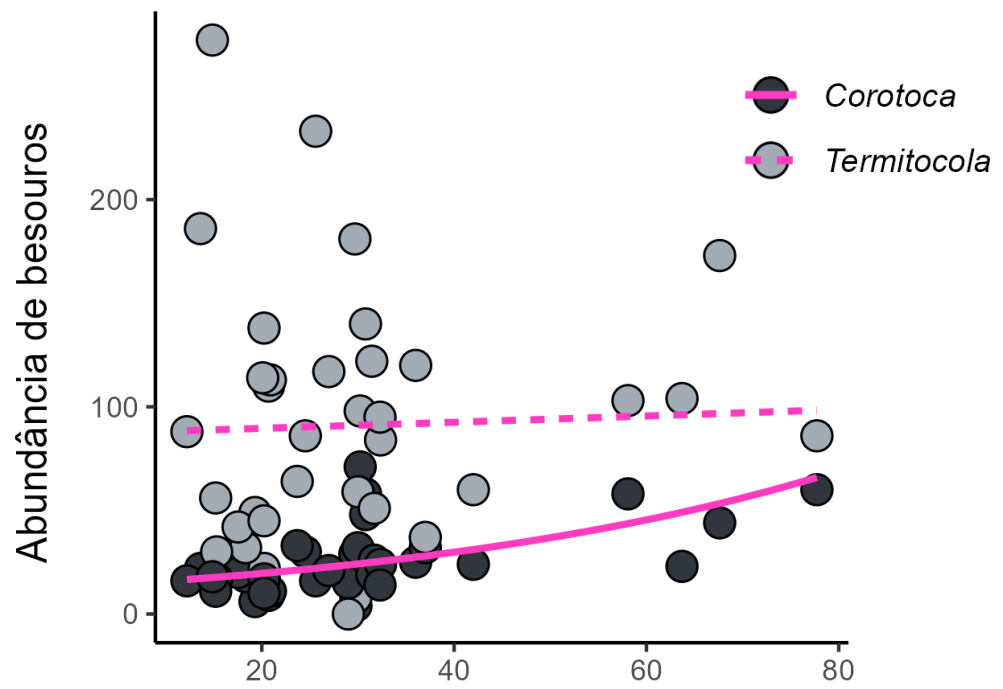
### 3 RESULTADOS

Coabitando com os cupins *C. cyphergaster*, foram coletados 4.306 besouros termitófilos, provenientes dos 37 ninhos inspecionados. A abundância média da população foi de 58 indivíduos por construção ( $\pm 55,86$  desvio padrão). Os termiteiros possuíam volume entre 12 L e 77 L (média = 29,75 L  $\pm 14,96$ ), e exceto por um ninho, todos continham estafilinídeos fisogástricos e limuloides, respectivamente das espécies *Corotoca fontesi* (onde o mínimo de besouros por ninho 4 e máximo 60) e *Termitocola silvestrii* (com mínimo de 0 e máximo de 277).

Dentre os termitófilos coletados, 937 foram identificados como espécimes de *C. fontesi* (média = 25  $\pm 15,94$ ), enquanto 3.369 como espécimes de *T. silvestrii* (média = 91  $\pm 62,07$ ). Assim, a abundância média da população dos limuloides foi aproximadamente 4 vezes maior que a dos fisogástricos.

Como preditores significativos da abundância populacional, foram identificados dois fatores: o volume do ninho ( $\chi^2 = 8,86$ ; P = 0,002) e a morfologia (gênero) do besouro ( $\chi^2 = 32,13$ ; P < 0,001), sendo este último particularmente preponderante. Adicionalmente, a depender do termitófilo, o efeito do volume do ninho sobre a abundância varia (termo de interação:  $\chi^2 = 3,793$ ; P = 0,051); havendo, portanto, uma tendência de que a abundância dos besouros desenvolva-se de maneira distinta de acordo com o tamanho do ninho hospedeiro. No caso dos besouros fisogástricos, observou-se uma relação positiva entre o volume e a abundância, o que contrasta com os besouros *Termitocola*, que apresentam estabilidade da sua abundância ao longo do gradiente volumétrico (Fig. 1).

**Figura 1** - Abundância de besouros termitófilos (Staphylinidae: Aleocharinae) em ninhos localizados em diferentes volumes.



**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2024.

## 4 DISCUSSÃO

Neste estudo, investigamos como a relação entre área e abundância pode depender da morfologia e do nível de integração do coabitante, buscando auxiliar de forma mais ampla no entendimento dos fatores que moldam os tamanhos das populações de macrossimbiontes. Nossos resultados revelam que as populações dos besouros termitófilos, *C. fontesi* e *T. silvestrii*, são distintamente influenciadas pelo tamanho das construções de seu hospedeiro, *C. cyphergaster*, e apresentam abundâncias discrepantes.

Para compreender melhor esses fatores, é fundamental reconhecer a intrínseca ligação entre a ocorrência de termitófilos e o tamanho da colônia hospedeira (Wilson, 1971; Kistner, 1979; Päivinen *et al.*, 2003; Cristaldo *et al.*, 2012). Dado que ninhos maiores abrigam populações construtoras maiores (Vasconcellos *et al.*, 2007; Pequeno *et al.*, 2013), é possível inferir que o crescimento dessas estruturas é um indicativo do aumento de recursos e nichos capazes de sustentar uma variedade de termitófilos (Mizumoto, Bourguignon, Kanao, 2022).

No entanto, como o tamanho do hospedeiro é crucial apenas se sua energia total limitar a densidade do parasita (Arneberg *et al.*, 1998), a relação espécie-área é apenas uma parte do que determina essa dinâmica. Do ponto de vista multilevel (Keller, 1999), espera-se que essa dinâmica possa ser extrapolada para o tamanho populacional do hospedeiro e seu coabitante, e nesse modelo, deve-se também incluir os atributos biológicos das espécies envolvidas e as interações que elas desempenham (e.g. tolerância da espécie hospedeira, capacidade do coabitante de resistir a agressões e minimizar seus custos, etc). Assim, a ocupação do espaço intranidal é influenciada por uma série de fatores abióticos e bióticos (DeSouza *et al.*, 2016; Marins *et al.*, 2016; Monteiro *et al.*, 2017; Viana-Junior *et al.*, 2021).

Desta forma, características como o nível de integração à colônia podem influenciar diretamente a comunidade termitófila. Em nosso estudo, observamos correlação positiva entre a abundância de besouros e o tamanho das construções somente no caso do termitófilo fisogástrico. Sua morfologia mostra-se bem adaptada à vida social da colônia (Kistner, 1979), realizando contatos íntimos com seu hospedeiro (Pisno *et al.*, 2019). Nossos achados contradizem aqueles encontrados por Pires-Silva e colaboradores (2021), onde foi observado que grandes volumes de ninhos não estão associados a maiores populações de termitófilos Corotocini. Entretanto, como o trabalho anterior não controlou o tamanho do hospedeiro em

relação à sua densidade populacional e essas variáveis quando juntas são fortemente correlacionadas negativamente (Arneberg et al., 1998), acreditamos que os efeitos se anularam e por isso não foram encontrados.

Também verificamos que, embora evidências indiquem que ambos os besouros são igualmente capazes de explorar a colônia em baixas densidades populacionais (considerando a relação linear entre tamanho populacional e volume do ninho (Vasconcellos *et al.*, 2007)) (Cristaldo *et al.*, 2012), esses grupos possuem tamanhos populacionais substancialmente diferentes, como demonstrado pela discrepância entre as suas abundâncias médias (*C. fontesi* =  $25 \pm 15,94$ ; *T. silvestrii* =  $91 \pm 62,07$ ). Assim, a abundância local dos *Corotoca* está limitada pelo tamanho de sua colônia hospedeira, enquanto os *Termitocola* exibem uma ocupação que independe dela.

Essas respostas divergentes podem ser atribuídas à variedade de estratégias empregadas por esses macrossimbiontes. Os besouros *Corotoca* são altamente especializados (Seevers, 1957; Jacobson, Kistner, Pasteels, 1986), exibindo características distintivas, como baixa taxa reprodutiva (Pisno *et al.*, 2019) ligada ao desenvolvimento assíncrono dos embriões (Zilberman *et al.*, 2019) e dispersão passiva durante sua fase larval (Oliveira *et al.*, 2018), além de estarem sujeitos aos recursos fornecidos pelo hospedeiro (Eloi, Ribeiro, Bezerra-Gusmão, 2023) quando realizam trofalaxia. A combinação desses fatores os torna diretamente dependentes do tamanho colonial do hospedeiro e pode restringir o acúmulo de indivíduos fisogástricos, explicando as diferenças notáveis entre as populações termófilas, pois o mesmo ainda não fora registrado para *Termitocola*. Enquanto limuloides, é esperado que esses aleocaríneos evitem contatos com membros da colônia, indicando autonomia em relação a ela (Kistner, 1979; Cristaldo *et al.*, 2012; Kanao, Eldredge, Maruyama, 2016; Cai *et al.*, 2017).

Ademais, independentemente do conjunto de estratégias dessa comunidade ou da sua frequência de encontros, é evidente que uma média de 58 besouros por construção é um valor muito pequeno quando comparado ao tamanho populacional do hospedeiro. Em geral, termitófilos exibem uma baixa abundância (Kistner, 1979), algo que pode estar relacionado ao acúmulo de parasitas de baixo custo associados



a sociedades de vida longa<sup>1</sup>, como as de cupins e formigas (Hughes, Pierce, Boomsma, 2008).

---

<sup>1</sup> Sociedades de vida longa, nesse contexto, refere-se à espécies de cupins que não possuem o tempo de vida limitado pela estrutura que nidificam e consomem, como acontece em cupins da família Kalotermitidae (Korb, 2008).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que a relação entre a área e a abundância de termitófilos tem forte influência dos atributos biológicos do coabitante em casos específicos. Essa descoberta fornece novos *insights* para a compreensão da ecologia das interações macrosimbióticas obrigatórias. Embora o volume das construções influencie a abundância dos termitófilos, as interações desenvolvidas com a colônia possivelmente desempenham um papel mais importante na relação com o hospedeiro e na consequente coabitação. Presume-se, assim, que os termitófilos limuloides e fisogástricos ocupam nichos distintos no ambiente intranidal, pois as populações de *C. fontesi* parecem acompanhar o aumento dos ninhos do seu hospedeiro, enquanto os besouros *T. silvestrii* apresentam ocupação independente e não estão limitados pelo tamanho da colônia de cupins.

Por fim, é possível que as adaptações ao ninho como um nicho especial, como no caso da linhagem limuloide, tenham promovido populações termitófilas mais abundantes. Uma vez que esses organismos não dependem estritamente do tamanho da sua colônia hospedeira, podem estar no ninho por outros motivos, como, por exemplo, buscando espaço e proteção. Estudos futuros devem explorar como a densidade populacional do hospedeiro interage com a comunidade termitófila, visto que a densidade do hospedeiro está mais fortemente associada à abundância de parasitas do que o seu tamanho (Arneberg *et al.*, 1998). Além disso, Kistner (1979) já relatou haver uma tendência geral para ocorrência de mais termitófilos em locais com maior densidade de ninhos de cupins da mesma espécie.

## REFERÊNCIAS

- ARNEBERG, P. *et al.* Host densities as determinants of abundance in parasite communities. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 265, n. 1403, p. 1283–1289, 22 jul. 1998.
- ASHTON, L. A. *et al.* Termites Mitigate the Effects of Drought in Tropical Rainforest. **Science**, v. 363, n. 6423, p. 174–177, jan. 2019.
- BEZERRA-GUSMÃO, M. A. *et al.* Polycalic Nest Systems and Levels of Aggression of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) in the Semi-Arid Region of Brazil. **Sociobiology**, v. 53, n. 1, p. 101–111, 2009.
- BIGNELL, D. Termites as Soil Engineers and Soil Processors. Em: KÖNIG, H.; VARMA, A. (Eds.). **Intestinal Microorganisms of Termites and Other Invertebrates**. Berlin: Springer, 2006. p. 183–220.
- CAI, C. *et al.* Early Evolution of Specialized Termitophily in Cretaceous Rove Beetles. **Current Biology**, v. 27, n. 8, p. 1229–1235, 2017.
- CAMARGO-SCHUBERT. **Atlas Eólico: Paraíba**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2017.
- CONSTANTINO, R. **Termite Database**. Brasília University of Brasilia, 2020. Disponível em: <<http://termitologia.net>>. Acesso em: 25 maio. 2024.
- COSTA, D.; MARINS, A.; DESOUZA, O. **Unexpected termite inquilines in nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1901) (Blattodea: Isoptera)**. bioRxiv, , 7 abr. 2019. Disponível em: <<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/600528v1>>. Acesso em: 9 jun. 2024.
- CRISTALDO, P. F. *et al.* Termitarium volume as a determinant of invasion by obligatory termitophiles and inquilines in the nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae). **Insectes Sociaux**, v. 59, n. 4, p. 541-548, 2012.
- DESOUZA, O. *et al.* Allometric Scaling of Patrolling Rate and Nest Volume in *Constrictotermes cyphergaster* Termites: Hints on the Settlement of Inquilines. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0147594, 2016.
- EGGLETON, P. An Introduction to Termites: Biology, Taxonomy and Functional Morphology. Em: BIGNELL, D. E.; ROISIN, Y.; LO, N. (Eds.). **Biology of Termites: A Modern Synthesis**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. p. 1–26.
- ELOI, I.; RIBEIRO, K. G.; BEZERRA-GUSMÃO, M. A. How host diet impact the life of termitophiles: insights from the *Corotoca–Constrictotermes cyphergaster* relationship. **Insectes Sociaux**, v. 70, n. 3, p. 317–325, 1 set. 2023.
- GRASSÉ, P.-P. **Termitologia Tome 3 : Comportement, socialité, écologie, évolution, systématique**. Paris: Elsevier Masson, 1986.

HUGHES, D. P.; PIERCE, N. E.; BOOMSMA, J. J. Social Insect Symbionts: Evolution in Homeostatic Fortresses. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 12, p. 672–677, 2008.

JACOBSON, H.; KISTNER, D.; PASTEELS, J. M. Generic Revision, Phylogenetic Classification, and Phylogeny of the Termitophilous Tribe Corotocini (Coleoptera: Staphylinidae). **Sociobiology**, v. 12, n. 1, p. 1–239, 1986.

KANAO, T.; ELDREDGE, K.; MARUYAMA, M. A Defensive Body Plan Was Pre-Adaptive for Termitophily in the Rove Beetle Tribe Termitohospitini (Staphylinidae: Aleocharinae). **bioRxiv**, p. 083881, 2016.

KELLER, L. **Levels of Selection in Evolution**. [s.l.] Princeton University Press, 1999.

KISTNER, D. H. 17 - The Biology of Termitophiles. Em: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (Eds.). **Biology of Termites**. [s.l.] Academic Press, 1969. p. 525–557.

KISTNER, D. H. Social and Evolutionary Significance of Social Insect Symbionts. Em: HERMANN, H. R. (Ed.). **Social Insects**. New York: Academic Press, 1979. v. 1p. 339–413.

KISTNER, D. H. The Social Insects' Bestiary. Em: HERMANN, H. R. (Ed.). **Social Insects**. London: Academic Press, 1982. v. 3p. 1–244.

KORB, J. The Ecology of Social Evolution in Termites. Em: KORB, J.; HEINZE, J. (Eds.). **Ecology of Social Evolution**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 151–174.

KOTTEK, M. *et al.* World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

MARINS, A. *et al.* Termite cohabitation: the relative effect of biotic and abiotic factors on mound biodiversity. **Ecological Entomology**, v. 41, n. 5, p. 532–541, 2016.

MATHEWS, A. G. **Studies on Termites from Mato Grosso State, Brazil**. Rio de Janeiro, Brasil.: Academia Brasileira de Ciências., 1977.

MÉLO, A. C. S.; BANDEIRA, A. G. A qualitative and quantitative survey of termites (Isoptera) in an open Shrubby Caatinga in Northeast Brazil. **Sociobiology**, v. 44, p. 707–716, 1 jan. 2004.

MIZUMOTO, N.; BOURGUIGNON, T.; KANAO, T. Termite Nest Evolution Fostered Social Parasitism by Termitophilous Rove Beetles. **Evolution**, v. 76, n. 5, p. 1064–1072, 2022.

MONTEIRO, I. *et al.* Disturbance-modulated symbioses in termitophily. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 24, p. 10829–10838, 2017.

NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P. E. C. Termite Nests: Architecture, Regulation and

Defence. Em: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (Eds.). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 121–139.

OLIVEIRA, M. H. DE *et al.* “The road to reproduction”: foraging trails of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae: Nasutitermitinae) as maternities for Staphylinidae beetles. **Sociobiology**, v. 65, n. 3, p. 531–533, 2 out. 2018.

PÄIVINEN, J. *et al.* Species richness and regional distribution of myrmecophilous beetles. **Oecologia**, v. 134, n. 4, p. 587–595, 1 mar. 2003.

PARKER, J. *et al.* Hox-Logic of Body Plan Innovations for Social Symbiosis in Rove Beetles. **bioRxiv**, 2018.

PEQUENO, P. A. L. *et al.* The Scaling of Colony Size with Nest Volume in Termites: A Role in Population Dynamics? **Ecological Entomology**, v. 38, n. 5, p. 515–521, 2013.

PIRES-SILVA, C. M. *et al.* Nest volume and distance between nests do not affect population size or species richness of the termitophilous Corotocini fauna. **Annales Zoologici Fennici**, v. 59, n. 1, p. 61-70, 12 nov. 2021.

PISNO, R. M. *et al.* Termitariophily: Expanding the Concept of Termitophily in a Physogastric Rove Beetle (Coleoptera: Staphylinidae). **Ecol. Entomol.**, v. 44, n. 3, p. 305–314, 2019.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

SEEVERS, C. H. A Monograph on The Termitophilous Staphylinidae (Coleoptera). **Fieldiana: Zoology**, v. 40, p. 1–334, 1957.

VASCONCELLOS, A. *et al.* Biomass and Population Structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the Dry Forest of Caatinga, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 693–698, 2007.

VIANA-JUNIOR, A. B. *et al.* Elevational Environmental Stress Modulating Species Cohabitation in Nests of a Social Insect. **Ecological Entomology**, v. 46, n. 1, p. 48–55, 2021.

WILSON, E. O. **The Insect Societies**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

YAMAMOTO, S.; MARUYAMA, M.; PARKER, J. Evidence for Social Parasitism of Early Insect Societies by Cretaceous Rove Beetles. **Nature Communications**, v. 7, p. 13658, dez. 2016.

ZILBERMAN, B. *et al.* State of Knowledge of Viviparity in Staphylinidae and the Evolutionary Significance of This Phenomenon in *Corotoca* Schiødte, 1853. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 59, p. e20195919–e20195919, 2019.

ZILBERMAN, B. Phylogenetic Analysis of the Genus *Corotoca*, with Description of a New Genus and Species from Brazil (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae). **Insect Systematics & Evolution**, v. 1, n. aop, p. 1–45, 2020.

ZILBERMAN, B.; YIN, Z.-W.; CAI, C.-Y. The Earliest Corotocini (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae) from Dominican Amber, with Remarks on Post-Imaginal Growth Influence on Termitophile Taxonomy. **Insects**, v. 13, n. 7, p. 614, jul. 2022.