



Universidade Estadual da Paraíba
Campus Campina Grande
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Biologia
Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas

Carlos Moreno Pires Silva

**Fatores não aplicáveis a riqueza de termitófilos:
volume do ninho, abundância e concentração de
recurso**

Março de 2020

Carlos Moreno Pires Silva

**Fatores não aplicáveis a riqueza de termitófilos:
volume do ninho, abundância e concentração de
recurso**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo),
apresentado ao Departamento do Curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas da Uni-
versidade Estadual da Paraíba, como requi-
sito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Orientador: Profa. Dra. Maria Avany Bezerra-Gusmão

Brasil
Março de 2020

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.


S586f Silva, Carlos Moreno Pires.
Fatores não aplicáveis a riqueza de termitófilos [manuscrito] : volume do ninho, concentração e abundância de recursos / Carlos Moreno Pires Silva , . - 2020.
23 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2020.
"Orientação : Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão , Departamento de Biologia - CCBS."
1. Staphylinidae. 2. Térmitas. 3. Cupins. I. Título
21. ed. CDD 595.736

Carlos Moreno Pires Silva

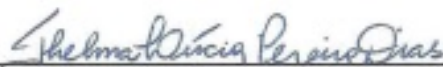
**Fatores não aplicáveis a riqueza de termitófilos: volume do
ninho, concentração e abundância de recurso**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo),
apresentado ao Departamento do Curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas da Uni-
versidade Estadual da Paraíba, como requi-
sito parcial a obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Trabalho aprovado em: 03/03/2020



Profa. Dra. Maria Avany
Bezerra-ismão (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Sumário

1	Introdução	7
2	Materiais e Métodos	9
2.1	Coleta e Área de estudo	9
2.2	Espécies hospedeiras	11
2.3	Teste das Hipóteses de recurso	11
2.4	Análises estatísticas	11
3	Resultados	12
3.1	Riqueza de espécies	12
3.2	Volume e distância entre ninhos	13
4	Discussão	15
4.1	Tamanho e abundância do recurso	15
4.2	Concentração de recursos	16
5	Conclusão	18
	REFERÊNCIAS	19
6	Agradecimentos	23

Fatores não aplicáveis a riqueza de termitófilos: volume do ninho, concentração e abundância de recurso

Carlos Moreno Pires-Silva ¹; Igor Eloi Moreira ²; Maria Avany Bezerra-Gusmão ³

Resumo

Quatro principais hipóteses ecológicas foram levantadas a fim de se explicar a riqueza local de espécies comensais ou parasitas nos mais diversos sistemas biológicos. Neste trabalho, testamos três destas hipóteses (tamanho do recurso, abundância do recurso e concentração de recurso) usando diferentes organismos associados aos cupins *Nasutitermes corniger* e *N. ephratae*. Dez ninhos desses cupins, coletados aleatoriamente, tiveram seu volume e distância até o vizinho mais próximo mensurados. Dos 1163 organismos, 239 indivíduos distribuídos em nove espécies foram de besouros termitófilos. Uma tendência negativa entre a distância geográfica local e a riqueza de espécies foi encontrada ($p > 0.05$), onde ninhos mais distantes entre si apresentaram uma menor riqueza de espécies inquilinas. Contudo, o volume não se mostrou como medida mais eficaz para explicar a riqueza de espécies associadas. Apesar da distância entre os ninhos e o volume atuarem como fatores principais das Hipóteses de recurso, esses não foram suficientes para explicar a riqueza da fauna associada aos cupins já que outros fatores podem exercer uma maior influência sobre a riqueza de termitófilos.

Palavras-chave: Staphylinidae, Térmitas, Cupins.

Abstract

Four major ecological hypotheses have been raised in order to explain the local richness of commensal or parasitic species in the most diverse biological systems. In this work, we tested three of these hypotheses (resource size, resource abundance and resource concentration) using different organisms associated with termites *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae*. Ten nests of these termites, collected randomly, had their volume and distance to the nearest neighbor measured. Of the 1136 organisms, 239 individuals distributed in nine species, were termitophilous beetles. The nest volume did not shown to be

¹ Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas. E-mail: piressilva@yandex.com

² Bacharel em Ciências Biológicas. E-mail: eloi.igor@yandex.com

³ Professora Associada do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da Paraíba

the most effective measure to explain the richness of species associated with termites. A negative trend was found between local geographic distance and species richness ($p > 0.05$), where nests that were more distant from each other showed less wealth of tenant species. However, nest volume was not shown to be the most effective measure to explain the richness of associated species. Despite the distance between the nests and the volume act as the main factors of the resource Hypotheses, these were not sufficient to explain the fauna richness associated with termites since other factors may have a greater influence on the wealth of termitophilous species.

Key-words: Staphylinidae, Termites, Isoptera.

1 Introdução

Os térmitas contam com diversas estratégias para manter a segurança e integridade da colônia, e embora esses métodos tenham se aperfeiçoado no seu caminhar evolutivo, diferentes espécies de invertebrados são capazes de quebrar o mecanismo de defesa desses organismos, infiltrando-se na colônia (KISTNER, 1969). Uma vez dentro dos ninhos, os invasores podem beneficiar-se diretamente do contato com os térmitas ou vivendo entre as cavidades do ninho evitando o contato com hospedeiro. A segurança oferecida, a disposição de recursos e o fato de possuírem temperatura e umidade controladas, fazem com que o ninho seja um habitat ideal para diversos organismos (NOIROT; DARLINGTON, 2000; WILSON, 1971).

Dependendo do grau de integração com a colônia, os invasores podem ser classificados de maneiras diferentes. Kistner (1979) propõe uma classificação com apenas duas categorias: espécies integradas e não-integradas. Apesar de parecer simplista, essa classificação é a mais aceita atualmente (PARMENTIER, 2020). O grupo dos não-integrados engloba as espécies que são toleradas pelo hospedeiro, como a maioria dos ectoparasitas. As espécies integradas, por sua vez, são os inquilinos obrigatórios, também conhecidos como termitófilos, os quais interagem frequentemente com seus hospedeiros mantendo diversas relações.

Ao longo da evolução, a termitofilia evoluiu independentemente pelo menos 29 vezes, e nos estaflinídeos (grupo com maior representantes termitófilos) compreende pelo menos 20 origens diferentes para esse estilo de vida (JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986; KISTNER, 1969; CAI *et al.*, 2017). Datado desde o cretáceo, sem dúvidas o sucesso dos termitófilos deve-se as diversas estratégias realizadas por estes organismos para integrarem-se à colônia dos hospedeiros (CAI *et al.*, 2017). Essas estratégias variam desde possuir diferentes morfotipos que podem atuar como um disfarce anatômico, a de promoverem inovações fisiológicas como a larviparidade e disfarces químicos, permitindo que o invasor passe despercebido pelo seu hospedeiro, aumentando ainda mais o grau de integração com a colônia (CUNHA *et al.*, 2015; ROSA *et al.*, 2018; ZILBERMAN *et al.*, 2019).

Seevers (1957) foi o primeiro autor a fornecer uma lista completa para cupins e seus termitófilos, e desde então a termitofilia encontra-se presente na literatura em sua maior parte com dados taxonômicos (SEEVERS, 1957; KISTNER, 1969; JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986; ZILBERMAN; CASARI, 2018; ZILBERMAN, 2018), de forma que o conhecimento ecológico acerca da maior parte desses organismos ainda é bastante obscuro.

Sabendo que a distribuição de cada espécie segue parâmetros que permitem a sua sobrevivência, sendo este um passo importante para a conservação (RICKLEFS, 1987), é

de fundamental importância compreender como estes e outros organismos se distribuem, e como estão inseridos em seus micro-habitats, tornando possível a criação de modelos preditivos, representados pelas diversas interações que as espécies estabelecem entre si.

Para explicar a riqueza local de espécies herbívoras, quatro hipóteses principais foram propostas nos últimos anos: (i) Hipótese da distribuição de recursos (*resource distribution hypothesis*), (ii) a hipótese do tamanho do recurso (*resource size hypothesis*), (iii) hipótese da abundância de recursos (*resource abundance hypothesis*), e (iv) a hipótese da concentração de recursos (*resource concentration hypothesis*) (MARQUES; PRICE; COBB, 2000; CHRISTMAN; CULVER, 2001; PÄIVINEN *et al.*, 2003). De acordo com a hipótese da distribuição de recursos, espécies de plantas difundidas localmente são capazes de suprir e apoiar uma fauna mais rica de herbívoros (RICKLEFS, 1987; CORNELL; LAWTON, 1992).

O tamanho do recurso prediz que plantas maiores podem suportar mais espécies herbívoras do que plantas menores (LAWTON, 1983; BRÄNDLE; BRANDL, 2001; SANCHEZ; PARMENTER, 2002); enquanto a hipótese da abundância de recursos prevê que plantas com maior quantidade de recursos são capazes de suportar mais espécies de herbívoros do que plantas que oferecem recursos limitados (HUNTER; WILLMER, 1989; HUNTER, 1992; MARQUES; PRICE; COBB, 2000). Por fim, a hipótese do recurso concentrado diz que plantas ou hospedeiros que ocorrem com alta densidade são capazes de suportar grande riqueza de herbívoros ou parasitas (LEWIS; WALOFF, 1964; ROOT, 1973; GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001; PÄIVINEN *et al.*, 2004).

As hipóteses citadas acima foram testadas nos mais diversos sistemas, demonstrando que os fatores associados ao recurso estão correlacionados com a distribuição, presença ou ausência de herbívoros em plantas hospedeiras ou parasitas e hospedeiros animais (MARQUES; PRICE; COBB, 2000; PÄIVINEN *et al.*, 2003). Contudo, a distribuição de espécies parece ser determinada pela presença ou ausência de habitats ideais, ou ainda limitada apenas pela distribuição e abundância de recursos. Entretanto, assim como algumas espécies são independentes na busca e obtenção de recursos para a sua sobrevivência, outras dependem unicamente do seu hospedeiro para a obtenção de recursos e inserção no seu habitat ideal.

Os termitófilos naturalmente vivem em pequenos habitats, os ninhos, e dependem exclusivamente de tudo que é proporcionado pelo seus hospedeiros. Oliveira e colaboradores (2018) relatam que em alguns casos essa dependência chega a níveis que podem influenciar o sucesso dispersivo do inquilino. Esses organismos também podem ser classificados como especialistas ou generalistas de acordo com o número de hospedeiros com que podem se relacionar, ocorrendo pouco número de termitófilos encontrados em apenas um tipo de hospedeiro (SEEVERS, 1957).

Devido o seu alto grau de dependência com o hospedeiro (obtenção de recurso e habitat ideal), os termitófilos tornam-se um modelo ideal para testar as hipóteses de tamanho, abundância e concentração de recursos. A literatura a respeito de termitófilos é majoritariamente taxonômica, e apesar disso, existem poucas listas abrangentes sobre cupins e seus hospedeiros (SEEVERS, 1957; JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986). Além disso, estudos ecológicos sobre termitófilos consistem em observações incidentais de grupos ou táxons específicos (OLIVEIRA *et al.*, 2018; MOREIRA *et al.*, 2019), logo, este trabalho é uma contribuição importante acerca do conhecimento ecológico dos termitófilos associados a *Nasutitermes* spp.

Estudos semelhantes já foram realizados com comunidades locais de mirmeecófilos (organismos associados a formigas), com resultados que corroboram as hipóteses citadas, além de demonstrar que as espécies generalistas foram mais abundantes que as especialistas, o que lhes possibilita uma maior diversidade de recursos (PÄIVINEN *et al.*, 2003; PÄIVINEN *et al.*, 2004).

Neste trabalho foram testadas as Hipóteses de recursos com a fauna associada a cupins, com o objetivo de prover explicações sobre como a concentração ou quantidade de recursos influencia na riqueza e abundância de termitófilos associados aos cupins *Nasutitermes corniger* Motschulsky e *Nasutitermes ephratae* Holmgren, em escala local. Essas cupins co-ocorrem em ampla distribuição, construindo ninhos arbóreos em habitats de planície (THORNE, 1980). Além disso, ambas espécies podem compartilhar dos mesmos inquilinos, adequando-se como objetos de estudo para o teste das hipóteses de tamanho, abundância e concentração de recurso (SEEVERS, 1957).

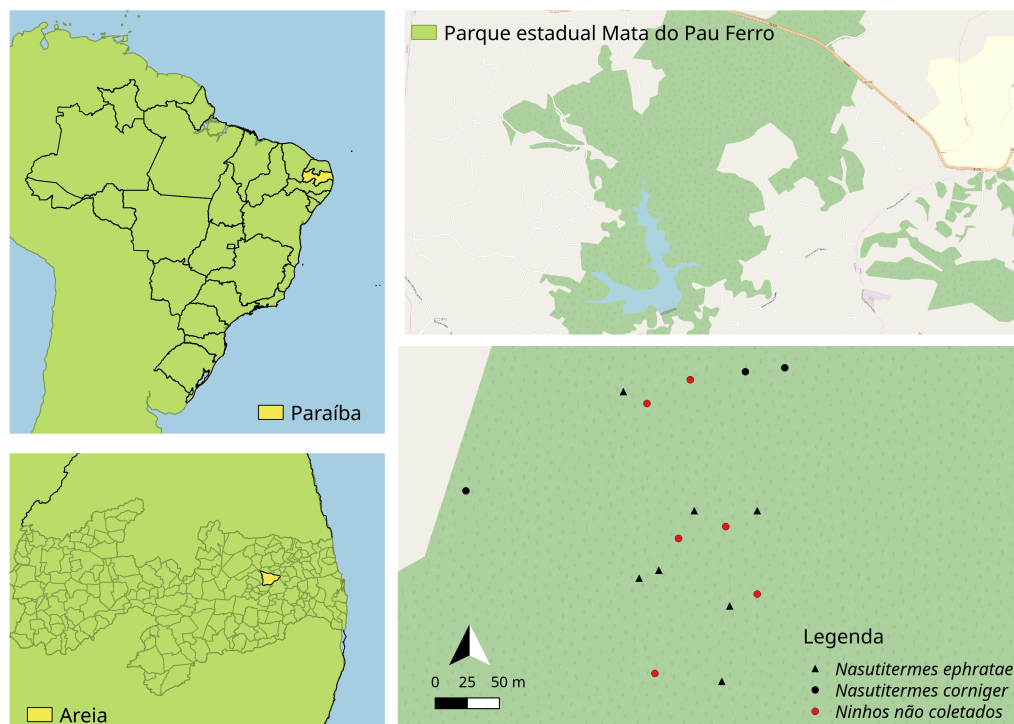
2 Materiais e Métodos

2.1 Coleta e Área de estudo

Os dados foram coletados entre os meses de setembro (2019) e Fevereiro (2020) na Mata do Pau Ferro (6°58'12'S e 35°42'15'W), que ocupa uma área de 600ha (Fig. 1). A mata é situada em uma área no perímetro da seca, conhecida como brejo de altitude, sendo uma área mais úmida que o semiárido que os rodeia devido ao efeito orográfico nas precipitações e na redução da temperatura. O local encontra-se numa altitude variável entre 400 e 600 m, temperatura média anual de 22°C, com umidade relativa em torno de 85% e totais pluviométricos anuais em torno de 1400 mm (BARBOSA *et al.*, 2004).

Dez ninhos de *N. corniger* e *N. ephratae* foram usados para a análise da fauna associada. Os mesmos foram transportados para o Laboratório de Ecologia de Térmitas da Universidade Estadual da Paraíba onde estão depositados. Os ninhos foram quebrados em pequenas partes para posterior análise, processo conhecido por dissecação (KISTNER,

Figura 1 – Georreferenciamento de ninhos de *Nasutitermes corniger* e *Nasutitermes ephratae* no Parque Estadual Mata do Pau Ferro coletados para análise da fauna associada. O parque encontra-se situado no município de Areia - Paraíba, Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor

1979). Em seguida cada parte do ninho foi analisada, e todo o material biológico que estava contido no ninho foi triado. Os espécimens foram classificados como termitófilos ou termitariófilos a partir de descrições ou catálogos sobre cupins e seus associados disponíveis na literatura (SEEVERS, 1957; KISTNER, 1979; JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986). A metodologia foi adaptada de Bugnion (1913) e Kistner (1969). Os termitófilos e demais inquilinos foram conservados em tubos tipo eppendorf® em álcool 70%.

A distância entre todos os ninhos foi calculada a partir de coordenadas geográficas com o auxílio de um GPS. Apesar de os ninhos de cupins apresentarem variações em suas formas, seus volumes geralmente são calculados com uma fórmula mais próxima de uma forma geométrica mais adequada (CRISTALDO *et al.*, 2012). Os volumes foram determinados através das medidas de altura, diâmetro maior e menor, com o auxílio de uma fita métrica e aplicados na fórmula de volume de elipsóide, dado por: $\frac{4}{3}\pi abc$, onde $a = \frac{1}{2}$ altura do ninho, $b = \frac{1}{2}$ diâmetro maior e $c = \frac{1}{2}$ diâmetro menor. O volume do suporte, quando necessário, foi subtraído do volume total, dando o volume da massa construída.

Os termitófilos e termitariófilos coletados, foram identificados com o auxílio de chaves taxonômicas disponíveis na literatura, além da comparação de alguns indivíduos com

espécimens depositados na coleção entomológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SEEVERS, 1957; KISTNER; JACOBSON, 1976; JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986; CARON; BORTOLUZZI; ROSA, 2018).

2.2 Espécies hospedeiras

Ambas as espécies de cupins *N. corniger* e *N. ephratae* compartilham entre si grande número de espécies de termitófilos generalistas (SEEVERS, 1957). Além disso, são simpátricas em grande parte do seu alcance territorial (THORNE, 1980). Essas espécies estão intimamente relacionadas, de tal forma que são conhecidas por serem capazes de hibridizar (HARTKE; ROSENGAUS, 2011). Elas podem ser distinguidas por caracteres de quetotaxia além da arquitetura dos seus ninhos, uma vez que *N. ephratae* constrói ninhos mais esféricos ou elipsoidais do que *N. corniger*, além de possuir a superfície nodosa e mais suave (MATHEWS, 1977; THORNE, 1980).

2.3 Teste das Hipóteses de recurso

Hipóteses de tamanho e abundância de recurso

Testamos as hipóteses do tamanho e abundância de recurso a partir do volume dos ninhos medidos em litros. O volume do ninho dos cupins nem sempre está correlacionado positivamente com a quantidade de indivíduos na colônia (PEQUENO *et al.*, 2013). Como não existem dados a respeito da correlação entre volume e tamanho da colônia para *Nasutitermes* sp., neste trabalho as discussões foram formadas sobre a premissa de que quanto maior o ninho (i.e volume), maior a quantidade de indivíduos na colônia. Assim, consideramos cada colônia como um organismo hospedeiro, e cada operário como um potencial provedor de recurso para o termitófilo.

Hipótese da concentração de recurso

Foram mensuradas a distância ao vizinho mais próximo (NND, do inglês *nearest neighbour distance*) entre os ninhos de *Nasutitermes* sp. a fim de se testar a Hipótese de concentração de recursos. Alguns ninhos próximos aos estudados não puderam ser coletados devido a algumas adversidades no local de coleta (altura do suporte, terreno muito ingrime, etc). Contudo, estes também atuam como fontes de dispersão e abrigo para inquilinos, logo, foram adicionados às análises de distância.

2.4 Análises estatísticas

Testamos a normalidade dos dados coletados utilizando o teste de Shapiro-Wilk, e após o teste de homocedasticidade inferimos a relação entre as variáveis resposta e as

ambientais (i.e volume e distância entre os ninhos) a partir da construção de modelos lineares generalizados (glm) com a distribuição de erro Poisson. Os modelos foram corrigidos para superdispersão quando necessário. As variáveis explanatórias são volume e NND. A resposta (contagem de indivíduos) foi dividida em três categorias: (i) todas as espécies¹, (ii) termitariófilos, (iii) termitófilos. As espécies foram classificadas a partir de dados de literatura (SEEVERS, 1957; KISTNER, 1982; JACOBSON; KISTNER; PASTEELS, 1986).

Para quantificar a correlação entre as distâncias geográficas dos ninhos e a matriz de riqueza observada foi utilizada a forma padronizada da estatística de Mantel. Alguns ninhos (6), não coletados, também foram adicionados nas análises de distância pois atuam como fontes de dispersão de termitófilos.

Para determinar a qualidade da riqueza observada nos ninhos, permitindo saber se faz-se necessário novas coletas caso o número total de espécies não tenha sido descoberto, analisamos os dados a partir da curva de rarefação. Como a riqueza de espécies pode aumentar de acordo com o tamanho da amostra, causando erros na riqueza calculada, o ideal é utilizar a rarefação pois esta determina a relação geral entre o número de espécies e o número de indivíduos (HSIEH; LI *et al.*, 1998). As análises foram conduzidas utilizando o software R versão 3.2.3 (R Core Team, 2015).

3 Resultados

3.1 Riqueza de espécies

Foram coletados 1163 indivíduos distribuídos em 16 diferentes táxons, 10 espécies foram classificadas como termitófilos, enquanto o restante, como termitariófilos (Tabela 1 e 2). A família Nicoletiidae (Insecta: Zygentoma) foi o grupo mais abundante entre todos os organismos coletados com 912 indivíduos. Os besouros (Coleoptera) foram o segundo grupo mais comum, 240 indivíduos, a maioria pertencente aos Staphylinidae. A média de espécies de besouros por ninho foi de três (SD=2.1, N=10), enquanto a média de indivíduos encontrados por ninho foi de oito (SD=14, N=10). Os demais táxons foram coletados pontualmente entre os ninhos, sugerindo que esses indivíduos podem utilizar o ninho de maneira oportunista, sem necessariamente manter uma relação com a colônia hospedeira.

Das 10 espécies de besouros coletadas, nove são classificadas como termitófilos (SEEVERS, 1957). O estafilínídeo *Termitogaster nigricollis* Silvestri (Coleoptera: Staphylinidae), inquilino restrito a cupins do gênero *Nasutitermes*, foi a espécie de besouro com

¹ Refere-se a riqueza total de espécies encontrada em um ninho

Tabela 1 – Inquilinos coletados em ninhos de *Nasutitermes corniger* (NC) e *Nasutitermes ephratae* (NE), número de ninhos ocupados por espécie e hospedeiro em que foi coletado.

Táxon	Número de indivíduos	Número de ninhos	Hospedeiro
COLEOPTERA			
<i>Abroteles</i> sp	4	1	NC
<i>Perinthus</i> sp	52	7	NC / NE
<i>Termitogaster nigricollis</i>	94	4	NC / NE
<i>Termitogaster</i> sp1	30	3	NC / NE
<i>Termitogaster</i> sp2	23	3	NC / NE
<i>Termitomorpha</i> aff. <i>fissipennis</i>	19	3	NC / NE
<i>Termitomorpha</i> sp2	6	2	NC / NE
<i>Termitophya</i> sp	1	1	NC
<i>Thyreoxenus</i> sp	10	3	NC / NE
<i>Chelonarium</i> sp	1	1	NE
HETEROPTERA²			
Reduviidae	1	1	NC
HYMENOPTERA			
<i>Crematogaster</i> sp	1	1	NC
<i>Tapinoma</i> sp	1	1	NC
LEPIDOPTERA (larva)³			
	5	1	NE
DIPTERA			
<i>Megaselia</i> sp	3	3	NC / NE
ZYGENTOMA			
Nicoletiidae	912	9	NC / NE
Total	1163	-	-

maior abundância, enquanto *Perinthus* sp Casey foi que ocorreu com maior frequência nos ninhos (Tabela 1).

Apesar de o número de espécies coletadas ser inferior ao já registrado para os hospedeiros (32 espécies, ver Seevers (1957)), as curvas de rarefação de espécies (estimadores de riqueza) demonstraram alcançar uma assíntota, revelando que o número máximo de espécies que poderia ser coletadas nos ninhos estudados foi alcançado (Fig. 2).

3.2 Volume e distância entre ninhos

O volume dos ninhos variou entre 2,64 e 49,24 litros (média = 18.5 litros, SD=17, N=10) e a distância até o vizinho mais próximo variou de 17 a 146 metros. O volume não teve efeito significativo na riqueza de espécies (termitófilos, T= -0.35, P= 0.73; termitariófilos: T= 0.404, P= 0.69; riqueza total: T= -0.34, P=0.73) (Fig. 3), assim como

² A identificação a nível de espécie não foi possível, contudo, como apenas um indivíduo foi coletado, este pode ser classificado a qualquer nível taxonômico sem que haja comprometimento da análise

³ Não foi possível a identificação das espécies dos imaturos de lepidópteros, logo, os indivíduos foram agrupados em um único nível taxonômico

Figura 2 – Curva de rarefação de espécies inquilinas de *Nasutitermes corniger* e *Nasutitermes ephratae* coletados na Mata do Pau Ferro, registrando o número cumulativo de espécies detectadas.

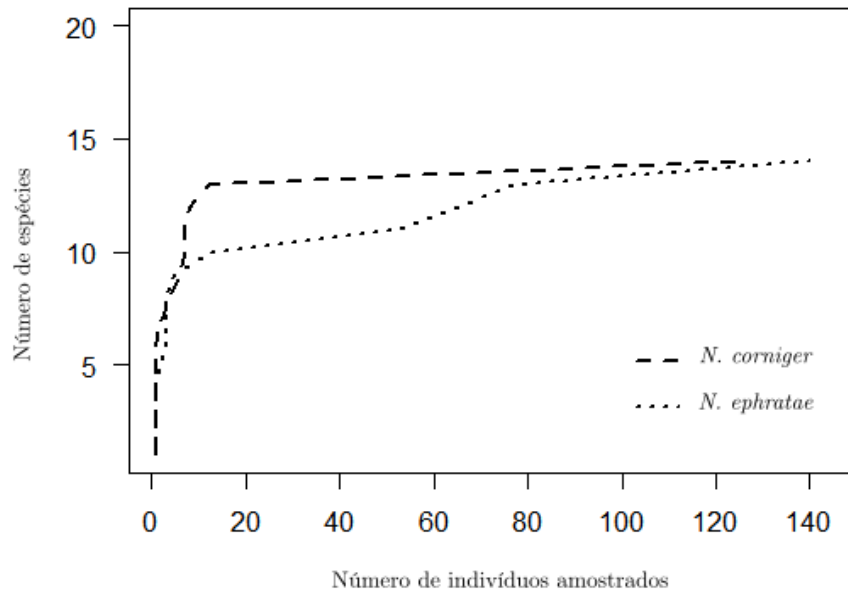
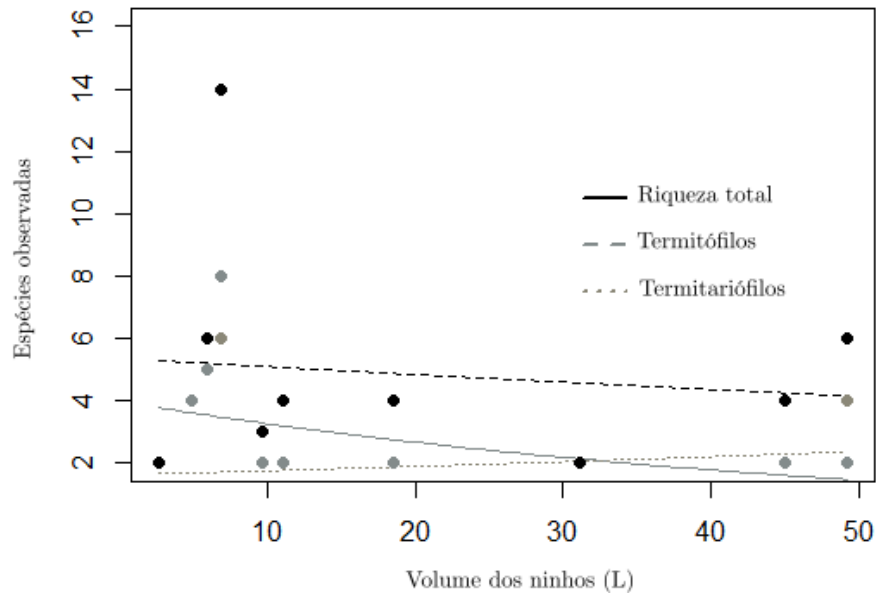


Figura 3 – Riqueza de espécies associadas a *Nasutitermes corniger* e *Nasutitermes ephratae* com relação ao volume dos ninhos.



a distância até o vizinho mais próximo, que também não foi estatisticamente relevante (termitófilos, $T = -0.72$, $P = 0.49$; termitariófilos: $T = -0.36$, $P = 0.72$; riqueza total: $T = -0.63$, $P = 0.54$). Apesar de não haver correlação estatística entre distância dos ninhos e riqueza de espécies (Tabela 2), ninhos mais próximos entre si apresentaram um maior número de espécies inquilinas do que os ninhos que estavam mais isolados, coincidindo com resultados encontrados na literatura (HÄRKÖNEN; SORVARI, 2014).

4 Discussão

4.1 Tamanho e abundância do recurso

A hipótese do tamanho e abundância de recurso prediz que hospedeiros maiores e com grandes quantidades de recursos podem abrigar mais organismos do que hospedeiros de menor porte (MARQUES *et al.*, 2000). Contudo, o volume dos ninhos de térmitas nem sempre está positivamente correlacionado com a quantidade de indivíduos em uma colônia, sendo parcialmente escassa a literatura sobre as espécies de cupins que estão regidas sob esse efeito (PEQUENO *et al.*, 2013; VASCONCELLOS *et al.*, 2007). Neste trabalho, consideramos que quanto maior o volume do ninho, maior a quantidade de membros nas colônia. Nossos resultados indicaram que a riqueza de espécies associadas foi menor em ninhos maiores, contrariando registros na literatura que demonstram uma correlação positiva entre tamanho do ninho e a riqueza de inquilinos (Tabela 2) (PÄIVINEN *et al.*, 2003, 2004).

Tabela 2 – Resultado do Teste de Mantel que quantifica a correlação entre a distância geográfica entre os ninhos de *Nasutitermes corniger* e *Nasutitermes ephratae*, e a matriz de semelhança da riqueza de espécies inquilinas coletadas nos ninhos.

Teste de Mantel		
	<i>Mr</i>	<i>Correlação de Pearson</i>
Todas as espécies	-0.18	P>0.05
Termitófilos	-0.17	P>0.05
Termitariófilos	-0.01	P>0.05

A lista de termitófilos associados a *N. corniger* e *N. ephratae* publicada por Seevers (1957) apresenta registros de 27 espécies de diferentes áreas da região Neotropical. Já em nosso estudo, em apenas uma área do Nordeste coletamos 33% do número de espécies esperadas para os hospedeiros, indicando que o Brasil pode possuir uma fauna muito rica e ainda desconhecida de besouros termitófilos.

O volume da colônia pode ser um fator determinante para a invasão de inquilinos, já que o volume poderia estar correlacionado com condições de sobrevivências adequadas a permanência do invasor (CRISTALDO *et al.*, 2012). O fato de que ninhos maiores não abrigaram uma maior quantidade de espécies de termitófilos (Tabela 3) nos leva a crer que outros fatores, como a distância até o vizinho mais próximo, podem exercer influência maior no sucesso invasivo destes inquilinos.

É possível que o método de coleta utilizado não tenha sido eficaz na detecção de outros possíveis fatores que exercem influência na riqueza de inquilinos nos ninhos, tais como a policalia e a poligenia, que podem ter efeito direto nessa riqueza (PÄIVINEN *et al.*, 2003). Espécies de cupins policálicas são capazes de realizar comunicação entre dois ou mais ninhos da mesma colônia através de galerias subterrâneas ou aéreas (ROISIN;

Tabela 3 – Riqueza e abundância de termitófilos e termitariófilos em ninhos de *Nasutitermes corniger* (NC) e *Nasutitermes ephratae* (NE). O volume de cada ninho foi obtido pela fórmula de volume de elipsóide.

Número do ninho	Hospedeiro	Volume (L)	Riqueza de termitófilos	Riqueza de termitariófilos	Abundância de termitófilos	Abundância de termitariófilos
1	NC	6,82	8	6	56	138
2	NE	5,9	5	1	95	65
3	NE	49,24	2	4	4	147
4	NE	31,15	1	1	3	53
5	NE	18,5	2	2	12	145
6	NC	11	2	2	4	102
7	NE	45,01	2	1	9	167
8	NC	4,8	4	-	25	-
9	NE	2,64	1	1	10	51
10	NE	9,57	2	1	22	55
Total	-	-	-	-	240	923

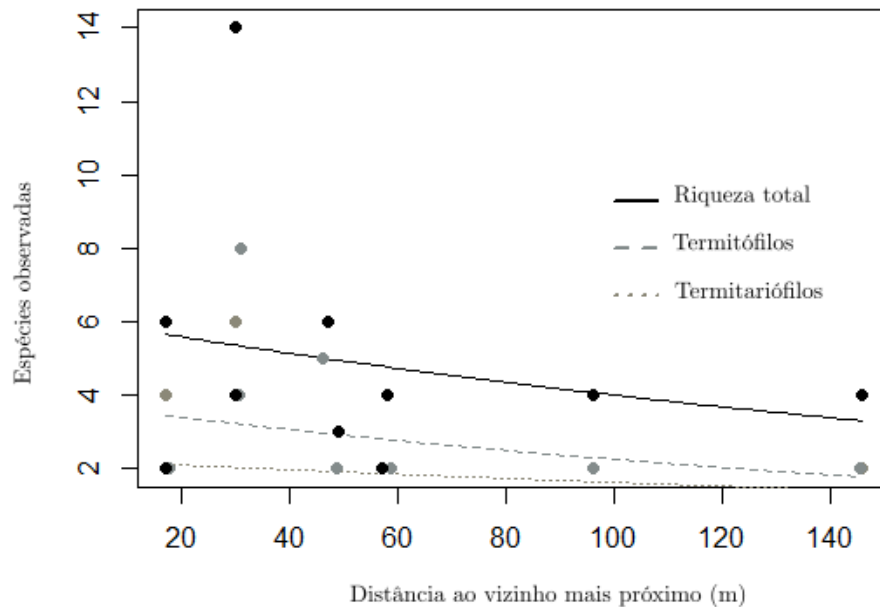
PASTEELS, 1986). Desta forma, caso houvesse cálies subterrâneas nem todo o ninho foi amostrado em laboratório, além de ter o seu volume real mascarado por esse efeito, corroborando para que o resultado seja um falso-positivo. No caso da poligenia, que também pode estar presente em algumas colônias de *N. corniger*, as colônias apresentam operários com baixo grau de discriminação entre indivíduos da mesma colônia e outros inquilinos, fazendo com que o ninho torne-se suscetível a entrada de invasores (KELLER; PASSERA, 1989; ADAMS; ATKINSON; BULMER, 2007). Em contrapartida, colônias monogênicas (i.e única rainha), apresentam um número significativamente maior de soldados do que colônias poligênicas, aumentando a barreira contra invasores (THORNE, 1985).

4.2 Concentração de recursos

A influência da distância dos ninhos sobre a riqueza de espécies de termitófilos pode ser explicada sob a luz da teoria de Biogeografia de ilhas. Essa teoria propõe basicamente que a riqueza de espécies em uma ilha é mantida pelo equilíbrio entre as taxas de migrações e extinções (MACARTHUR; WILSON, 1967). Contudo, o modelo não se limita apenas a ilhas oceânicas, mas a qualquer habitat que esteja isolado por um ambiente que não seja adequado às espécies presentes.

Na nossa escala de estudo, os ninhos dos cupins seriam as ilhas, os termitófilos as espécies migratórias, e o meio externo funcionaria como o ambiente inadequado a sobrevivência. Assim, as taxas de imigração tendem a ser maiores em ilhas (i.e ninhos) mais próximas do que aquelas que estão mais distantes, pois quanto maior a proximidade, maiores são as chances do inquilino alcançar um novo ninho (HÄRKÖNEN; SORVARI, 2014). Porém, ao tratar os ninhos como ilhas, o fato de *N. corniger* ser policálico pode indicar que muitas destas ilhas foram apenas parcialmente amostradas quanto as suas distâncias, influenciando no resultado final da análise (Fig. 4).

Figura 4 – Riqueza de espécies associadas a *Nasutitermes corniger* e *Nasutitermes ephratae* em relação a distância até ninho mais próximo.



Uma vez que estes inquilinos encontram o ninho de maneira aleatória, a probabilidade de encontrar um novo ninho decai com o aumento da distância entre eles (PÄIVINEN *et al.*, 2003; HÄRKÖNEN; SORVARI, 2014). Além disso, o isolamento entre ninhos é uma adversidade àqueles inquilinos que detectam os feromônios do seus hospedeiros, uma vez que estes odores podem operar a curtas distâncias (HOWARD; MCDANIEL; BLOMQUIST, 1982; CONTI *et al.*, 2003).

Uma série de inquilinos são capazes de detectar sinais químicos dos seus hospedeiros, além de seguir a trilha de feromônios deixada por eles (HOWARD, 1980; CRISTALDO *et al.*, 2014). No caso das espécies associadas a cupins, sabe-se que os termitófilos do gênero *Corotoca* Schiødte, 1853, inquilinos restritos a *Constrictotermes* Holmgren, são capazes de não só detectar a trilha de feromônios deixada por seus hospedeiros, como também detectar seus coespecíficos a distâncias equivalentes a 100 vezes o comprimento do seu corpo (CASTIBLANCO-QUIROGA *et al.*, 2017). Todavia, o modo pelo qual alguns termitófilos descobrem outra colônia quando se dispersam são ainda desconhecidos.

A medida que o número de espécies inquilinas residentes aumenta no ninho, a taxa de colonização tende a diminuir, pois as chances são maiores de que um novo indivíduo que chegue ao ninho pertença a uma espécie que já ocorra no local. Espécies generalistas (nesse caso, que possuem mais de um hospedeiro) tem acesso a uma maior abundância de recursos do que aquelas que são especialistas (limitados a um único hospedeiro), logo tendem a estar mais distribuídas (HÄRKÖNEN; SORVARI, 2014). Nesse trabalho, a maioria das espécies de termitófilos foram encontradas em diferentes hospedeiros (i.e generalistas), conseqüentemente, não houve grande variação de espécie entre os ninhos estudados (Ta-

bela 1).

Na literatura existem poucos registros sobre formas imaturas dos termitófilos dentro dos ninhos de cupins, reforçando a hipótese de que o desenvolvimento do inquilino se dá fora do ninho, e só após emergir da fase de pupa é que o besouro infecta uma nova colônia (PIRES-SILVA *et al.*, 2019). Considerando que os termitófilos são capazes de detectar a trilha de feromônios de seus hospedeiros para que invadam outra colônia, o aumento da distância entre os ninhos proporciona uma menor chance de sucesso a esse padrão de dispersão, já que o território de forrageio dos cupins também pode ser limitado por competição intraespecífica, uma vez que cupins não constroem suas trilhas sobrepostas a de outros, dessa forma as trilhas encontrariam-se mais distantes entre si (LEVINGS; ADAMS, 1984). Além disso, quanto mais tempo os termitófilos passam fora dos ninhos, mais suscetíveis a predadores e outras adversidades estes se encontram.

A distância entre os ninhos não funcionaria como uma adversidade para aqueles termitófilos que apresentem boa capacidade de voo. Alguns besouros associados a formigas (*Monotoma* spp., *Oxyptoda* spp.) são capazes de voar grandes distâncias (PÄIVINEN *et al.*, 2004), mas no caso dos termitófilos, até o momento não há registros de besouros capazes de realizar voo, mesmo que esses possam apresentar asas bem desenvolvidas (SEEVERS, 1957; KISTNER, 1982; CARON; BORTOLUZZI; ROSA, 2018; PIRES-SILVA *et al.*, 2019; ZILBERMAN, 2019). Ninhos isolados também tornam maiores as chances de um termitófilo retornar a mesma colônia de origem, proporcionando pouca troca de material genético entre os coespecíficos, que a longo prazo poderia causar uma extinção local destes indivíduos.

5 Conclusão

Nosso estudo demonstrou que somente as Hipóteses de recursos não fornecem explicações suficientes sobre a riqueza de espécies associadas, sugerindo que outros fatores podem exercer uma influência maior no sucesso invasivo dos termitófilos. *Nasutitermes corniger* e *N. ephratae* estão sujeitas a efeitos biológicos (policalia ou poligenia) que podem comprometer o resultado final das análises, logo, um bom requerimento para o teste dessas Hipóteses, é utilizar hospedeiros os quais não estejam sujeitos à estes efeitos.

Apesar de a distância até o vizinho mais próximo sugerir que a rede de dispersão entre os besouros é facilitada quando diferentes colônias estão mais próximas entre si, esta não foi estatisticamente relevante. O volume do ninho também não é a medida mais poderosa para determinar a riqueza, uma vez que a amostragem pode passar por problemas metodológicos difíceis de contornar.

Referências

- ADAMS, E. S.; ATKINSON, L.; BULMER, M. S. Relatedness, recognition errors, and colony fusion in the termite *Nasutitermes corniger*. *Behavioral ecology and sociobiology*, Springer, v. 61, n. 8, p. 1195–1201, 2007.
- BARBOSA, M. R. d. V. et al. Diversidade florística na mata do pau-ferro, areia, paraíba. *Brejos de altitude em Paraíba e Pernambuco—história natural, ecologia e conservação. Biodiversidade*, v. 9, p. 111–122, 2004.
- BRÄNDLE, M.; BRANDL, R. Species richness of insects and mites on trees: expanding southwood. *Journal of Animal Ecology*, Wiley Online Library, v. 70, n. 3, p. 491–504, 2001.
- CAI, C. et al. Early Evolution of Specialized Termitophily in Cretaceous Rove Beetles. *Current biology : CB*, Elsevier, v. 27, n. 8, p. 1229–1235, apr 2017. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28416113>.
- CARON, E.; BORTOLUZZI, S.; ROSA, C. S. Two new species of obligatory termitophilous rove beetles from brazil (coleoptera: Staphylinidae: Termitomorpha wasmann). *Zootaxa*, v. 4413, n. 3, p. 566–578, 2018.
- CASTIBLANCO-QUIROGA, G. et al. Conspecific recognition in a heterospecific context: the case of the obligatory termitophile *Corotoca melantho* (Coleoptera: Staphylinidae) and their host termites *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae). *Proceedings of the IV Symposium of Termitology (ed. by O. DeSouza), Zenodo, [WWW document]*, 2017.
- CHRISTMAN, M. C.; CULVER, D. C. The relationship between cave biodiversity and available habitat. *Journal of Biogeography*, Wiley Online Library, v. 28, n. 3, p. 367–380, 2001.
- CONTI, E. et al. Chemical cues from murgantia histrionica eliciting host location and recognition in the egg parasitoid trissolcus brochymenae. *Journal of chemical ecology*, Springer, v. 29, n. 1, p. 115–130, 2003.
- CORNELL, H. V.; LAWTON, J. H. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of animal ecology*, JSTOR, p. 1–12, 1992.
- CRISTALDO, P. et al. Termitarium volume as a determinant of invasion by obligatory termitophiles and inquilines in the nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae). *Insectes sociaux*, Springer, v. 59, n. 4, p. 541–548, 2012.
- CRISTALDO, P. F. et al. Mutual use of trail-following chemical cues by a termite host and its inquiline. *PLoS One*, Public Library of Science, v. 9, n. 1, 2014.
- CUNHA, H. et al. No Morphometric Distinction between the Host *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae) and its Obligatory Termitophile *Corotoca melantho* Schiødte (Coleoptera: Staphylinidae). *Sociobiology*, v. 62, n. 1, p. 65–69, 2015.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas. *Biodiversity & Conservation*, Springer, v. 10, n. 1, p. 79–98, 2001.

HÄRKÖNEN, S. K.; SORVARI, J. Species richness of associates of ants in the nests of red wood ant *Formica polyctena* (Hymenoptera: Formicidae). *Insect conservation and diversity*, Wiley Online Library, v. 7, n. 6, p. 485–495, 2014.

HARTKE, T. R.; ROSENGAUS, R. B. Heterospecific pairing and hybridization between *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae*. *Naturwissenschaften*, Springer, v. 98, n. 9, p. 745, 2011.

HOWARD, R. W. Trail-following by termitophiles. *Annals of the Entomological Society of America*, Oxford University Press, v. 73, n. 1, p. 36–38, 1980.

HOWARD, R. W.; MCDANIEL, C.; BLOMQUIST, G. J. Chemical mimicry as an integrating mechanism for three termitophiles associated with *Reticulitermes virginicus* (banks). *Psyche: A Journal of Entomology*, Hindawi, v. 89, n. 1-2, p. 157–167, 1982.

HSIEH, H.-L.; LI, L.-A. et al. Rarefaction diversity: a case study of polychaete communities using an amended fortran program. *Zoological Studies*, v. 37, n. 1, p. 13–21, 1998.

HUNTER, M.; WILLMER, P. The potential for interspecific competition between two abundant defoliators on oak: leaf damage and habitat quality. *Ecological Entomology*, Wiley Online Library, v. 14, n. 3, p. 267–277, 1989.

HUNTER, M. D. Interactions within herbivore communities mediated by the host plant: the keystone herbivore concept. *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*, Academic Press, 1992.

JACOBSON, H.; KISTNER, D.; PASTEELS, J. Generic revision, phylogenetic classification, and phylogeny of the termitophilous tribe Corotocini (Coleoptera: Staphylinidae). *Sociobiology*, v. 12, n. 1, p. 1–245, 1986. Disponível em: (<http://bionames.org/references/18cde46a09c2c02de969c19a98ce6077>).

KELLER, L.; PASSERA, L. Influence of the number of queens on nestmate recognition and attractiveness of queens to workers in the argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Animal Behaviour*, Elsevier, v. 37, p. 733–740, 1989.

KISTNER, D. H. 17 – The Biology of Termitophiles. In: *Biology of Termites*. [S.l.: s.n.], 1969. p. 525–557. ISBN 9780123955296.

KISTNER, D. H. Social and evolutionary significance of social insect symbionts. *Social insects*, Academic press New York, NY, v. 1, p. 339–413, 1979.

KISTNER, D. H. The social insects' bestiary. *Social insects*, v. 3, p. 1–244, 1982.

KISTNER, D. H.; JACOBSON, H. New species and new records of termitophilous species from central America and Mexico with description of behavior, related glands and ultrastructure (Coleoptera: Staphylinidae). *Sociobiology*, v. 2, n. 1, p. 1–76, 1976.

LAWTON, J. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual review of entomology*, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 28, n. 1, p. 23–39, 1983.

LEVINGS, S. C.; ADAMS, E. S. Intra-and interspecific territoriality in *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) in a panamanian mangrove forest. *The Journal of Animal Ecology*, JSTOR, p. 705–714, 1984.

LEWIS, C.; WALOFF, N. The use of radioactive tracers in the study of dispersion of *Orthotylus virescens* (Douglas & Scott)(Miridae, Heteroptera). *Entomologia experimentalis et applicata*, Wiley Online Library, v. 7, n. 1, p. 15–24, 1964.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. *The theory of island biogeography*. [S.l.]: Princeton university press, 1967. v. 1.

MARQUES, E. S. D. A.; PRICE, P. W.; COBB, N. S. Resource abundance and insect herbivore diversity on woody fabaceous desert plants. *Environmental Entomology*, Oxford University Press Oxford, UK, v. 29, n. 4, p. 696–703, 2000.

MATHEWS, A. A. *Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil*. [S.l.]: Academia brasileira de Ciências Rio de Janeiro, 1977.

MOREIRA, I. E. et al. Run to the nest: A parody on the iron maiden song by *Corotoca* spp.(Coleoptera, Staphylinidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, SciELO Brasil, v. 59, 2019.

NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P. E. C. Termite Nests: Architecture, Regulation and Defence. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (Ed.). *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, 2018.

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

PÄIVINEN, J. et al. Species richness, abundance and distribution of myrmecophilous beetles in nests of formica aquilonia ants. In: JSTOR. *Annales Zoologici Fennici*. [S.l.], 2004. p. 447–454.

PARMENTIER, T. Guests of social insects. In: *Encyclopedia of Social Insects*. [S.l.]: Springer, 2020.

PEQUENO, P. A. L. et al. The scaling of colony size with nest volume in termites: a role in population dynamics? *Ecological entomology*, Wiley Online Library, v. 38, n. 5, p. 515–521, 2013.

PIRES-SILVA, C. M. et al. First record of stenogastric *Corotoca* Schiødte (Staphylinidae, Aleocharinae, Corotocini) with notes on behavior, morphology and its phylogenetic significance. *Zootaxa*, Magnolia Press, v. 4691, n. 1, p. 47–56, oct 2019. ISSN 11755334.

RICKLEFS, R. E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 235, n. 4785, p. 167–171, 1987.

- ROISIN, Y.; PASTEELS, J. Reproductive mechanisms in termites: Polycalism and polygyny in *Nasutitermes polygynus* and *N. costalis*. *Insectes Sociaux*, Springer, v. 33, n. 2, p. 149–167, 1986.
- ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological monographs*, Wiley Online Library, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973.
- ROSA, C. S. et al. On the Chemical Disguise of a Physogastric Termitophilous Rove Beetle. *Sociobiology*, v. 65, n. 1, p. 38, mar 2018. ISSN 2447-8067. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/ojs/index.php/sociobiology/article/view/1942>.
- SANCHEZ, B. C.; PARMENTER, R. R. Patterns of shrub-dwelling arthropod diversity across a desert shrubland–grassland ecotone: a test of island biogeographic theory. *Journal of Arid Environments*, Elsevier, v. 50, n. 2, p. 247–265, 2002.
- SEEVERS, C. H. *A monograph on the termitophilous Staphylinidae (coleoptera)* /. Chicago :, 1957. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2027/coo.31924018438220>.
- THORNE, B. Numerical and biomass caste proportions in colonies of the termites *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae* (Isoptera; Termitidae). *Insectes Sociaux*, Springer, v. 32, n. 4, p. 411–426, 1985.
- THORNE, B. L. Differences in nest architecture between the neotropical arboreal termites, *Nasutitermes corniger* and *Nasutitermes ephratae* (Isoptera: Termitidae). *Psyche*, Cambridge Entomological Club, v. 87, n. 3-4, p. 235–243, 1980.
- VASCONCELLOS, A. et al. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri)(Isoptera: Termitidae) in the dry forest of caatinga, northeastern brazil. *Neotropical Entomology*, SciELO Brasil, v. 36, n. 5, p. 693–698, 2007.
- WILSON, E. O. Caste: Termites. In: *The Insects Societies*. Cambridge: Harvad University Press, 1971. p. 183–196.
- ZILBERMAN, B. New species and synonymy in the genus *Corotoca* Schiødte, 1853 (Coleoptera, Aleocharinae, Corotocini). *Zootaxa*, v. 4434, n. 3, p. 547, jun 2018. ISSN 1175-5334. Disponível em: <https://biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4434.3.9>.
- ZILBERMAN, B. Synopsis of the genus *Termitozophilus* Silvestri (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae, Corotocini). *Zootaxa*, v. 4614, n. 1, p. zootaxa–4614, 2019.
- ZILBERMAN, B.; CASARI, S. A. New species of *Corotoca* Schiødte, 1853 from South America and description of first instar larva. *Zootaxa*, v. 4527, n. 4, p. 521, dec 2018. ISSN 1175-5334. Disponível em: <https://biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4527.4.4>.
- ZILBERMAN, B. et al. State of knowledge of viviparity in Staphylinidae and the evolutionary significance of this phenomenon in *Corotoca* Schiødte, 1853. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 59, p. e20195919, apr 2019. ISSN 1807-0205. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/view/151719>.

6 Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças durante toda minha caminhada.

À todos os meus familiares, em especial à minha mãe Antônia Maria Dantas Pires, por todo o incentivo e amor durante minha caminhada, sempre prestativa e preocupada com meu bem-estar; e também agradeço ao meu pai, Ronaldo Pedro da Silva, por todo amor e investimento durante toda minha formação acadêmica.

Ao meu avô José Pires Ferraz, por todas as ensinamentos desde minha infância; por todas as histórias e experiências compartilhadas e por todo o amor depositado em mim.

À Júlia Maria Almeida Pimentel, minha cúmplice, melhor amiga e namorada, que sempre se mostrou disposta a me apoiar, com muito amor, durante todo meu percurso dentro e fora da academia.

Aos meus amigos Igor Eloi e Bruno Zilberman, por todas as discussões e aprendizados. Agradecimento especial ao Igor pelo apoio nas coletas realizadas para a conclusão deste e outros trabalhos; por fazer com que o uso dos softwares utilizados neste trabalho fossem mais divertidos do que trabalhosos, e claro, por todos os cafés tomados.

A comunidade L^AT_EXBrasil, em especial ao Phelipe Wesley de Oliveira pelo tempo dedicado e pela prestatividade em me auxiliar com os problemas relativos ao software.

À Universidade Estadual da Paraíba por toda a estrutura fornecida durante a graduação, além de todo o apoio fornecido pela Coordenação de Biologia, garantindo que o ambiente universitário fosse o melhor para os seus alunos.

À todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica, em especial a professora Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, por me ensinar como um cientista deve se portar perante as dificuldades da academia.

Ao professor Eduardo Barbosa Beserra (*in memoriam*), meu primeiro orientador, que mesmo diante de toda dificuldade enfrentada, nunca deixou de se preocupar com seus alunos, por todas as oportunidades que foram dadas a mim em seu laboratório, e por fazer meu amor pela entomologia se tornar inexplicável.

Aos meus colegas do Laboratório de Ecologia de Térmitas, por todas as discussões, risadas e pelo apoio prestado durante meu tempo no laboratório. Em especial para Maria do Socorro Lacerda Rolim, a qual desenvolvi grande carinho e admiração; por todas as conversas e risadas compartilhadas.

À Yorran Hardman Araújo Montenegro, por todo apoio que me foi dado durante minha jornada, motivando-me sempre a seguir meus sonhos acadêmicos; por todos os cafés

e discussões.

As minhas colegas Ellen Rachel, Rosália Santos e Maria Karoline, por todos os momentos compartilhados juntos e por todas as experiências vividas dentro e fora do campus.

Agradeço, finalmente, a minha orientadora e mentora, Profa. Maria Avany Bezerra Gusmão, por ter confiado em mim, por me ensinar os valores da ciência e do cientista; por fazer com que a entomologia se tornasse encantadora, e, por fim, fazer com que minha curva de crescimento em apenas dois anos e meio fosse exponencial.