



UEPB
Universidade
Estadual da Paraíba

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

REBECA KIANNY DE LUCENA SOARES

A dinâmica de forrageio de *Constrictotermes cyphergaster* (BLLATODEA: TERMITIDAE)
difere entre colônias pertencentes a ninhos de variados tamanhos?

**CAMPINA GRANDE-PB
2016**

REBECA KIANNY DE LUCENA SOARES

A dinâmica de forrageio de *Constrictotermes cyphergaster* (BLLATODEA: TERMITIDAE) difere entre colônias pertencentes a ninhos de variados tamanhos?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientador: Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão.

Co-orientador: Msc. Ana Márcia Barbosa da Silva.

**Campina Grande-PB
2016**

É expressamente proibida 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 da dissertação.

S676d Soares, Rebeca Kianny de Lucena.

A dinâmica de forrageio de *Constrictotermes Cyphergaster* (BLATODEA: TERMITIDAE) difere entre colônias pertencentes a diferentes tamanhos de ninhos. [manuscrito] / Rebeca Kianny De Lucena Soares. - 2016.

33 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.

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

1. Ecologia alimentar. 2. Cupins. 3. Dinâmica de forrageio. 4. Caatinga I. Título.

21. ed. CDD 595.736

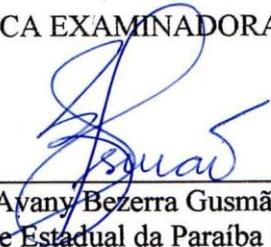
REBECA KIANNY DE LUCENA SOARES

RELAÇÃO ENTRE TAMANHO DO NINHO E DINÂMICA DE FORRAGEIO DE
Constrictotermes cyphergaster

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 30/06/2016.

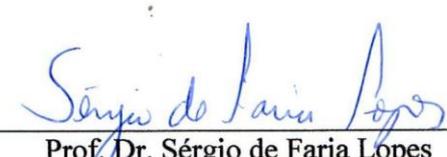
BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Me. Antônio Paulino de Mello
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*A Deus, à minha mãe, à minha família,
aos amigos e a todos que, junto a mim,
viveram esse sonho e me ajudaram
a torná-lo realidade,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Mestre Senhor pelo dom da vida e pelos seres iluminados que me rodeiam no plano terreno. Ao meu pai, Raimundo Soares de Sousa, por ser a maior prova de que o amor resiste a qualquer obstáculo. À minha mãe, Rita de Cássia G. de Lucena Soares por ser exemplo de força e superação, ao mesmo tempo em que partilha toda sua ternura e compreensão diante as adversidades da vida. Obrigada por me ensinarem a ser forte, a perseverar e por me apoiar na realização deste sonho! Amo vocês!

Aos meus irmãos Hyago Keslley e Arthur Kerlley, por serem inspirações na minha vida familiar e acadêmica, compartilhando da mesma paixão pela biologia. À Hyago pelo incentivo que me dá, além de, junto com Vanessa Moura (cunhada querida), me presentear com o ser que me arranca sorrisos e me faz a tia mais feliz do mundo, Heitor, o sobrinho mais lindo e gaiato que tia ama e “xêra” bastante os olhinhos de pitomba!

À Arthur, pelo ser iluminado e evoluído que és e por me alegrar, todos os dias, com seus atos de carinho e amor, Beca te ama muito! À minha vó Minervina, por ser tão guerreira e tão presente em minha vida e aos demais familiares que foram e são essenciais para o meu crescimento moral e intelectual. À Soilda e Francisco que me acolheram, como filha, quando cheguei à Campina Grande; por me ensinaram a arte da convivência e cuidarem de mim com tanto carinho e zelo. Meu amor e gratidão a todos!

Aos meus amigos por serem tão incríveis! À Natália, que foi o anjinho cacheado que Deus me enviou para dividir morada nesse último ano, sou grata por se fazer tão amiga! A Pâmella Nahara, essa carrapatinha bailarina que mesmo longe se faz presente. A Erimagna, que é um ser cheio de alegria que me cativou rapidinho e ainda me ajudou na elaboração do mapa, obrigada Chaveirinha. E, mais que especialmente, à Lindomara Lima (minha irmã de alma) e a Weverton Amaro, pelo companheirismo de sempre e por partilharem comigo momentos tão felizes! Amo vocês entojinhos!

À minha turma de graduação nas pessoas de Fernanda Kalina, Graciele de Barros, Hayanne Araújo, Hugo Rêgo, Laís Barros e Pablo José, por todos os momentos de aflições e festejos que compartilhamos e por se fazerem família! A Nanda, por ser minha “gema” na doçura, à Graci por toda compreensão e conselhos e a Hayanne pelo companheirismo e apoio que me deu desde os primeiros dias de aula! Amo vocês!

Aos companheiros de laboratório Hayanne Araújo, Igor Eloi, Mário Herculano, Claudilene Correia, Bruno Guedes e Antônio Paulino, embora já tenham saído, sou grata por me ajudarem no decorrer dos anos e me ensinarem a trabalhar em equipe, principalmente, aos que me ajudaram na coleta de dados do presente trabalho, incluindo Ruan (UEPB) que se disponibilizou a nos ajudar. Não foi nada fácil, mas vocês tornaram possível. Obrigada! Aos novos integrantes Estefany, Gabriela, Socorro, Jorge Henrique e Antônio, desejo que aproveitem todas as oportunidades de aprendizado e se encantem cada dia mais pelos cupins!

Agradeço a Kátia Cristina (cobra enfermeira) e Gesilândia Silva (flor branca) por serem as soldadinhos mais preciosas e por serem a prova de que a amizade pode surgir em qualquer lugar e por tornarem meu jardim tão mais feliz! À Mário Herculano, pela amizade, paciência e humor negro/nerd compartilhado nas horas estressantes da vida e que sempre me fazem chorar de rir! A Amanda Cosme (cobra-mor) que junto a Ana Márcia são as “loucas da lanterna” que mais amo e compacto com a loucura! Agradeço a vocês por momentos de aquisição de conhecimento e presepadas vividos nesses anos de coletas! Amos vocês coisinhas!

À Ana Márcia, além da amizade, agradeço pela co-orientação. És outro anjinho que Deus enviou para me ensinar a ver a beleza dos ensinamentos mais importantes que cada dificuldade nos traz, pela paciência e por saber discernir a amizade da orientação mostrando todas as falhas por mim cometidas durante a execução dos trabalhos! Sou muito grata a ti chaveirinho! À Professora Maria Avany, por todo conhecimento compartilhado, por me ensinar a importância do trabalho em equipe e por ser exemplo de força de vontade e amor pelo que faz. Agradeço também pela compreensão, amizade e cuidado ao longo desses 3 anos e meio de estágio e por acreditar no meu potencial. Gratidão a ti, Professora!

Por fim, agradeço a UEPB pela oportunidade. A todos os meus professores pela dedicação, comprometimento e excelência ao compartilharem seus conhecimentos e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho.

À TODOS MINHA GRATIDÃO!

“Respiro e persigo uma luz de outras vidas
E ainda que as janelas se fechem, meu pai,
É certo que amanhece”

A Obscena Senhora D, Hilda Hilst

RESUMO

O comportamento alimentar é um importante fator para a evolução da socialidade nos cupins, pois elementos ecológicos da biologia desses indivíduos estão diretamente relacionados aos recursos disponíveis no ambiente. Entre os fatores que determinam a importância funcional de uma espécie de cupim está a sua ecologia nutricional, comportamentos de forrageamento e construção de ninhos. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a relação entre a dinâmica de forrageio e o tamanho dos ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* em área de caatinga, cuja hipótese foi que o volume do ninho influencia na dinâmica de forrageio desses cupins. O estudo foi conduzido na RPPN Fazenda Almas, em São José dos Cordeiros, PB. Populações de 15 ninhos de diferentes e ascendentes volumes (6, 12, 18, 24 e 30L) foram selecionadas para monitoramento das suas atividades de forrageamento. Foi observado por oito dias consecutivos a frequência e o tempo de forrageio de cada população, além de área e recursos explorados pelos cupins. Apenas a área explorada pelos cupins variou significativamente de acordo com o aumento do volume de ninhos ($p=0,007295$). Ninhos com volumes inferiores a 12 L exploraram áreas maiores em relação aos com volume superior a 18 L, sugerindo que os indivíduos pertencentes aos ninhos maiores tenham desenvolvido estratégias para otimizar o forrageio, talvez devido a maturidade da colônia e maiores necessidades energéticas. Contudo, estudos a posteriori, que avaliem as estratégias de forrageio e a relação de custo benefício, principalmente na busca por substratos ricos em N, além da relação desta atividade com a composição das colônias de *C. cyphergaster* são necessários afim de tornar mais claro aspectos do comportamento alimentar desses indivíduos.

Palavras-Chave: Ecologia alimentar; Cupins; Dinâmica de forrageio; Caatinga.

ABSTRACT

The feeding behavior is an important factor in the evolution of sociality in termites, for ecological elements of the biology of these individuals are directly related to the resources available in the environment. Among the factors that determine the functional importance of a species of termite is your nutritional ecology, foraging behavior and building nests. Therefore, this study aimed to evaluate the relationship between the dynamics of foraging and size of *Constrictotermes nests cyphergaster* in caatinga area, whose hypothesis was that the nest volume influences the dynamics of these foraging termites. The study was conducted at the RPPN Fazenda Almas, in São José dos lambs PB. Populations of different nests 15 and up volumes (6, 12, 18, 24 and 30L) were selected for monitoring of their foraging activities. It was seen for eight consecutive days frequency and time of each foraging population, as well area and resources used by cupins. Apenas area traveled by termites significantly varied according to the increase in volume nests ($p = 0.007295$). Nests with volumes less than 12 L larger areas explored in relation aoscom volume exceeding 18 L, suggesting that individuals belonging to the largest nests have developed strategies to optimize foraging, perhaps due to the maturity of the colony and higher energy needs. However, subsequent studies assessing foraging strategies and the cost-benefit ratio, especially in the search for rich substrates N and the relation of this activity to the composition of C. colonies cyphergaster are needed in order to clarify aspects the feeding behavior of these individuals.

Keywords: feeding ecology; Termites; Foraging dynamics; Caatinga.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Almas, localizada entre os municípios de São José dos Cordeiros e Sumé, semiárido do Brasil 20
- Figura 2** - Gradiente de volumes de ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* utilizados para observação da dinâmica de forrageio, em região semiárida, NE do Brasil.21
- Figura 3.** Análise de regressão não-linear da área utilizada por *Constrictotermes cyphergaster* durante forrageio em região semiárida, NE, Brasil.....23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência, tempo, área potencialmente utilizada e recursos explorados durante a atividade de forrageio de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> em região semiárida, NE do Brasil.....	23
---	----

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO.....	12
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 <i>Cupins: classificação e importância ecológica</i>	14
2.2 <i>Atividade de forrageio e hábito alimentar</i>	15
2.3 <i>Constrictotermes cyphergaster: distribuição e importância ecológica</i>	16
3.0 PERGUNTA e HIPÓTESE	18
4.0 OBJETIVOS	19
4.1 <i>Objetivo Geral</i>	19
4.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
5.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1 <i>Área de estudo</i>	20
5.2 <i>Procedimentos de coleta</i>	21
5.3 <i>Análise dos dados</i>	22
6.0 RESULTADOS	23
7.0. DISCUSSÃO	24
8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	27

1.0 - INTRODUÇÃO

A caatinga é o domínio que compreende mais de 800.000 km² da região do semiárido brasileiro, abrangendo grande parte da região nordeste (MORO et al., 2016). Em áreas como essas, os cupins são considerados organismos-chave, explorando uma ampla variedade de recursos celulósicos como madeira (viva ou morta), gramíneas, fungos, plantas herbáceas, líquens, húmus, serapilheira, excrementos e ninhos construídos por outros indivíduos (WOOD 1978; MIURA; MATSUMOTO 1997; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007) além de apresentarem grande importância na ciclagem de nutrientes, manutenção da umidade e modificação da estrutura físico-química do solo, contribuindo ainda com o balanço atmosférico de Carbono-Nitrogênio (HIGASHI; ABE, 1997; VASCONCELLOS et al., 2007).

Os cupins formam sociedades e vivem em sistemas de ninhos, os quais sofrem um aumento na estrutura, seja por acréscimo de novas partes no próprio ninho ou na produção de sistemas policíclicos, à medida em que as colônias crescem e, são constituídos por indivíduos morfológica e funcionalmente distintos, distribuídos em castas férteis e estéreis (WILSON, 1971; NOIROT & DARLINGTON 2000; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). A casta fértil é representada pelo rei e a rainha que estão envolvidos nas atividades reprodutivas do termiteiro, enquanto as castas estéreis são compostas pelos operários, atuantes nas atividades de forrageio e alimentação da colônia; e os soldados, responsáveis pela defesa do ninho e recrutamento dos operários para um determinado recurso (KRISHNA, 1969; TRANIELLO, 1981).

A atividade de forrageio nos cupins é uma ação integrada e sincronizada entre soldados e operários em busca de recursos alimentares, cujos mecanismos têm sido alvo de vários estudos (COLLINS, 1979; BARBOSA, 1993; MIURA; MATSUMOTO, 1997; TRANIELLO; LEUTHOLD, 2000; GRACE; CAMPORA, 2005). Contudo, a observação dessa atividade em campo ainda é limitada devido ao comportamento críptico desses insetos (MOURA et al., 2006). Cupins do gênero *Hospitalitermes*, *Syntermes*, *Rhynchotermes*, *Cornitermes*, *Diversitermes* e *Constrictotermes* apresentam comportamento diferenciado, com espécies que forrageiam a céu aberto (BARBOSA, 1993; MIURA; MATSUMOTO, 1997), permitindo que a dinâmica dos indivíduos durante essa atividade possa ser observada.

O cupim *Constrictotermes cyphergaster* (SILVESTRI, 1901) ocorre tipicamente no Paraguai, Bolívia, norte da Argentina e no Brasil, onde é encontrado na região central do cerrado e na caatinga, destacando-se nessa última, por sua grande abundância de ninhos (59 ninhos ativos/ ha) (MATHEWS 1977; GODINHO et al., 1989; CONSTANTINO, 1998;

MÉLO; BANDEIRA, 2004; MOURA et al., 2006). Esse cupim tem o hábito de forragear durante a noite (22 às 05h) em trilhas expostas, se alimentando de madeira morta e ramos (em vários estágios de decomposição), superfície de troncos vivos e líquens (MOURA et al., 2006b; BARBOSA-SILVA, 2014).

Moura et al. (2006a) avaliaram a dinâmica de forrageio de *C. cyphergaster* em ambiente de caatinga, observando a área potencial de uso explorada por esse cupim, a duração e a frequência do forrageio; os recursos explorados e as variações sazonais. Os autores concluíram que há uma maior frequência de forrageio desses insetos durante a estação chuvosa, com uma correlação positiva dessa atividade e a elevação da umidade. Mas, ainda não se conhece como esses organismos se comportam à medida em que seus ninhos crescem e, conseqüentemente, diferentes necessidades energéticas são exigidas.

Estudos têm apontado que fatores como o número de indivíduos, tamanho da colônia, quantidade de alimento estocado no ninho e a produção de alados podem influenciar no comportamento de forrageio dos cupins (BOUILLOUN, 1970; BUXTON, 1981; MIURA; MATSUMOTO, 1998). Miura e Matsumoto (1998) sugerem que haja uma provável relação entre a dinâmica de forrageio e o tamanho das colônias, sendo possível que, colônias maiores necessitem de uma maior demanda de recursos. Segundo Bezerra-Gusmão (2008), ninhos pequenos de *C. cyphergaster* não apresentam revoada de alados o que sugere uma menor necessidade energética dessas colônias em relação a colônias maiores.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar, em ambiente semiárido, a dinâmica de forrageio de *C. cyphergaster* em função do volume de seus ninhos.

2.0 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Cupins: classificação e importância ecológica*

Os cupins constituem o grupo considerado como os insetos verdadeiramente sociais e são classificados, atualmente, como subordem Isoptera, pertencentes à ordem Blattodea com cerca de 3.000 espécies descritas, sendo amplamente distribuídos nas regiões tropicais do planeta, com algumas espécies estendendo-se até as regiões temperadas (KRISHNA, 2013; WOOD, 1975; KLASS; MEIER, 2006; BECCALONI; EGGLETON, 2013; AGUDELO RONDÓN, 2015).

É provável que os cupins sejam os organismos eusociais mais antigos precedendo as formigas e tenham surgido no Jurássico, há 150 milhões de anos. Entretanto, apenas no Paleoceno e Eoceno Tardio esse grupo tornou-se diverso e abundante devido a propagação global das florestas e climas tropicais (MARTÍNEZ-DELCLOS AND MARTINELL, 1995; KRISHNA, 2013).

Esses insetos vivem em sistemas de ninhos que podem ser subterrâneos, arborícolas, epigeos ou no interior de madeira viva (EMERSON, 1938; BEZERRA-GUSMÃO, 2008). Seus ninhos são construídos com excremento e partículas de solo, que são transportadas nas mandíbulas dos operários e umidificadas com saliva ou material fecal (EMERSON, 1938, NOIROT; DARLINGTON, 2000). Devido à grande participação dos cupins em atividades que alteram diretamente a estrutura do solo, além da adição de fezes e saliva ao ambiente, eles são considerados como verdadeiros “engenheiros do ecossistema” (LEE; WOOD, 1971; MOORE et al., 1988, HOLT; LAVELLE et al., 1997; BLACK; OKWAKOL, 1997; DANGERFIELD et al., 1998; LEPAGE, 2000).

Em regiões tropicais, os cupins apresentam uma elevada biomassa e podem participar ativamente do fluxo de carbono, emitindo gases como o metano e dióxido de carbono (SUGIMOTO et al., 2000; VASCONCELLOS, 2003). Já em regiões áridas e semiáridas a importância funcional desses indivíduos pode ser maior do que em florestas úmidas, sendo responsáveis por mais de 20% da mineralização do carbono (HOLT,1987; VASCONCELLOS, 2010).

Além da importância funcional, evidenciada por sua ampla distribuição geográfica, abundância, participação na decomposição dos ecossistemas, presença de indivíduos ao longo de todo o ano, facilidade de amostragem por protocolos padronizados e o curto tempo de resposta a perturbações ambientais, os cupins são considerados um importante táxon com potencial bioindicador (BROWN, 1991; CONSTATINO, 2005; ALVES, 2009). Entretanto, o uso

individual desses insetos, bem como de qualquer táxon isolado, para monitoramento ambiental é inadequado devido à sua restrita funcionalidade nos ecossistemas (VASCONCELLOS, 2003).

2.2 Atividade de forrageio e hábito alimentar

O forrageamento de cupins é uma atividade de ação integrada e sincronizada dos indivíduos em busca de recursos alimentares que ocorre de acordo com a necessidade alimentar da colônia e a disponibilidade de recursos no ambiente (TRANIELLO; LEUTHOLD, 2000; GRACE; CAMPORA, 2005). Essa atividade é realizada por operários e soldados que formam trilhas protegidas por galerias, ou até mesmo a céu aberto (WOOD; JOHNSON, 1978).

Indivíduos que forrageiam a céu aberto estão sujeitos a fatores como predação e estresses ambientais e, devido a isso, é necessário que haja uma relação de custo-benefício entre o valor nutricional dos recursos no forrageamento dos trabalhadores (MIURA; MATSUMOTO, 1997). O forrageio envolve várias estratégias de comunicação e organização entre os indivíduos e, assim como nos demais insetos sociais, a comunicação química é essencial (EGGLETON, 2000).

Os cupins apresentam um aparelho bucal do tipo mastigador (GRASSÉ, 1949) e, embora admita-se que a maioria seja xilófago, estes organismos podem apresentar uma dieta bastante diversificada incluindo gramíneas, serapilheira, fungos, líquens, bem como podem apresentar uma dieta especializada, a exemplo dos representantes da família Termitidae que tem se especializado no consumo de solo (BIGNEL; EGGLETON, 2000).

Entre os indivíduos da colônia de cupins, os mais jovens, os soldados e os reprodutores são incapazes de se alimentarem sozinhos e, por isso, recebem alimento dos operários a partir de dois processos de alimentação, estomodeal e proctodeal. A primeira consiste na regurgitação do alimento ou saliva; enquanto que a segunda, verificada nos cupins inferiores, consiste de excreções líquidas, ricas em simbioses, provindas do intestino posterior dos operários (COSTA; LEONARDO, 2007).

Esses insetos consomem alimentos ricos, principalmente, em celulose (KRISHNA; WEESNER, 1969). Entretanto, comparado a alimentação de outros organismos, a dieta dos cupins é considerada de baixo valor nutricional, sendo capazes de sobreviver com essa alimentação, devido aos mecanismos digestivos usados, dentre eles a associação com microrganismos simbioses que podem ser protozoários, fungos e/ou bactérias, que atuam em seu trato digestório facilitando a degradação e a assimilação de energia, extraindo assim a

maior parte dos nutrientes disponíveis nos recursos ingeridos (CLEVELAND et al., 1934; WALLER; LA FAGE, 1986; COSTA; LEONARDO, 2007).

A ecologia alimentar desses insetos é considerada um fator de fundamental importância para a evolução da socialidade dos térmitas, haja vista que, elementos ecológicos da biologia desses organismos, tais como o tamanho da colônia, o desenvolvimento das castas e dos ninhos estão diretamente relacionados aos recursos disponíveis do ambiente (ABE, 1987; LENZ, 1994). Ainda, sabe-se que a importância funcional dos cupins nos ecossistemas está diretamente relacionada a sua abundância, biomassa, ecologia nutricional e comportamento de forrageio (VASCONCELLOS, 2003), indicando-se a realização de estudos que abordem tais aspectos, afim de ampliar o conhecimento sobre a ecologia destes insetos.

2.3 *Constrictotermes cyphergaster*: distribuição e importância ecológica

Constrictotermes cyphergaster (Termitidae, Nasutitermitinae) é amplamente distribuída na Argentina, Bolívia e Paraguai, além do Brasil, onde ocorre em áreas de cerrado e caatinga destacando-se pela abundância de seus ninhos conspícuos (MATHEWS, 1977; TORALLES, 1995; CONSTATINO, 1998; MARTIUS, 2000; MÉLO; BANDEIRA, 2004).

Os ninhos desse cupim são construídos com solo umedecido e saliva variando sua coloração desde o vermelho acobreado até o cinza bem claro, dependendo do solo adjacente onde se encontram, apresentando duas fases, a primeira subterrânea e depois arborícola, sendo esta última a mais representativa (MATHEWS, 1977; GODINHO, 1989; BEZERRA-GUSMÃO, 2008). Além disso, essa espécie apresenta policalismo sazonal, podendo aumentar consideravelmente a densidade de ninhos durante o período chuvoso, devido a presença de vegetação mais fechada (BEZERRA-GUSMÃO et al., 2013).

Além da abundância de seus ninhos, 59 ninhos ativos/ha, com cerca de 278,2 indivíduos/m², e aproximadamente 0,9 g (peso fresco /m²) Vasconcellos et al. (2007), *C. cyphergaster* é ecologicamente importante por abrigar em seus micro-habitat, animais termitófilos, termitariófilos e térmitas inquilinos (ARAÚJO, 1970; FONTES, 1980; CUNHA; BRANDÃO, 2000). Destaca-se ainda o relevante papel dessa espécie na ciclagem de carbono, tendo em vista que esses insetos contribuem com cerca de 51.5% kg/h⁻¹ de C no ambiente, o que corresponde a 0,5% do estoque de C na massa aérea das plantas e 0,25% desse componente na superfície do solo (BEZERRA-GUSMÃO et al., 2011).

Esse cupim tem o hábito de forragear em horário noturno, formando trilhas abertas tanto no chão quanto por sobre os substratos dos quais se alimentam, explorando principalmente madeira e ramos, além de superfícies de troncos vivos (MOURA et al.,

2006b). Recentemente, o consumo de líquens pela espécie foi constatado por Barbosa-Silva (2014), de forma que tal recurso é considerado um item complementar à dieta celulósica desses indivíduos.

Estudos sobre a dinâmica e estrutura populacional, revoada, biomassa, comportamento de forrageio e ecologia nutricional dessa espécie têm sido desenvolvidos em área de caatinga (MOURA et al., 2006a; VASCONCELLOS et al., 2007; BEZERRA-GUSMÃO, 2008, SILVA, 2013; BARBOSA-SILVA, 2014), contudo, ainda há aspectos da ecologia desse cupim que precisam ser melhor explorados.

3.0 - PERGUNTA E HIPÓTESE

Para compreender melhor aspectos da ecologia nutricional de *C. cyphergaster*, considerando a importância dessa espécie para o ambiente de caatinga, o presente estudo procurou responder a seguinte pergunta:

A dinâmica de forrageio de *C. cyphergaster* difere entre colônias pertencentes a ninhos de variados tamanhos?

Para isso foi proposta a seguinte hipótese: o volume do ninho, que corresponde ao tamanho da população dos cupins, interfere na dinâmica de forrageio das colônias de *C. cyphergaster*.

4.0 - OBJETIVOS

4.1 *Objetivo Geral*

Observar a dinâmica de forrageio de *Constrictotermes cyphergaster* afim de verificar se há diferenças comportamentais nesta atividade em função dos tamanhos populacionais das colônias.

4.2 *Objetivos específicos*

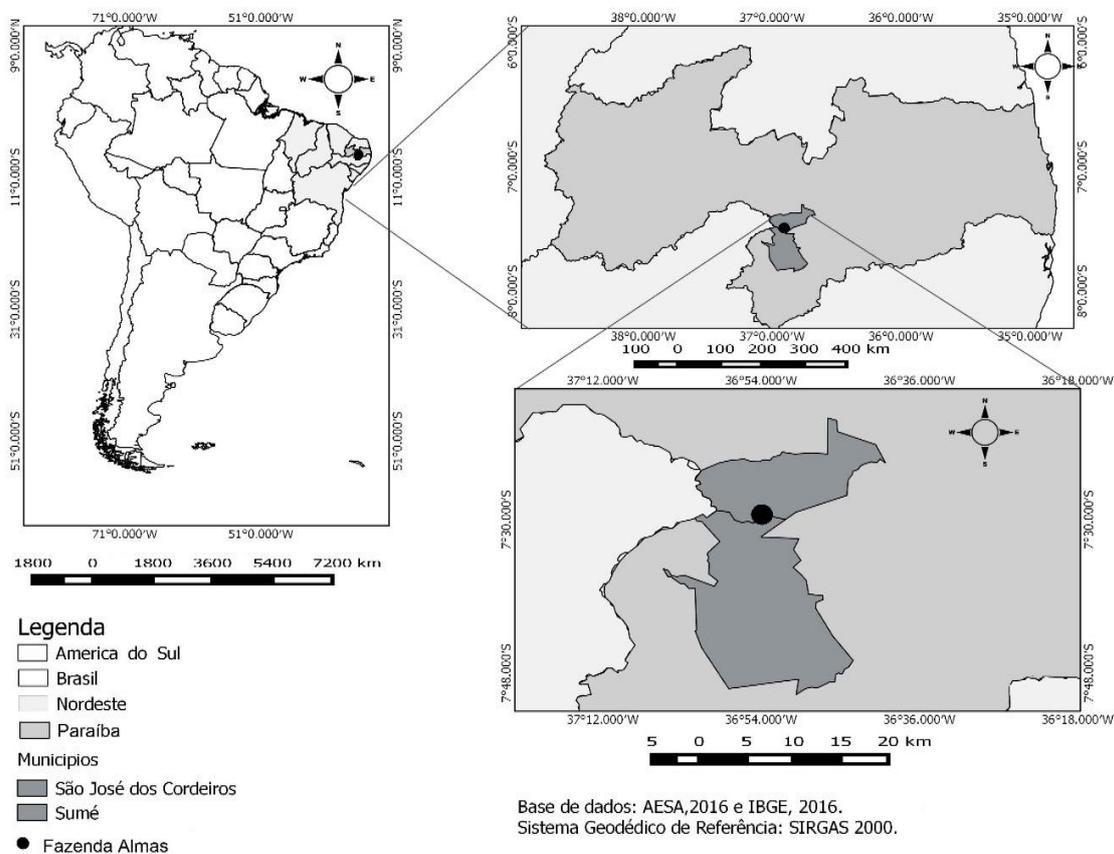
- Examinar a frequência e o tempo de forrageio dos cupins em diferentes tamanhos de ninhos;
- Estimar a área explorada pelos cupins durante o forrageio, observando se há um aumento desta de acordo com tamanho do ninho;
- Analisar se os recursos explorados pelos cupins são variáveis entre os diferentes tamanhos de ninhos.

5.0 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

As observações de campo foram realizadas na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Almas, localizada entre os limites dos municípios de Sumé e São José dos Cordeiros ($7^{\circ}28'45''\text{S}/36^{\circ}54'18''\text{W}$) (Fig. 1). Inserida na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri Oriental, a reserva possui uma área de 3.505 hectares de um total de 5.502.92 hectares de Fazenda, com altitudes variando entre 580 a 740m. A área apresenta um clima Tropical muito seco, com precipitação média anual de 560 ± 230 mm e temperatura média anual em torno de 24°C e a umidade média anual é de 65% (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1985; NÚCLEO DE METEOROLOGIA APLICADA, 1987).

Figura 1. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Almas, localizada entre os municípios de São José dos Cordeiros e Sumé, semiárido do Brasil. FONTE: RODRIGUES, E. M. (2016)



A vegetação da RPPN-Fazenda Almas é denominada Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido Nordestino), apresentando uma estrutura arbórea densa nas áreas altas e mais arbustiva nas áreas abertas, com predominância de *Croton blanchetianus* Baill (1864),

Poincianella pyramidalis Tul, *Manihot catingae* Ule, *Bauhinia cheilantha* Bong., *Mimosa tenuiflora* Willd., *Combretum leprosum* Mart., *Commiphora leptophloeos* Mart. e *Mimosa ophthalmocentra* Max. ex Benth., além de apresentar afloramentos rochosos com flora típica e solo predominantemente arenoso com afloramentos rochosos, denominados localmente de lajedos (LIMA; BARBOSA, 2014).

5.2 Procedimentos de coleta

Os dados foram coletados durante o mês de janeiro de 2016, durante a estação chuvosa. Foram selecionados, aleatoriamente, 15 ninhos de *C. cyphergaster* de diferentes tamanhos (6L - G1; 12L - G2; 18L - G3; 24L - G4; 30L - G5) (Fig.2). Para cada tamanho de ninho foram selecionados três termiteiros, para monitoramento das atividades de forrageio. Os volumes dos ninhos foram determinados através das medidas de altura, diâmetro maior e menor, obtidas com um paquímetro e aplicados na fórmula de um hemielipsóide ($V = 2/3 \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c / 1000$) Fontes (1980).

Onde:

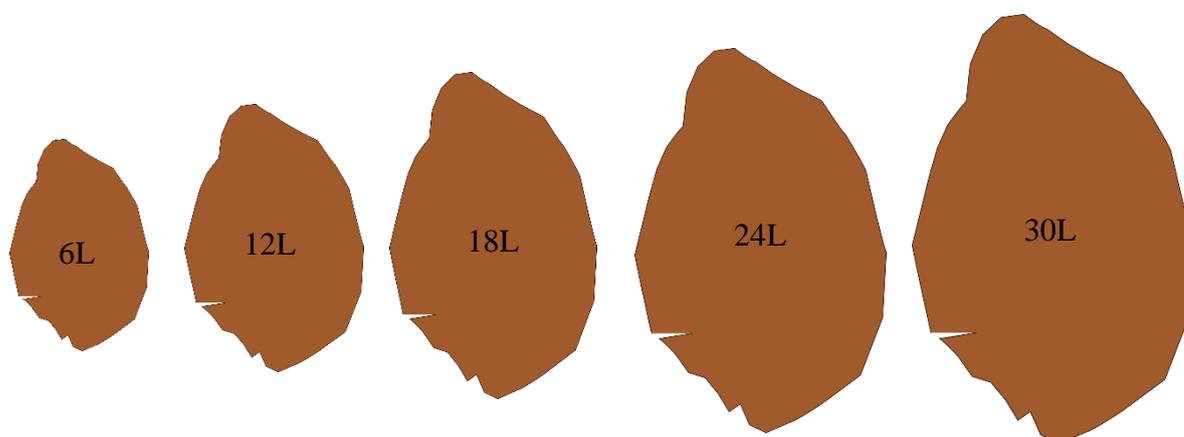
a = altura do ninho;

b = $\frac{1}{2}$ do diâmetro maior;

c = $\frac{1}{2}$ do diâmetro menor conforme

Os ninhos selecionados foram monitorados durante oito dias seguidos, sendo inspecionados a cada uma hora a partir das 18:00 até as 06:00 horas do dia seguinte (MOURA et al., 2006a). Foram anotados os itens consumidos pelos cupins, a distância das trilhas percorridas até o alimento, o tempo de duração do forrageio, desde a saída dos indivíduos até o seu retorno, e frequência do forrageio. As trilhas de forrageio foram marcadas com auxílio de cordões amarrados ao longo das rotas percorridas pelos cupins, e, a posteriori, medidas com uma trena sempre considerando a abertura do ninho da qual os indivíduos saíam, até o último recurso explorado.

Figura 2. Gradiente de volumes de ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* utilizados para observação da dinâmica de forrageio, em região semiárida, NE do Brasil.



5.3 Análise dos dados

A frequência de forrageio foi determinada a partir do total de saídas dos indivíduos de cada termiteiro durante o período de observação. O tempo de forrageio foi contabilizado considerando o horário inicial até o término do forrageio. Para a determinação da área potencial de uso tomou-se por medida a maior distância percorrida pelos cupins, em cada gradiente avaliado, utilizando a fórmula da área do círculo ($A = \pi \cdot r^2$).

O teste de normalidade de Shapiro – Wilk ($p > 0,1$) foi utilizado para analisar se os dados eram paramétricos ou não. Em seguida, para analisar se houve diferença significativa entre a frequência e o tempo de forrageio, além da área potencial utilizada pelos cupins a partir do gradiente dos volumes de ninhos observados, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para análise de dados não paramétricos com variáveis independentes. Em seguida, foi realizado o pós-teste (Nemenyi) para comparação das médias. A significância da diferença entre área potencial de forrageio e o tamanho dos ninhos foi avaliada a partir de uma análise de regressão não linear.

Todos os testes, foram realizados utilizando o programa estatístico R Development Core Team (2011).

6.0 - RESULTADOS

As análises de frequência e o tempo de forrageio não diferiram significativamente em função dos volumes de ninhos observados ($p = 0.7379$; $p = 0.9384$, respectivamente). Entretanto, houve diferença significativa quanto a área utilizada pelos cupins durante o forrageio de acordo com o aumento de volume dos ninhos ($p = 0.0072$), observando-se que ninhos com volumes entre 6 e 12 L exploram maior área em relação aos ninhos com volumes acima de 18 L. A análise de regressão não-linear mostrou relação entre a área explorada em função dos diferentes volumes de ninhos. O pós-teste, indicou maior diferença entre os volumes de 12 e 24 L ($p = 0.009$) (Fig. 3).

Em relação aos itens alimentares, não foi observada variação entre os volumes de ninhos estudados (Tab.1). Os principais recursos explorados pelos indivíduos dos diferentes volumes de ninhos foram madeira (viva ou morta), rasas de madeira ou material vegetal, líquens e, esporadicamente, xique-xique, sendo também observados sobre a serapilheira (Tab.1).

Figura 3. Análise de regressão não-linear da área utilizada por *Constrictotermes cyphergaster* durante forrageio em região semiárida, NE, Brasil.

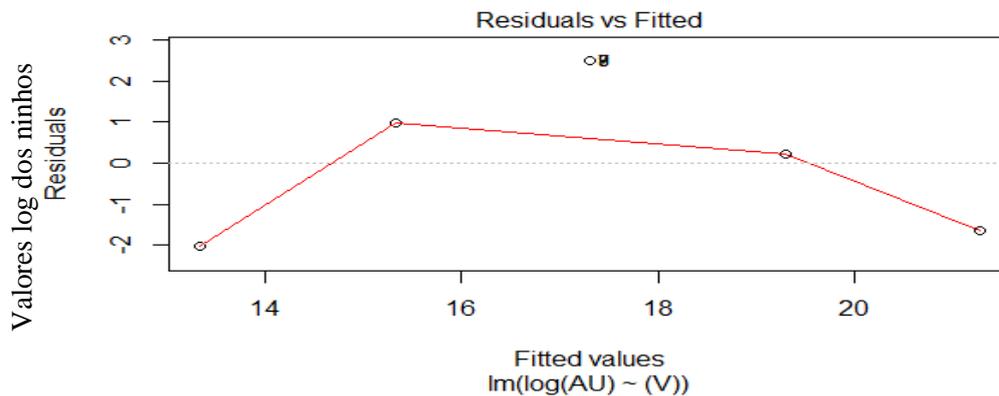


Tabela 1. Médias da frequência e tempo de forrageio, área potencialmente utilizada e recursos explorados durante a atividade de forrageio de *Constrictotermes cyphergaster* em região semiárida, NE do Brasil.

Volume (L)	Frequência (Dia)	Tempo (h)	Área (m ²)	Recursos Explorados
6	5	22,54	1.391	Madeira seca, raspas de madeira, líquens, serapilheira
12	4	20,04	1.793	Madeira, raspas de madeira, líquens, cactáceas, serapilheira
18	4,33	18,5	669	Madeira, raspas de madeira, líquens, cactáceas, cipós secos
24	3,33	18,9	452	Madeira, raspas de madeira, líquens, cipós secos
30	4,66	13,35	226	Madeira, raspas de madeira, líquens, cipós secos, bromeliáceas

7.0 - DISCUSSÃO

O comportamento de forrageio dos térmitas pode sofrer influência de vários fatores, sejam eles ambientais (clima, solo, vegetação) ou intrínsecos do ninho (tamanho e maturidade da colônia, composição das castas). Entretanto, alguns aspectos do forrageamento de *C. cyphergaster*, como frequência e tempo de forrageio, observados neste estudo, não diferiram entre as colônias de tamanhos variáveis, sendo provável que as condições ambientais tenham maiores influências sobre esses aspectos. Moura et al. (2006a) estudando a dinâmica de forrageio desse cupim, observaram uma variação sazonal nesta atividade, destacando maior frequência de forrageio durante a estação chuvosa, justificada por uma correlação positiva com a umidade e maior disponibilidade de recursos no ambiente.

A pouca variedade de recursos explorados pelos cupins dos diferentes tamanhos de ninhos pode estar relacionada a grande disponibilidade de recursos durante o período de observação. Cornelius e Osbrink (2011) observaram um menor consumo de madeira por térmitas subterrâneos durante o inverno, onde o consumo declinava a medida em que a temperatura diminuía. Dessa forma, tendo em vista que as observações foram feitas durante o período chuvoso, o consumo de madeira para *C. cyphergaster* pode diminuir nessa estação, levando os indivíduos de todas as colônias a buscarem fontes alternativas de forma semelhante. Isso contribuiria para a baixa variedade de recursos explorados pelas colônias de diferentes tamanhos. Embora não se tenha observado nesse estudo variação quantitativa dos itens explorados entre as colônias, pode ocorrer diferenças qualitativas com que cada substrato alimentar é consumido entre os diferentes tamanhos populacionais estudados, especialmente líquens, que têm sido sugerido na literatura como sendo uma fonte extra de nitrogênio para os cupins (COLLINS, 1989; BARBOSA-SILVA, 2014), carboidratos e proteínas (SILVA, 2013). Análises quantitativas acerca da ingestão desse recurso estão em andamento.

A exploração de maiores áreas de forrageamento por cupins de colônias menores verificada neste estudo não corrobora Moura et al. (2006). Ainda, Barnejee (1975) contrapondo os resultados desse estudo, verificou uma correlação positiva entre o tamanho do ninho e o território de forrageio explorado por *Odontotermes redemanni*, sugerindo que colônias menores exerciam maior investimento energético na construção dos ninhos. Para Ruan et al. (2015), fatores como o número de indivíduos forrageadores e o tamanho da colônia, bem como variações climáticas podem interferir na área explorada pelos cupins durante o forrageio. Dessa forma, é possível que colônias menores de *C. cyphergaster* tenham desenvolvido estratégias na dinâmica de forrageio de modo a realizar essa atividade em menor

intensidade quando comparado a ninhos maiores, afim de atender às necessidades energéticas da colônia ao mesmo tempo em que executam a geração de novos indivíduos e o crescimento do ninho.

Não obstante, Bezerra-Gusmão (2008), estudando a biologia de *C. cyphergaster* em outra área de caatinga, observou que a revoada dos alados desta espécie tem uma relação com a pluviosidade, destacando que apenas ninhos acima de 12 litros apresentaram revoada, sugerindo a imaturidade de colônias inferiores a esse volume. Assim, é possível que ninhos de colônias maiores concentrem mais energia na maturação dos reprodutores que deverão ser liberados até o final da estação chuvosa e, dessa forma, forrageiam em áreas mais próximas afim de manter uma relação de custo-benefício dessa atividade. Além disso, é possível que a quantidade de indivíduos liberados para a realização do forrageio seja proporcional a quantidade de indivíduos que formam a colônia. Moura et al. (2006a) observaram que de uma colônia com 118.000 indivíduos, pertencentes a um ninho de 75 litros, 74% dos indivíduos participaram da atividade de forrageio, explorando uma menor área no período chuvoso.

Ainda, sabendo que a atividade de forrageio realizada a céu aberto expõe os indivíduos forrageadores a riscos ambientais, tais como predação, é necessário que as colônias desenvolvam estratégias que compensem esse risco. Segundo Wilson (1975), uma das estratégias adotadas por espécies que forrageiam a céu aberto, seria o grande investimento energético na produção de soldados com poderosas armas químicas e/ou mecânicas. Dessa forma, é possível que a produção de soldados seja um fator que influencie no dispêndio de energia das colônias para a atividade de forrageio. Para Janei (2013), a composição das castas da colônia pode interferir na atividade de forrageio dos cupins, de modo que, os operários/forrageadores de colônias que apresentam maior quantidade de ovos e ninfas estão mais envolvidos no cuidado com a prole do que no forrageamento.

Contudo, é preciso conhecer a composição e o número de indivíduos das castas nas colônias de diferentes tamanhos, para melhor compreender a dinâmica de forrageio a partir das necessidades energéticas de cada colônia, reforçando a necessidade de estudos que discutam melhor sobre esta temática afim de acrescentar informações sobre o comportamento alimentar de *C. cyphergaster*.

8.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostrou que o tamanho das colônias não interfere em aspectos da dinâmica de forrageio de *C. cyphergaster* como frequência e tempo, além dos recursos explorados pelos indivíduos durante a atividade de forrageamento.

Entretanto, a diferença observada para o tamanho da área explorada pelos cupins entre os variados volumes de ninhos mostra que cada colônia pode desenvolver estratégias de forrageio de acordo com seu nível de maturação e necessidades energéticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, T. 1987. Evolution of the life types in termites. In Evolution, coadaptation, and biotic communities (S. Kawano, J.H. Connel & T. Hidaka, eds.). University of Tokyo Press, Tokyo, p.128-148.
- AGUDELO RONDÓN; A. A. Filogenia de Photininae (Dictyoptera: Mantodea: Mantidae) baseada em dados morfológicos e moleculares. Tese (Doutorado)- Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus, 2015.
- ALVES; W. F. Térmitas como bioindicadores de qualidade de hábitat na caatinga, Brasil: há uma sintonia entre as variáveis estruturais dos hábitats e as taxocenoses amostradas? 2009. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, Brasil.
- ARAÚJO, R.L. 1970. Termites of the Neotropical region. In Biology of termites (K. Krishna & F.M. Weesner, eds.). Academic Press, New York, v.2, p.527-576.
- BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B.; LIMA, J. R.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. F. e THOMAS, W. W. 2007 - Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. *Oecologia Brasiliensis* 11(03): 313–322
- BARBOSA, R.I. Período de forrageamento de duas espécies de *Syntermes* (Isoptera, Termitidae) em uma floresta tropical amazônica e a relação com temperatura e umidade do ar. **Rev. Bras. Entomol.** 37(4):763-767, 1993.
- BARBOSA-SILVA, A. M. **Liquens associados à alimentação de *Constrictotermes cyphergaster* (SILVESTRE, 1901) (Isoptera, Termitidae) no semiárido brasileiro.** 2014. 47f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2014.
- BANERJEE B. 1975. Growth of mounds and foraging territories in *Odontotermes redemanni* (Wassmann) Isoptera: Termitidae. **Insect. Soc.** 22: 263 – 271
- BECCALONI, G. & EGGLETON, P. 2013. Order Blattodea. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.). Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). **Zootaxa**, 3703: 46-48.
- BEZERRA-GUSMÃO, M. A. **História natural de *Constrictotermes cyphergaster* (silvestri, 1901) (Isoptera; Termitidae) em uma área de caatinga do cariri paraibano, no Nordeste do Brasil.** 2008, 130p. João Pessoa, PB. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2008.

- BEZERRA-GUSMÃO, M. A. et al. Are nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) important in the C cycle in the driest area of semiarid caatinga in Northeast Brazil? **Applied Soil Ecology (Print)**, v.11, n. 1, p: 1-5, 2011
- BEZERRA-GUSMÃO, M.A.; MARINHO, R.A.; KOGISO, K.A.; BANDEIRA, A.G. & BARBOSA, M.R.V. Nest dynamics of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) and its association with the supporting vegetation in a semiarid area, northeast, Brazil. **Journal of Arid Environments**, 91: 1-6, 2013.
- BIGNELL, D.E. & EGGLETON, P. 2000. Termites in ecosystems. In Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology (T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi, eds.). Kluwer Academic Publishers, London, p.363-387.
- BLACK, H.I.J.; OKWAKOL, M.J.N. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites. **Applied Soil Ecology**, v.6, p.37-53, 1997.
- BOUILLON A. Termites of the Ethiopian region. In: Biology of Termites, Vol. II (Krishna K. and Weesner F.M., Eds), Academic Press, New York. pp 158 – 280, 1970.
- BUXTON R.D. Changes in the composition and activities of termite communities in relation to changing rainfall. *Oecologia* 51: 371 –378, 1981.
- CLEVELAND, L. et al. The wood-feeding roach *Cryptocercus*, its Protozoa, and the symbiosis between Protozoa and roach. **American Academy of Arts Sciences**, v.17, p.185-342, 1934.
- COLLINS, N.M. Observations on the foraging activity of *Hospitalitermes umbrinus* (Haviland), (Isoptera: Termitidae) in the Gunong Mulu National Park, Sarawak. **Ecol. Entomol.** 4(3):231-238, 1979.
- CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the new world (Insecta: Isoptera). **Arq. Zool.** 35: 135-231, 1998.
- CORNELIUS, M. L.; OSBRINK, W. L. A. Effect of Seasonal Changes in Soil Temperature and Moisture on Wood Consumption and Foraging Activity of Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**. New Orleans, v. 104, n.3, p. 1024-1030, 2011.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; JANEI, V.; CAMARGO-DIETRICH, C.R.R. Novelties on the biology of the Asian Termite *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae). **Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Pests**, Instituto Biológico, São Paulo, SP, 2011.

- DANGERFIELD, J.M. et al. The mound-building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.507-520, 1998.
- DARLINGTON, J.P.E.C. The underground passages and storage pits used in foraging by a nest of the termite *Macrotermes michaelseni* in Kajiado, Kenya. **J. Zool.** 198(2):237-247, 1982.
- EGGLETON, P. 2000. Global patterns of termite diversity. IN: ABE, T.; BIGNELL, D.E. & HIGASHI, M. (EDS.). **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Netherlands, Kluwer Academic Publishers. p. 25-52
- EMERSON, A. E. 1938. Termite nests- a study of the phylogeny of behaviour. *Ecological Monographs*, 8:247-287.
- FONTES, E. G. **Estudos ecológicos sobre o térmita arbóreo *Constrictotermes cyphergaster* em área de cerrado**. 1980. 65f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 1980.
- GODINHO, A.L., L.V. LINS, T.A. GONTIJO & D. J. DOMINGOS. Aspectos da ecologia de *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae: Nasutitermitinae) em cerrado, Sete Lagoas/MG. **Braz. J. Biol.** 49: 703-708, 1989.
- GRACE, J.K.; CAMPORA, C.E. Food location and discrimination by subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). In: LEE, C.-Y.; ROBINSON, W.H. (Eds.). *Proceedings of the 5th International Conference on Urban Pests*, p. 437 – 441, 2005.
- GRASSÉ, P.P. 1949. *Ordre des Isoptères ou termites*. In *Traité de zoologie* (P.P. Grassé, ed.). Masson, Paris, v.9, p.408-544.
- GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. 1985. *Atlas geográfico do Estado da Paraíba*. Grafset, João Pessoa. 100pp.
- HONDA, N. K. & VILEGAS, W. A química dos líquens. *Química Nova*, 21, 110 – 125, 1998).
- JANEI, V. ***Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae): dinâmica de colônias inteiras, necessidades hídricas e alocação de castas entre diferentes fontes alimentares**. 2013. 121f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.
- KLASS, K.-D. & MEIER, R. A phylogenetic analysis of Dictyoptera (Insecta) based on morphological characters. **Entomologische Abhandlungen** 63(1-2):3-50. 2006.
- KRISHNA, K. Introduction. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (orgs.). **Biology of termites**. vol. 1. New York e London: Academic Press, 1969. p1-17.

- KRISHNA, K.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 377, p. 2433-2705, 2013.
- LEE, K. E.; WOOD, T. G. 1971. *Termites and soils*. 251 pp, London (Academic Press).
- LENZ, M. 1994. Food resources, colony growth and caste development in wood-feeding termites. **In: Nourishment and evolution in insect societies** (J.H. Hunt & C.A. Nalepa, eds.). Westview Press, Boulder, p.159-210.
- LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO, AM. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera) **Biota Neotropica**, v.7, p. 243-250, 2007.
- LIMA, I. B.; BARBOSA, M. R. V. Composição florística da RPPN fazenda almas, no cariri paraibano, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 23(1), pp. 49-67, 2014.
- MARTINEZ-DELCLÓS, X.; MARTINELL, J. The oldest known record of social insects. **Journal Paleontology**, v. 69, n. 3, p. 594-599, 1995.
- MARTIUS, C., AMELUNG, W. & GARCIA, M.V.B. The amazonian forest termite (Isoptera: Termitidae) (*Constrictotermes cavifrons*) feeds on microepiphytes. **Sociobiology**, **35**, 379-383, 2000.
- MATHEWS, A.G.A. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. Academia Brasileira de Letras, Rio de Janeiro, 1977.
- MARTINEZ-DELCLOS, X.; MARTINELL, J. The oldest known record of social insects. **Journal of Paleontology** 69 (3): 594–599, 1995.
- MÉLO, A. C. S. & A. G. BANDEIRA. A qualitative and quantitative survey of termites (Isoptera) in an open Shrubby Caatinga in Northeast Brazil. **Sociobiology** 44: 707–716, 2004.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2002. Avaliação das ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. UFPE/ FAD/ CI do Brasil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA-Semiárido, MMA/SBF. Brasília. 36 pag.
- MIURA, T. & MATSUMOTO, T. Open-air litter foraging in the nasute termite *Longipeditermes longipes* (Isoptera: Termitidae). **J. Insect Behav.** 11(2):179-189, 1997.
- MIURA, T. & MATSUMOTO, T. Foraging organization of the open-air processional lichen-feeding termite *Hospitalitermes* (Isoptera, Termitidae) in Borneo. **Insectes Soc.** 45(1):17-32, 1998
- MOORE, J. C., WALTER, D. E., & HUNT, H. W. Arthropod regulation of micro and mesobiota in below-ground detrital food webs. **Annual Review Entomology** 33: 419-439. 1988.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga Domain in Brazil. **The Botanical Review** · May 2016

MOURA, F.M.S., VASCONCELLOS, A., ARAÚJO, V.F.P. & BANDEIRA, A.G. (2006 a). Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of northeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, **53**, 472-479.

MOURA, F.M.S., VASCONCELLOS, A., ARAÚJO, V.F.P. & BANDEIRA, A.G. (2006 b). Feeding Habit of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) in an Area of Caatinga, Northeast Brazil. **Sociobiology**, **48**, 1-6.

NASH, T.H. *Lichen Biology*. 2º ed. Cambridge: University Press. 2008.

SILVA, A. C. Riqueza líquênica associada à alimentação de *Constriscotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) em região semiárida, Paraíba, Brasil. 34 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

NOIROT, C. & DARLINGTON, J. P. E. C. 2000. Termite nests: Architecture, regulation and defense. Pp, 121-140. In: Abe, M. Higashi & D. E. Bignell (eds). **Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology**. Kluwer Academic Publications, Dordrecht.

NÚCLEO DE METEOROLOGIA APLICADA. 1987. *Atlas climatológico da Paraíba*. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 143pp.

OLIVEIRA, M. L. **Risco de predação de cupins arborícolas (Insecta: Isoptera) durante o forrageamento**. 2009, 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

RUAN, G.; SONG, X.; HU, Y.; HAN, N.; ZHANG, D. Foraging Activities of *Coptotermes formosanus* in Subtropical Areas in China. **J. Econ. Entomol.** **108**(2): 701–706, 2015.

SUGIMOTO, A., D.E. BIGNELL; J.A. MACDONALD, 2000. **Global impact of termites on the carbon cycle and atmospheric trace gases**, p. 409-435. In: ABE, T., D.E. BIGNELL & M. HIGASHI (Eds.) **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

TORALES, G. J., LAFFONT, E. R., GODOY, M. C., CORONEL, J. M., ARBINO, M. O. Update on taxonomy and distribution of Isoptera from Argentina. **Sociobiology**, **45**, 853-886. 2005.

TRANIELLO; J.F.A.; LEOTHOLD, R.H. Behavior and ecology of foraging in termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (Eds). *Termites: evolution*, 2000.

- VASCONCELLOS, A. Ecologia e biodiversidade de cupins (Insecta, Isoptera) em remanescentes de Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro. 2003, 148p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
- VASCONCELLOS, A.; ARAÚJO, V. F. P.; MOURA, F. M. S.; BANDEIRA, A. G. 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
- WALLER, D.A. & LA FAGE, J.P. Nutritional ecology of termites. In: **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates** (SLANSKY JR, F; RODRIGUEZ, J.G. (eds). John Wiley & Sons, New York, p.487-532. 1986.
- WILSON, E.O. The insects societies. Cambridge, Belknap Press of Harvard University Press. 548p. 1971.
- WOOD, T. G. & JOHNSON, R. A. Abundance and distribution in soil of *Microtermes* (Isoptera, Termitidae) in savanna woodland and agricultural systems at Mokwa, Nigeria. **Memorabilia Zoology** 29, 208-213. 1978.