



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

RIQUEZA LIQUÊNICA ASSOCIADA À ALIMENTAÇÃO DE *Constrictotermes cyphergaster* (ISOPTERA, TERMITIDAE) EM REGIÃO SEMIÁRIDA, PARAÍBA, BRASIL

CAMPINA GRANDE – PB

2013

AMANDA COSME DA SILVA

RIQUEZA LIQUÊNICA ASSOCIADA À ALIMENTAÇÃO DE *Constrictotermes cyphergaster* (ISOPTERA, TERMITIDAE) EM REGIÃO SEMIÁRIDA, PARAÍBA, BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Maria Avany Bezerra Gusmão

CAMPINA GRANDE – PB

2013

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.

S586r Silva, Amanda Cosme da.

Riqueza liquênica associada à alimentação de Constrictotermes
Cyphergaster (ISOPTERA, TERMITIDAE) em região semiárida,
Paraíba, Brasil [manuscrito] / Amanda Cosme da Silva. - 2013.
32 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências
Biológicas e da Saúde, 2013.

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

1. Flora paraibana. 2. Ecologia trófica. 3. Líquens crostosos.
4. Isoptera. I. Título.

21. ed. CDD 577

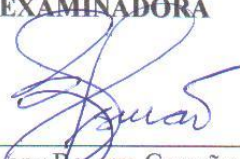
AMANDA COSME DA SILVA

RIQUEZA LIQUÊNICA ASSOCIADA À ALIMENTAÇÃO DE *Constrictotermes cyphergaster* (ISOPTERA, TERMITIDAE) EM REGIÃO SEMIÁRIDA, PARAÍBA, BRASIL


Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biologia.
Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Maria Avany Bezerra Gusmão

Aprovado em 28 de novembro de 2013

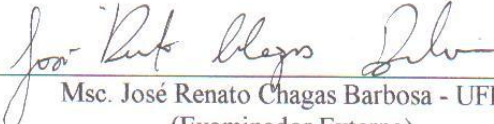
BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão - UEPB
(Orientadora)



Prof. Dr. Eduardo Barbosa Beserra - UEPB
(Examinador Interno)



Msc. José Renato Chagas Barbosa - UFPB
(Examinador Externo)

*À Deus, à minha família,
à meu namorado, amigos e todas as pessoas
que contribuíram para que este sonho se tornasse real,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo cuidado e pela força. Por me erguer a todo momento, principalmente naqueles em que a vida me foi tão difícil. Obrigado, Senhor, por ser luz em meu caminho e verdade em minha existência. Sem ti não sei o que seria de mim, se é que seria eu alguma coisa.

Aos meus pais, Judite Barbosa e Antônio Cosme, pela educação, pelo esforço, pelo tempo que me dedicaram e pelo caráter que me ajudaram a construir. Vocês são a base de tudo que sou, e é por isso que lhes dedico, não somente este trabalho, mas toda a minha vida. Amo vocês, como a luz que ilumina o dia a cada manhã vindoura. Obrigado absolutamente por tudo!

As minhas irmãs Alciene, por ser um exemplo de força e resignação e Juliana, por acreditar que o amor é invencível. Aos meus irmãos, Ulisses, Marcos Antônio e Wellington, pela amizade, carinho e apoio. Muito obrigado por tudo.

Agradeço imensamente a minha turma de graduação: Rayssa, Mikalatéia, Joyce, Djailton e Herick, por tudo que vivemos juntos e pela certeza que ainda viveremos muito mais. Agradeço ainda aqueles que carrego no coração com um carinho especial, Douglas (Cobra macho), Josi (Maria Preta), Iza (Maria cobra), Jennyffer (Naja) e Mari (bee do, bee do), admiro muito vocês! Mas não posso deixar de mencionar minha gratidão especial a minha gêmea siamesa da cabeça de uva, Savanna (não fique com ciúmes, Douglas), pela paciência, risos, apoio, dramas e todas as simplicidades que tornam nossa amizade tão nossa (nossa duas vezes, haaaa). Amo você!

Obrigado aos meus colegas de laboratório, Bruno, Antônio, Andréia, Hayanne, Zuleica, Hugo, Mário e Wellerson, por todo apoio nas coletas, no convívio em equipe e pelo companheirismo que sempre tiveram. Agradeço especialmente a Gesilândia, Rebeca e Kátia (Cobra branca) por passarem de colegas a amigas e por me mostrarem que a amizade pode florescer em qualquer lugar, basta, para isso, está disposto a jardinar. Obrigado, queridas!

A Ana Márcia, por todo tempo que me foi dedicado, pela oportunidade de compartilhar momentos inesquecíveis, pelo carinho e principalmente por sua amizade. Obrigada Bruaquinha.

Agradeço ainda, as minhas antigas atuais amigas de sempre, Valbia Porto, Janine Florêncio e Jéssica Góis, por nunca deixarem de me apoiar, mostrando que a nossa amizade é muito mais do que onipresença.

Aos meus amigos Jardel, Joel, André e Rafael Rubens, pela perenidade da amizade que cultivamos, pelo carinho e por tudo que vocês representam no meu coração.

Obrigado a minha sogrinha maravilhosa, Maria do Socorro, por todo apoio e orações. Muito obrigado por me dar a honra de ter como namorado a melhor pessoa que já conheci. Ronnie, meu rato preto, obrigado por iluminar meus dias com a poesia de seu sorriso e por cultivar esse amor tão bonito que a cada dia construímos. Te amo.

Agradeço a professora Avany por todo conhecimento compartilhado, por ser inspiração quando se trata de determinação, e por ter me acolhido em sua família, agora também minha, de termitólogos. Muito obrigado por me mostrar que os valores mais bonitos não são construídos com títulos nem publicações, mas com o esforço que dedicamos e o respeito que temos ao nosso trabalho e ao de nossos colegas. A senhora dedico todo êxito que alcançar em minha carreira profissional. Espero lhe dar muito orgulho, chefe!

Por fim, agradeço a UEPB, pela oportunidade; Aos meus professores, André Peçanha, Eduardo Beserra, Ethan Barbosa, José Iranildo Melo, Márcio Mendes, Monica Silva, Karlete Vieira e Thelma Dias pela dedicação que sempre tiveram; ao CNPq pelo apoio financeiro; e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a construção desse trabalho.

Muitíssimo obrigado!

Quero viver o que almejo

[...]

Aceitar que o aprender é infinito

Compreender que sou uma eterna reticência...

Auto – Retrato *Isadora Turcatel*

RESUMO

O consumo de líquens por *Constrictotermes cyphergaster* tem sido sugerido na literatura, com base na semelhança morfológica da mandíbula desse cupim com espécies de *Hospitalitermes*. Este trabalho investigou a ingestão de líquens por *C. cyphergaster* numa área do semiárido paraibano, NE do Brasil. Foram monitorados cinco ninhos durante dez dias consecutivos, entre 18:00h e 06:00h, nos períodos de seca e chuva. Os líquens explorados durante a atividade de forrageio foram marcados e coletados para identificação. Foram identificadas 29 espécies liquênicas exploradas pelo cupim, das quais *Arthopyrenia cinchonae*, *Chrysotrix xantina*, *Dirinaria confluens*, *D. leopoldii*, *Graphis submarginata*, *Graphis sp.*, *Glyphis scyphulifera*, *Lecanora achroa*, *L. helva*, *Leucodcton occultum*, *Pertusaria flavens* e *Pyrenula anômala* se destacaram pela frequência de consumo nas duas estações e/ou presença de ácidos liquênicos. Não foi observada diferença significativa entre as distâncias percorridas nas trilhas de forrageio ($t = 1.0394$; $p = 0.3573$), bem como para a frequência de forrageio entre as estações ($t = 0.2325$; $p = 0.4138$). Não se observando, portanto, um regime sazonal na intensidade da atividade de forrageamento. Embora não se conheça a razão da exploração de líquens por *C. cyphergaster*, é provável que esta esteja associada à reserva nutricional que este recurso pode oferecer ao cupim ou ainda se beneficiando dos ácidos produzidos pelos líquens, que podem atuar na comunidade simbiótica de seu trato digestório.

Palavras chave: Isoptera; Comportamento alimentar; Recurso liquênico; Ecologia trófica; Líquens crostosos.

ABSTRACT

The consumption of lichens by *Constrictotermes cyphergaster* has been suggested in the literature based on morphologic similarity of mandible this termite species of *Hospitalitermes*. This work investigated the lichen ingestion by *Constrictotermes cyphergaster* in an area of the semi-arid Paraiba, NE Brazil. Five nests were monitored during 10 consecutive days between 6:00 p.m. and 06:00 a.m., during periods of drought and rain. Lichens explored during foraging activity were marked and collected for later identification. We identified 29 species liquenicas exploited by termite, of which *Arthopyrenia cinchonae*, *Chrysotrix xantina*, *Dirinaria confluens*, *D. leopoldii*, *Graphis submarginata*, *Graphis sp.*, *Glyphis scyphulifera*, *Lecanora achroa*, *L. helva*, *Leucodcton occultum*, *Pertusaria flavens e* *Pyrenula anomala*, If stressed by occurrence in two stations and/or presence of lichen acids. No significant difference was observed between the distances of foraging trails ($t = 1.0394$, $p = 0.3573$), as well as the foraging frequency between seasons ($t = 0.2325$, $p = 0.4138$). There is nothing, therefore, a scheme seasonal in intensity of foraging activity. Although we do not know the reason for the lichens exploitation by *C. cyphergaster*, it is likely that this is associated with the nutritional reserves that this feature can offer the termite or even taking advantage of acids produced by lichens, which can act in symbiotic community of your digestive tract.

Keywords: Isoptera; Feeding behavior; Lichenic Resource; Trophic ecology; Crostosos lichens.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** - Estação Experimental São João do Cariri, localizada no município de São João do Cariri, mesorregião da Borborema, semiárido do nordeste brasileiro. 18
- Figura 2** - Ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* selecionados para monitoramento da atividade de forrageio sobre líquens, em região semiárida, NE do Brasil..... 19
- Figura 3** - Líquens visitados por *Constrictotermes cyphergaster* durante forrageio, em região semiárida, NE do Brasil. Período de seca (2012). 19
- Figura 4** - Similaridade da riqueza líquênica ingerida por *Constrictotermes cyphergaster* em período de seca (2012) e de chuva (2013), em região semiárida, NE do Brasil..... 21

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1** - Frequência de forrageio (dias) e média da distância máxima (m) das trilhas percorridas por *Constrictotermes cyphergaster* em período de seca (2012) e chuva (2013), em região semiárida, NE do Brasil..... 21
- Tabela 2** - Riqueza liquênica associada à alimentação de *Constrictotermes cyphergaster* e frequência de visitação às espécies nos períodos de seca (2012) e chuva (2013), em uma região semiárida, NE, Brasil..... 22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. <i>Cupins: origens e importância ecológica</i>	14
2.2. <i>Alimentação dos cupins</i>	14
2.3. <i>Líquens como recurso alimentar</i>	15
2.4. <i>Constrictotermes cyphergaster: distribuição e ecologia alimentar</i>	16
3. OBJETIVOS	17
3.1. <i>Objetivo geral</i>	17
3.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. <i>Área de estudo</i>	18
4.2. <i>Procedimentos de coleta</i>	19
4.3. <i>Identificação dos Líquens</i>	20
4.4. <i>Análise dos dados</i>	20
5. RESULTADOS	21
6. DISCUSSÃO	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

Em ambientes áridos e semiáridos, como a caatinga, os térmitas são considerados organismos chave para a manutenção estrutural e funcional desses ecossistemas, uma vez que exploram uma grande variedade de recursos alimentares, dentre eles madeira (viva ou morta), serapilheira, húmus, fungos, líquens, estrume, ervas e até mesmo cadáveres de animais. Esses insetos desempenham um importante papel na ciclagem de nutrientes e aeração do solo, agindo como verdadeiros engenheiros do ecossistema (WOOD; JOHNSON, 1983; HOLT, 1987; LIMA; NOIROT, 1992; NASH; WHITFORD, 1995; COSTA-LEONARDO, 2007).

Ainda que a celulose seja a principal fonte energética para os cupins, o nitrogênio constitui uma fonte indispensável em sua dieta. Algumas espécies do gênero *Hospitalitermes* incluíram em sua alimentação os líquens, associações simbióticas entre algas e fungos e/ou cianobactérias (MIURA; MATSUMOTO, 1998; NASH, 2008), os quais são considerados fontes de carboidratos, aminoácidos derivados, proteínas e glicolipídeos e ainda contêm uma ampla variedade de metabólitos secundários bastante utilizados na indústria farmacológica (HONDA; VILEGAS, 1998). Para Collins (1983), os cupins deste gênero se alimentam de líquens por estes oferecerem uma fonte extra de nitrogênio. No entanto, não se sabe ao certo quais os reais benefícios que esse recurso fornece aos mesmos, tampouco se são as algas ou os fungos, os organismos que podem favorecer os cupins nutricionalmente (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Todavia, a associação entre cupins e fungos já é conhecida e altamente especializada para a subfamília Macrotermitinae, o que pode ser uma diretriz para o esclarecimento destas lacunas.

Mathews (1977) sugeriu que espécies de *Constrictotermes* também utilizam líquens em sua dieta, baseado na semelhança morfológica da mandíbula de cupins deste gênero com espécies de *Hospitalitermes*. Este argumento tem sido sustentado por estudo feito por Martius et al. (2000) para *C. cavifrons*, na Amazônia, onde este cupim se alimenta de microepífitas. Moura et al. (2006) afirmam ter observado a presença de *C. cyphergaster* sob um talo líquênico, no semiárido paraibano, entretanto, não confirmou o consumo do recurso pela espécie.

Constrictotermes cyphergaster (Silvestri, 1901) ocorre na Bolívia, Paraguai e norte da Argentina, além do Brasil, onde é encontrada tipicamente no cerrado da região central e caatinga (MATHEWS, 1977; GODINHO et al., 1989; CONSTANTINO, 1998; MÉLO; BANDEIRA, 2004). A atividade de forrageio da espécie ocorre à noite, normalmente das 22:00 às 5:00h, em trilhas expostas tanto no chão como por sobre as árvores, cujos principais

itens alimentares consumidos incluem troncos mortos de árvores e ramos (em diferentes fases de decomposição) e a superfície de troncos vivos (MOURA et al., 2006).

No Brasil, estudos que tratem sobre a diversidade e ecologia dos líquens ainda são escassos, principalmente fora das regiões Sul e Sudeste (CÁCERES, 2007). No Norte e Nordeste brasileiro, destacam-se trabalhos e projetos recentes relacionados com a taxonomia de líquens foliícolas e corticícolas crostosos da Mata Atlântica, Amazônica Oriental e Semiárido (LÜCKING; CÁCERES, 2004; CÁCERES, 2007; CÁCERES et al., 2008). Trabalhos que evidenciem tal diversidade associada à alimentação de térmitas, por outro lado, são ainda mais raros.

Diante desse contexto e tendo em vista a importância ecológica deste cupim, especialmente em ambientes de caatinga, este estudo visou contribuir para o conhecimento da ecologia alimentar de *C. cyphergaster*, bem como da riqueza líquênica do semiárido paraibano.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Cupins: origens e importância ecológica*

Os cupins são insetos eusociais pertencentes à ordem Isoptera, com aproximadamente 3.105 espécies amplamente encontradas nos trópicos e em áreas temperadas (KRISHNA et al., 2013). Eles constituem o grupo mais antigo de insetos verdadeiramente sociais, e podem ter surgido antes mesmo das sociedades das formigas (KRISHNA, 1969).

Como insetos sociais, os cupins são organizados em castas, as quais determinam as atividades na colônia. A casta estéril é composta pelos operários e soldados, enquanto a casta fértil é representada pelo casal real. Os operários são responsáveis pela alimentação do ninho, bem como a construção do mesmo, enquanto os soldados fazem a defesa da colônia e o casal real desempenha as atividades reprodutivas (KRISHNA, 1969; HOLLOBLER; WILSON, 2009).

Esses insetos vivem em termiteiros subterrâneos, epígeos, arborícolas ou no interior da madeira, tanto em ecossistemas naturais como modificados. Seus ninhos podem ser construídos com excrementos, partículas do solo ou ambos, os quais são transportados através das mandíbulas dos operários e umidificados com saliva (NOIROT; DARLINGTON, 2000). Justamente por desempenharem atividades que provocam mudanças diretas na estrutura do ambiente, são considerados organismos indispensáveis para a manutenção estrutural e integridade dos ecossistemas, devido ao seu papel como mediadores nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (HOLT; COVENTRY, 1990; NASH; WHITFORD, 1995; HOLT; LAPAGE, 2000).

Os térmitas ocupam a posição de consumidores de primeira ordem (herbívoros) e de detritívoros na biocenose. E em regiões áridas e semiáridas, onde a diversidade e abundância são geralmente mais baixas, a importância funcional dos cupins pode ser maior do que em florestas úmidas (VASCONCELLOS et al., 2010), a exemplo de algumas savanas semiáridas onde são responsáveis por mais de 20% de mineralização de carbono (HOLT, 1987).

2.2. *Alimentação dos cupins*

O forrageamento é uma atividade realizada pela casta estéril que garante a alimentação da colônia. Para esse fim, os cupins formam trilhas, geralmente protegidas por galerias, mas algumas espécies forrageiam a céu aberto (WOOD, 1978). Esse trabalho envolve várias estratégias de organização e comunicação entre os milhares de indivíduos e, como na maioria

dos insetos, a comunicação química é essencial (EGGLETON, 2000). Como a casta reprodutora, os soldados e também os jovens não se alimentam sozinhos, recebem dos operários alimentação estomodeal, que inclui saliva ou alimento regurgitado; ou proctodeal, que consiste de excreções líquidas, ricas em simbioses, provenientes do intestino posterior, sendo esta última característica de cupins inferiores.

Os cupins possuem um aparelho bucal mastigador (GRASSÉ, 1949), e embora se admita que todos sejam xilófagos, alguns podem desenvolver dietas especializadas, a exemplo de cupins da família Termitidae que tem se especializado convergentemente no consumo de solo (BIGNELL; EGGLETON, 2000). Muitas das fontes exploradas pelos térmitas são ricas em lignina e carboidratos, especialmente celulose (MOORE, 1969). Entretanto, quando comparada a de outros animais, sua dieta é representada por um baixo valor nutricional (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Diante disso, a sobrevivência desses insetos é possibilitada pelos seus mecanismos digestivos, que garantem a extração da maior parte dos nutrientes, juntamente com a conservação e ciclagem altamente controlada destes (WALLER; LA FAGE, 1986).

2.3. Líquens como recurso alimentar

Os líquens são um grupo de organismos simbióticos extremamente diversificados que consistem na associação de um fungo e de uma alga e/ou cianobactéria (WEBSTER; WEBER, 2007; NASH, 2008). Abrangem cerca de 13.500 espécies, cobrindo aproximadamente 8% da superfície terrestre do mundo (NASH, 2008), com ocorrência em vários substratos, a exemplo de troncos de árvores, folhas, briófitas, rochas, solo e até mesmo sobre substratos menos convencionais como plásticos, metais e concreto (LÜCKYNG, 1998).

Esses organismos fazem parte de muitas cadeias alimentares de invertebrados. De acordo com Sharnoff (1998), mais da metade das ordens de insetos, incluindo Isoptera, possuem algum tipo de associação com líquens, seja para obtenção de abrigo, fuga de predadores ou alimentação. Entre os cupins, a utilização de líquens como recurso alimentar é bem conhecida para o gênero *Hospitalitermes* (MIURA; MATSUMOTO, 1998). Também se comenta na literatura sobre a utilização desse recurso por espécies de *Constrictotermes* (MATHEWS, 1977; MARTIUS, 2000; MOURA; VASCONCELLOS, 2006). Contudo, ainda são escassos registros que tratem da ecologia alimentar desse grupo associada ao consumo de recurso líquênico. Existe ainda, a necessidade de estudos sobre a qualidade nutricional dos líquens

para esses insetos, bem como quais benefícios são oferecidos aos invertebrados que os consomem (SHARNOFF, 1998).

2.4. *Constrictotermes cyphergaster*: distribuição e ecologia alimentar

Além do Brasil, tipicamente em áreas de cerrado e caatinga, onde se destaca entre as espécies de cupins mais conhecidas, *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae; Nasutitermitinae) tem distribuição na Argentina, Bolívia e Paraguai (TORALLES, 1995; CONSTANTINO, 1998; MARTIUS, 2000; MÉLO; BANDEIRA, 2004).

Seus ninhos apresentam duas fases, inicialmente subterrâneo e depois arborícola, sendo esta última mais representativa (MATHEWS, 1977; GODINHO et al., 1989) e são construídos com solo umedecido e saliva, variando sua coloração do vermelho acobreado até cinza bem claro, de acordo com o tipo e solo onde se encontram (BEZERRA-GUSMÃO, 2008). Quanto a densidade, seus termiteiros podem exceder 80 ninhos/ha, com cerca de 278.2 indivíduos/m² e aproximadamente 0,9 g (peso freco)/m²/indivíduo, destacando o papel da espécie na remoção de partículas do solo nessas áreas (VASCONCELLOS et al., 2007). Estudos também mostram a importância ecológica de seus termiteiros por abrigar inquilinos obrigatórios, como *Inquilinitermes fur* e *I. microcerus* (MATHEWS, 1977), além de outros animais termitariófilos e termitófilos (CUNHA; BRANDÃO, 2000).

Esse cupim forrageia em trilhas abertas tanto no chão como por sobre as árvores, divergindo de outros grupos de cupins que realizam essa atividade sob a proteção de galerias. Suas trilhas podem alcançar o dossel das árvores, comportamento que dificulta ainda mais a observação de seu hábito alimentar noturno. De acordo com Moura et al. (2006), *C. cyphergaster* se alimenta principalmente de troncos e galhos de árvores, apesar da gama de recursos que os cupins podem explorar. Os mesmos autores também afirmaram ter observado a presença desse cupim sob um talo liquênico, no semiárido paraibano, não comprovando, todavia, o consumo do recurso pela mesma.

Em área de caatinga, estudos sobre estrutura e dinâmica populacional, biomassa, revoada e consumo de matéria orgânica vegetal da espécie já foram realizados (VASCONCELLOS et al., 2007; MOURA et al., 2006, 2008; BEZERRA-GUSMÃO, 2008). Todavia, muitos aspectos sobre a espécie ainda permanecem obscuros, ampliando a necessidade por novos trabalhos na área.

3. OBJETIVOS

3.1. *Objetivo geral*

Verificar o consumo de líquens por *Constrictotermes cyphergaster*, visando esclarecer aspectos da ecologia alimentar desse cupim em região semiárida, NE do Brasil.

3.2. *Objetivos específicos*

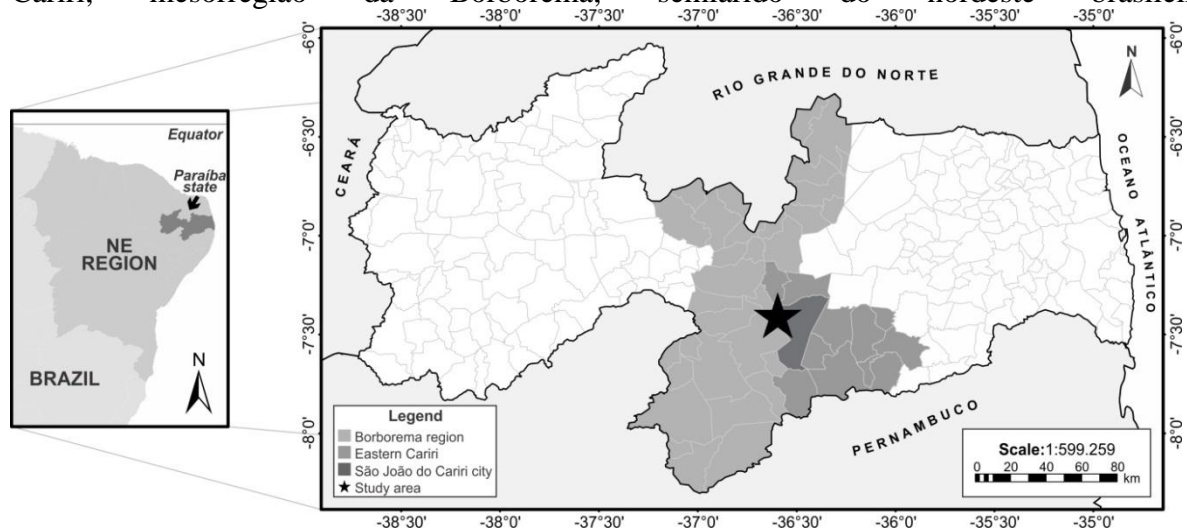
- Identificar quais espécies líquênicas são exploradas por *Constrictotermes cyphergaster*;
- Comparar a riqueza de líquens ingeridos por *Constrictotermes cyphergaster* nas estações de seca e chuva, observando se há variação sazonal quanto aos líquens explorados e a frequência com que esse recurso é visitado.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

As observações de campo foram realizadas na Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC) ($7^{\circ} 25'00''$ S e $36^{\circ} 36'00''$ W), pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Inserida na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri Oriental (Fig. 1), a EESJC possui uma área de 381 ha no Cariri paraibano, considerado uma das regiões mais secas do Brasil, com média anual de apenas 384.8 mm (AESAs, 2013). A área tem altitudes entre 400 a 700 m, e média anual de umidade e temperatura máxima de 50 % e 28.5 a 35°C, respectivamente (ATLAS GEOGRÁFICO DA PARAÍBA, 1985).

Figura 1 – Estação Experimental São João do Cariri, localizada no município de São João do Cariri, mesorregião da Borborema, semiárido do nordeste brasileiro.



Fonte: Adaptado. www.aesa.pb.gov.br. (2009)

O clima da região é quente e seco, com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos, apresentando entre 9 a 11 meses secos (ATLAS GEOGRÁFICO DA PARAÍBA, 1985). A vegetação é do tipo caatinga arbustivo arbóreo aberta, com predominância de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Croton blanchetianus* Müll. Arg. (formalmente referido no Brasil como *C. sonderianus* Müll. Arg.), *Combretum leprosum* Mart., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill, *Aspidosperma pyriforme* Mart. e *Tacinga palmadora* (Britton e Rose) (BARBOSA et al., 2007).

4.2. Procedimentos de coleta

Foram selecionados cinco ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* para monitoramento durante os períodos de seca (2012) e chuva (2013). A atividade de forrageamento dos cupins foi observada ao longo de dez dias consecutivos, no intervalo das 18:00h as 06:00h (Fig. 2). Os ninhos foram escolhidos levando em consideração a distância mínima de 30 metros um do outro para evitar a sobreposição de trilhas de forrageio.

Figura 2 - Ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* selecionados para monitoramento da atividade de forrageio sobre líquens, em região semiárida, NE do Brasil.



Fonte: SILVA, A. C. (2013).

Durante o monitoramento foram utilizadas lanternas de luz branca, uma vez que a luz amarela parece causar um maior incômodo aos cupins. As trilhas de forrageio da população de cada ninho foram seguidas e os líquens visitados e raspados pelos operários de *C. cyphergaster* foram observados e marcados (Fig. 3). Ao término do experimento os líquens foram coletados com o auxílio de um facão e armazenados em sacos de papel, para serem acondicionados em caixas de isopor e levados para posterior identificação.

Figura 3 - Líquens visitados por *Constrictotermes cyphergaster* durante forrageio, em região semiárida, NE do Brasil. Período de seca (2012).



Fonte: SILVA, A. C. (2012).

4.3. Identificação dos Líquens

A identificação das amostras foi realizada seguindo metodologia padrão com auxílio de literatura especializada (BEVILAQUA, 2007; SIPMAN, 2005, FLEIG; MEDEIROS FILHO, 1990; SWINSCOW; KROG, 1988; GALLOWAY, 1985; HALE, 1979; ZAHLBRUCKNER, 1907), analisando-se detalhadamente estruturas morfológicas de valor taxonômico, tais como: forma e tamanho do talo, presença, forma e dimensões de estruturas vegetativas como: lobos, ramos, podécios, pseudopodécios, cílios, rizinas, tomento, hipotalo, cifelas, pseudocifelas, cefalódios; presença, forma e localização de propágulo simbióticos como: sorédios, dáctilos, filídios, isídios, pústulas; presença, tipo, forma e localização de estruturas reprodutivas do micobionte (ascoma, basidioma, conidioma). As identificações foram realizadas no laboratório de Botânica da Universidade Federal de Sergipe, com a assistência da Prof. ^a Dr.^a Marcela Eugênia da Silva Cáceres.

4.4. Análise dos dados

A frequência relativa de visitação aos líquens foi determinada observando-se a riqueza dos líquens explorados e o número de vezes com que cada espécie foi visitada ao longo das trilhas.

A fim de analisar a similaridade das comunidades liquênicas entre os ninhos, uma ordenação multidimensional não-métrica (nMDS) foi efetuada, utilizando os dados de ocorrência das espécies liquênicas transformados em $\log(x+1)$, o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis como medida, e o período do ano como fator (níveis: seca/chuva). Para a análise, foi utilizado o programa estatístico Primer 6.1.1.

A significância de variações espaciais entre as trilhas, em ambos os períodos, foi avaliada através do Teste t, também utilizado para analisar a frequência de saídas entre os ninhos, utilizando o BioEstat 5.0.

5. RESULTADOS

Foi identificada uma riqueza de 29 espécies de líquens crostosos, distribuídas em 13 famílias, associadas à alimentação de *Constrictotermes cyphergaster* (Tab. 2). A riqueza de líquens explorados variou entre as populações dos ninhos monitorados, não apresentando similaridade entre os períodos sazonais pelo método de ordenação MDS (Fig. 4). No período chuvoso a exploração do recurso liquênico foi maior (80 ocorrências) que no de seca (38), representando 68,2 % do total de ocorrências de líquens verificadas entre as estações (Tab.2). Apesar disso, não houve diferença significativa entre a frequência de forrageio ($t = 0.2325$; $p = 0.4138$), bem como entre as distâncias percorridas nas trilhas durante os períodos de estudo ($t = 1.0394$; $p = 0.3573$) (Tab. 1).

Figura 4 - Similaridade da riqueza liquênica ingerida por *Constrictotermes cyphergaster* em período de seca (2012) e de chuva (2013), em região semiárida, NE do Brasil.

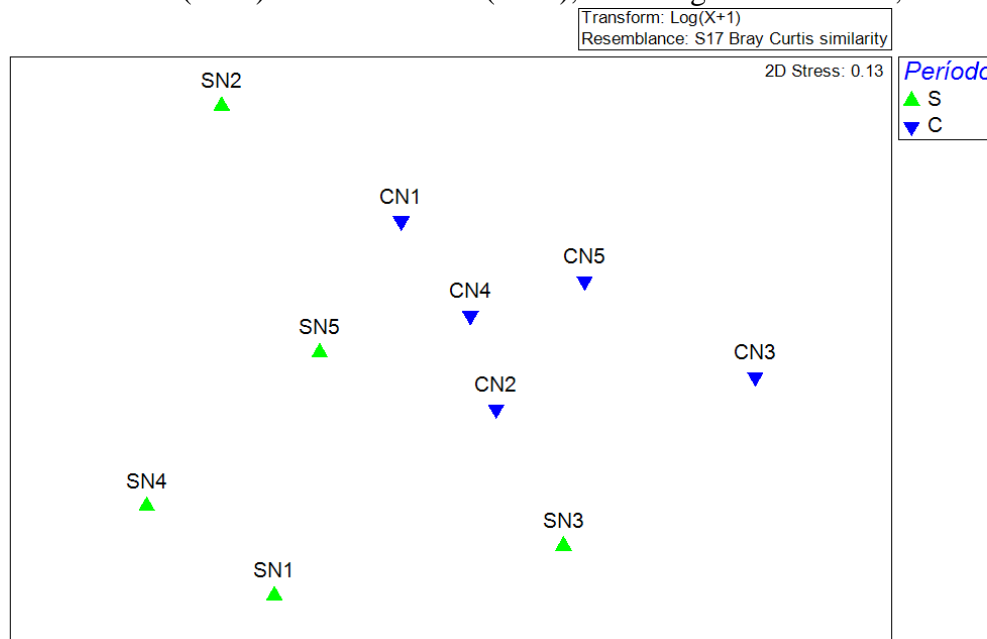


Tabela 1 - Frequência de forrageio (dias) e média da distância máxima (m) das trilhas percorridas por *Constrictotermes cyphergaster* em período de seca (2012) e chuva (2013), em região semiárida, NE do Brasil.

Estações climáticas	Seca					Chuva				
Ninhos	N1	N2	N3	N4	N5	N1	N2	N3	N4	N5
Frequência	06	07	04	06	05	05	06	07	04	05
Distância	11, 25	14,3	08	12,8	14,2	11,3	8,5	8,2	11	15,2

Tabela 2 - Riqueza liquênica associada à alimentação de *Constrictotermes cyphergaster* e frequência de visitação às espécies nos períodos de seca (2012) e chuva (2013), em uma região semiárida, NE, Brasil.

FAMÍLIA	ESPÉCIES	FREQUÊNCIA DE VISITAÇÃO									
		SECA					CHUVA				
		N1	N2	N3	N4	N5	N1	N2	N3	N4	N5
Arthoniaceae	<i>Arthonia sp.</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	2	2
	<i>Coniocarpon cinnabarinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Chrysotrix xanthina</i>	1	2	0	1	1	1	1	0	3	0
Arthopyreniaceae	<i>Arthopyrenia cinchonae</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	1	2
Graphidaceae	<i>Glyphis scyphulifera</i>	1	0	2	0	0	0	3	1	3	2
	<i>Grafis submarginata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Graphis cincta</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
	<i>Graphis sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lecanoraceae	<i>Lecanora Achroa</i>	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
	<i>Lecanora helva</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Lecanora leprosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2
Monoblastiaceae	<i>Anisomeridium albisedium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Anisomeridium subprostans</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Anisomeridium tamarindii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mycoporaceae	<i>Mycoporum eschweileri</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Parmeliaceae	<i>Canopharmelia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Clandestinotrema sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pertusariaceae	<i>Pertusaria flavens</i>	0	1	1	0	3	6	2	5	3	3
	<i>Pertusaria quassiae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Pertusaria sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Physciaceae	<i>Dirinaria confluens</i>	1	0	0	1	1	2	2	0	2	2
	<i>Dirinaria leopoldii</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Pyrenulaceae	<i>Pyrenula anomala</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Roccellaceae	<i>Opegrapha cf. arengae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Thelotremaaceae	<i>Leucodectum occultum</i>	0	0	1	0	1	1	0	5	0	0

	<i>Polymeridium amylosporium</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Trypetheliaceae	<i>Polymeridium proponens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Polymeridium subsinerium</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	<i>Polymeridium albocinereum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Total	13	29	5	9	11	4	9	15	14	19	17	15
	% de consumo por período						31,8			68,2		

6. DISCUSSÃO

Considera-se a riqueza de líquens explorados por *C. cyphergaster* relevante, cujas espécies identificadas são comumente encontradas em ambientes de caatinga (CÁCERES, 2007). Ainda assim, acredita-se que esse número seja subestimado, visto que a metodologia de amostragem não comportou a porção do dossel dos vegetais, onde as trilhas de *C. cyphergaster* alcançam. Esse comportamento além minimizar o campo de visão do observador, dificulta ainda, a coleta de material. O forrageamento no dossel também foi observado por Collins (1998) para o gênero *Hospitalitermes*.

A exploração de algumas espécies liquênicas restritas a uma estação climática pode estar relacionada a estruturas fisicoquímicas do líquen, pois, embora resistentes a variações sazonais, suas atividades biológicas são alteradas nesses períodos para suportar o stress ambiental, podendo mudar a consistência do talo e alterar a produção de alguns compostos secundários, tornando-os, em alguns casos, mais rígidos e pouco palatáveis (EINHELLING, 1996). Dessa maneira, tais alterações possivelmente devem ter levado a uma seletividade sazonal dos cupins por algumas espécies em determinado período.

O consumo de líquens foi visto como um comportamento oportuno, não estando diretamente relacionado à preferência do cupim por nenhuma espécie liquênica e sim à disponibilidade desse recurso nas trilhas de forrageio. Dessa forma, os líquens parecem ser utilizados como um recurso complementar a dieta lignocelulósica de *C. cyphergaster*, podendo então, estar relacionados à reserva nutritiva desse cupim. Além disso, alguns líquens produzem ácidos liquênicos que podem atuar como antimicrobianos (PEREIRA et al., 1997). Acredita-se, pois, na possibilidade desses ácidos ao entrarem em contato com o organismo dos cupins poderem influenciar a comunidade simbiótica de seu trato digestório, podendo atuar, até mesmo, como controladores de microorganismos, incluindo patógenos. A partir desses ácidos os cupins podem, talvez, suprimir a taxa de mortalidade da colônia, maximizando a longevidade desta.

Paralelo às observações deste estudo, utilizando as mesmas amostras, Barbosa-Silva (com pess.) tem comprovado a ingestão das espécies liquênicas aqui listadas, através de análise de cromatografia em camada delgada (CCD) do substrato do papo dos cupins, revelando a presença de ácidos liquênicos, os quais foram comparados aos padrões de Atranorina, ácido Divaricático, ácido Úsnico e ácido Norstíctico. O ácido úsnico, por exemplo, parece estar presente em sete espécies registradas neste estudo, *Dirinaria confluens*, *Dirinaria leopoldii*, *Lecanora achroa*, *Lecanora helva*, *Graphis submarginata*, *Graphis sp.*,

Leucodecton occultum. Pesquisas apontam que essa substância pode intervir na estrutura das paredes bacterianas e inibir o crescimento de bactérias gram⁺(RICHARDSON, 1974; HONDA, VILEGAS, 1998).

Para Nash (2008) os líquens cumprem o papel ecológico de fixadores de nitrogênio em ecossistemas áridos e constituem grande parte da biomassa de organismos autotróficos em ambientes de baixa disponibilidade de nutrientes. Honda e Vilegas (1998) sugerem que os térmitas utilizam a fixação de nitrogênio como uma alternativa de sobrevivência. Assim, é provável que os líquens consumidos por *C. cyphergaster* possuam nutrientes que favoreçam essa espécie, seja como uma fonte extra de nitrogênio, carboidrato ou proteínas, visto que a dieta desses insetos é baseada em recursos de baixos valores nutricionais. Para Nóbrega (2002), a presença de altos teores de carboidratos nos líquens é atrativa para os animais que se alimentam destes, incluindo o ser humano.

A frequência de forrageio observada entre os períodos de estudo difere das observações feitas por Moura et al. (2006), que registrou elevadas frequências de forrageio, sobretudo para o período chuvoso. Tal diferença pode estar relacionada aos baixos índices pluviométricos registrados na região durante os meses do período de chuva em que foi realizado o estudo, com médias para junho: 35 ± 4 e julho: $30 \pm 9,7$, se comparado a média dos últimos 12 anos (junho: $71,1 \pm 14,5$; julho: $29,7 \pm 7,8$) (AESAs, 2013). Tal fator pode ter afetado negativamente a vegetação, que pouco se diferenciou em relação ao período de estiagem, podendo ter favorecido a semelhança no forrageio entre os períodos. Dessa forma, não foi possível observar um regime sazonal na intensidade da atividade de forrageamento do cupim. Porém, os líquens foram mais visitados no período de chuva.

O estudo sugere algumas perguntas para serem respondidas, (1) seriam os líquens fontes de carboidratos para os cupins em estudo?, (2) que tipos de carboidratos são encontrados nas espécies de líquens mais consumidas? e (3) seriam os ácidos liquênicos já observados em algumas das espécies de líquens consumidas por *C. cyphergaster*, auxiliares no controle populacional de simbiontes patogênicos desse cupim?

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- *Constrictotermes cyphergaster* inclui líquens em sua dieta e, embora não tenham sido feitos testes comprobatórios, acredita-se que esses organismos fornecem uma fonte extra de nutrientes para o cupim, corroborando Collins (1983), evidenciando a importância de mais estudos a cerca do tema.
- As espécies liquênicas observadas no estudo e consumidas por *C. cyphergaster* são típicas de áreas de caatinga e consideradas relevantes, contudo, merece ser melhor investigada. Para isso, é necessário adotar uma metodologia que abarque o dossel das árvores, visto que boa parte do forrageio desse cupim ocorre nessa porção dos vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA). **Chuvas Acumuladas no ano de 2012**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acessado em 10-out-2013.

ATLAS GEOGRÁFICO DA PARAÍBA. **Governo do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985, 100p.

BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. F.; THOMAS, W. W. Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.

BEVILAQUA, N. **Coleta e identificação preliminar de líquens da região de Tubarão**. 2007. 52 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, 2007.

BEZERRA-GUSMÃO. História natural de *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1991) (Isoptera; Termitidae) em uma área de caatinga do Cariri Paraibano, no Nordeste do Brasil. João Pessoa, PB, 130 p. **Tese** (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Paraíba. 2008.

BIGNELL, D.E.; EGGLETON, P. Termites in ecosystems. **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology** (T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi, eds.). Kluwer Academic Publishers, London, p.363-387. 2000.

CÁCERES, M. E. S. Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil. **Libri Botanici**, v. 22, 1 – 168 p. 2007.

CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R.; RAMBOLD, G. Corticolous Microlichens in Northeastern Brazil: Habitat Differentiation Between Coastal Mata Atlântica, Caatinga and Brejos de Altitude. **The Bryologist**, v. 111, n. 1, p. 98-117, 2008.

COLLINS, N.M. 1983. The utilization of nitrogen resources by termites (Isoptera). *In*: LEE, J.A.; MCNEILL, S.; RORISON, I.H. (eds.). **Nitrogen as an ecological factor**. Oxford: Oxford University Press, 1983. 470 p.

COLLINS, N.M. Observations on the foraging activity of *Hospitalitermes umbrinus* (Haviland), (Isoptera: Termitidae) in the Gunong Mulu National Park, Sarawak. **Ecological Entomology**, v. 4, n. 3, p. 231-238, 1979.

CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the new world (Insecta: Isoptera). **Arquivos de Zoologia**, v. 35, n. 2, p. 135–231, 1998.

CUNHA, H. F.; BRANDÃO, D. Invertebrates Associated with the Neotropical Termite *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). **Sociobiology**, v. 37, n. 3B, p. 593-599, 2000.

EGGLETON, P. Global patterns of termite diversity. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (eds) **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000.

EINHELLIG, F.A. Interaction involving allelopathy in crop systems. **Agronomy Journal**, 88, 886-893. 1996.

FLEIG, M.; MEDEIROS-FILHO, J. W. M. Gêneros dos líquens saxícolas, corticícolas e terrícolas do Morro Santana, Porto Alegre, RS. Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 73-99, 1990.

GALLOWAY, D. J. **Flora of New Zealand: lichens**. Wellington: P. D. Hasselberg, Government Printer, 1985. 662 p.

GOLDINHO, A. L.; LINS, L. V.; GONTINJO, T. A. DOMINGOS, D. J. Aspectos da ecologia de *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) em Cerrado, Sete Lagoas, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 703–708, 1989.

GRASSÉ, P. P. Ordem Isoptera ou térmitas. In: GRASSÉ, P. P. **Tratado de Zoologia**. v. 9. Paris: Masson, 1949. p. 408-544.

HALE, M. E. **How to know the lichen**. 2.ed. Iowa: Brown Company Publishers, 1979. 246 p.

HOLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies**. New York: W. W. Norton, 2009. 522 p.

HOLT, J. A. Carbon mineralization in semi-arid northeastern Australia: the role of termites. **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, n. 3, p. 255-263. 1987.

HOLT, J. A.; COVENTRY, R. J. Nutrient cycling in Australian savannas. **Journal of Biogeography**, v. 17, n. 4-5, p. 427-432, 1990.

HOLT, J. A.; LEPAGE, M. Termites and Soil Properties. *In*: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (eds.). **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 466 p.

HONDA, N. K.; VILEGAS, W. A química dos liquens. **Química Nova**, v.21, n. 6, p. 110–125, 1998.

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.

KRISHNA, K.; WESSNER, F. M. **Biology of termites**. v. 1. New York: Academic Press, 1969. 598 p.

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

LÜCKYNG, R. ‘Plasticolous’ lichens in a Tropical rain forest at La Selva Biological Station, Costa Rica. **The Lichenologist**, v. 30, n. 3, p. 287–301, 1998.

LÜCKYNG, R.; CÁCERES, M. E. S. Corticolous species of *Trichothelium* (Ascomycota: Porinaceae). **Mycological Research**, v. 108, n 5, p. 571–575, 2004.

MARTIUS, C.; AMELUNG, W.; GARCIA, M.V.B. The amazonian forest termite (Isoptera: Termitidae) (*Constrictotermes cavifrons*) feeds on microepiphytes. **Sociobiology**, v. 35, n. 3, p. 379-383, 2000.

MATHEWS, A. G. A. **Studies of termites from the Mato Grosso State, Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997. 267 p.

MÉLO, A. C. S.; BANDEIRA, A. G. A Qualitative and Quantitative survey of Termites (Isoptera) in an Open Shrubby Caatinga in Northeast Brazil. **Sociobiology**, v. 44, n. 3, p. 707-716, 2004.

MIURA T.; MATSUMOTO, T. Foraging organization of the open-air processional lichen-feeding termite *Hospitalitermes* (Isoptera, Termitidae) in Borneo. **Insectes Sociaux**, v. 45, n. 1, p. 17-32, 1998.

MOORE, B. P. Biochemical studies in termites. *In*: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (eds.). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. 598 p.

MOURA, F. M. S.; VASCONCELLOS, A.; ARAÚJO, V. F. P.; BANDEIRA A. G. Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of northeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 53, n. 4, p. 472-479, 2006.

Moura, F. M. S., Vasconcellos, A., Araujo, V. F. P. & Bandeira, A. G.. Consumption of vegetal organic matter by *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) in an area of Caatinga, Northeastern Brazil. **Sociobiology** 51:181-189. 2008.

NASH, M. H.; W. G. WHITFORD. Subterranean termites: regulators of soil organic matter in the Chihuahuan Desert. **Biology and Fertility of Soils**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1995.

NASH, T. H. **Lichen Biology**. 2 ed. Cambridge: University Press. 2008. 496 p.

NÓBREGA, N. **A Produção de compostos fenólicos por células imobilizadas do líquen *Parmotrema andinum* (Müll. Arg.)**. Hale Universidade Federal De Pernambuco; Centro de Ciências Biológicas. Mestrado em Bioquímica. Recife. 2002.

NOIROT, C. From wood to humus-feeding: an important trend in termite evolution. *In*: BILLEN, J (ed.). **Biology and evolution of social insects**. Leuven: University of Leuven Press, 1992. 390 p.

NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P. E. C. Termites nests: Architecture, regulation and defence. *In*: ABE, T; HIGASHI; M.; BIGNELL; D. E. (eds). **Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publications, 2000. 466 p.

PEREIRA, E.C.; SILVA, N.H.; CAMPOS TAKAKI, G.M.; XAVIER-LAURO, L.; LEGAZ, M.E.; VICENTE, C. 1997. Antimicrobial activity and biologically-active compounds from lichen *Cladonia crispata*, **Boletim Ecotropical Ecosystemas Tropicais** 31: 9-19.

RICHARDSON, D. H. S. **The Vanishing Lichens: Their History, Biology and Importance**. New York: Hafner Press, 1974. 231 p.

SHARNOFF, S. **Lichens and invertebrates: a brief review and bibliography. Lichens of North America**. 1998. Disponível em: <<http://www.lichen.com/index.html>>. Acesso em 22-Out-2013.

SIPMAN, H. **Identification Key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics, Provisional Version**. Botanical Garden e Botanical Museum Berlin-Dahlen, Free University of Berlin. Disponível em: <<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeya.htm#primary>>. Acesso em 15-nov-2011.

SWINSCOW, T. D. V.; KROG, H. **Macrolichens of East Africa**. London: British Museum (Natural History), 1988. 390 p.

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.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; MOURA, F. M. S.; ARAÚJO, V. F. P.; BEZERRA-GUSMÃO, M. A.; CONSTANTINO, R. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 2, p. 298–302, 2010.

WALLER, D.A. & LA FAGE, J.P. Nutritional ecology of termites. In **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates** (F. Slansky Jr. & J.G. Rodriguez, eds.). John Wiley & Sons, New York, p.487-532. 1986.

WEBSTER, J.; WEBER, R. W. S. **Introduction to Fungi**. 3 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 855 p.

WOOD, T. G. Food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M. V. **Production ecology of ants and termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. 426 p.

WOOD, T.G.; JOHNSON, R. A. **Modification of soils in Nigerian savanna by soil-feeding *Cubitermes* (Isoptera, Termitidae)**. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 15, n. 5, p. 575-579, 1983.

ZAHLBRUCKNER, A. Lichenes (Flechten). In: ENGLER, A; PRANTL, K. **Die natürlichen Pflanzenfamilien**. v. 1. . Leipzig: W. Engelmann, 1907. p. 49–249.