



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB
CENTRO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ANA MÁRCIA BARBOSA DA SILVA

**FUNGOS ASSOCIADOS A NINHOS DE CUPINS EM UMA
REGIÃO SEMIÁRIDA, NE DO BRASIL**

**CAMPINA GRANDE – PB
2011**

ANA MÁRCIA BARBOSA DA SILVA

**FUNGOS ASSOCIADOS A NINHOS DE CUPINS EM UMA REGIÃO
SEMIÁRIDA, NE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão

Co-orientadora: Dra. Maria Arlene de Araújo Farias

CAMPINA GRANDE-PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S586f Silva, Ana Márcia Barbosa da.
 Fungos associados a ninhos de cupins em uma
 Região Semiárida, NE do Brasil [manuscrito] / Ana
 Márcia Barbosa da Silva. – 2011.
 33 f. : il. color.

 Digitado.
 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
 Biologia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro
 de Ciências Biológicas e da Saúde, 2011.
 “Orientação: Prof. Dr. Maria Avany Bezerra
 Gusmão, Departamento de Biologia”.

 1. Insetos nocivos. 2. Micobiota. 3. Cupim
 neotropical. I. Título.

CDD 21. ed. 632

ANA MÁRCIA BARBOSA DA SILVA

**FUNGOS ASSOCIADOS A NINHOS DE CUPINS EM UMA REGIÃO
SEMIÁRIDA, NE DO BRASIL**

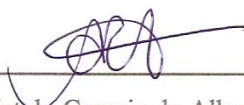
Aprovado em 29 de Novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão - UEPB

(Orientadora)



Profa. Dra. Auristela Correia de Albuquerque (UFRPE)



Prof.^a Dra. Valéria Veras Ribeiro - UEPB

A MINHA FAMÍLIA,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus que me criou e que com sua infinita sabedoria conduziu os meus passos durante essa trajetória acadêmica. Ele é o grande responsável por cada conquista alcançada na minha vida. A Ele toda honra e toda Glória para todo o Sempre!

Aos meus pais, José Barbosa e Zilda Celestino, que nos seus exemplos de vida e na sabedoria dos seus ensinamentos me motivaram a lutar para conquistar meus ideais. Eles são responsáveis por tudo que sou, e apesar de todas suas limitações, me acompanharam constantemente nas minhas quedas e triunfos. Obrigada por todo amor que sempre me dedicaram.

Ao meu querido e amado esposo, Paulo Quaresma, que sempre me apoiou, incentivou e acreditou nos meus potenciais. Obrigada por todo amor, carinho, paciência e dedicação. Sem você essa conquista não teria sido possível.

A minha professora orientadora, Maria Avany Bezerra Gusmão, que mais que uma orientadora, e sem abrir mão do seu profissionalismo, se fez amiga e até mesmo um pouco de mãe em dados momentos da minha vida. A você, o meu eterno agradecimento por ter me ajudado a conhecer o mundo da ciência e por ter um dia me apresentado os cupins. Obrigada pelos conselhos, pelas reclamações, e principalmente, pela confiança que em mim depositou. Sempre terei em você um exemplo de profissional e de ser humano.

A minha co-orientadora, Prof^ª. Dra. Maria Arlene de Araújo Farias, por seu empenho e dedicação na identificação dos fungos desse estudo. Sempre companheira nas atividades de laboratório, não poupou esforços para me ensinar todos os procedimentos necessários no trabalho com os fungos. Obrigada por ter me ajudado a crescer pessoal e profissionalmente. Guardarei com muito carinho todos os seus ensinamentos e conselhos.

A professora Dra. Anne Evelyne Franco de Souza, por seu companheirismo e auxílio para realização desse trabalho. Obrigada por sua presença constante na minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de estágio, Antônio Paulino, Bruno Guedes, Kátia, Claudilene, Gesilândia e Maurícia, por todos os momentos que juntos compartilhamos. A Narciso, por sua significativa contribuição durante as atividades de coleta dos ninhos dos cupins. A companheira e amiga de todas as horas, Matilde Ernesto, agradeço de forma muito especial, por tudo que juntas vivenciamos durante as coletas de campo. Por sua amizade, conselhos e incentivo, agradeço!

Aos meus colegas de curso, Tiago Araújo, Claudia Nieves, Monaliza Lucena e Priscila Gouveia, que direta ou indiretamente me influenciaram na formação acadêmica. Muito obrigada, meus estimados “estudiosos da vida”. Cada um fará falta de uma maneira especial, e todos estão guardados em minha memória.

Agradeço a Universidade Estadual da Paraíba e a todos os professores que nesses quatro anos e meio me auxiliaram com seus ensinamentos. Meu agradecimento especial aos inesquecíveis educadores, Silvana Santos, Márcio Mendes, Ana Paula Lacchia, Maria Avany, Eduardo Beserra, Mônica Maria, Erica Caldas e Valéria Veras. Vocês são os grandes responsáveis por minha formação como bióloga e cidadã. Espero um dia ser uma profissional tão eficiente e marcante quanto vocês. Muito obrigada!

A TODOS, MEU ETERNO AGRADECIMENTO!

RESUMO

Este estudo avaliou a riqueza micótica de ninhos e do conteúdo alimentar dos cupins *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri, *Microceroterme*s spp. e *Nasutiterme*s spp., verificando se existe especificidade de relação entre os fungos ocorrentes nos ninhos e os cupins estudados. O material de estudo foi coletado em ambiente de Serra, no estado da Paraíba, entre os meses de ago a out/2011. Quinze ninhos ativos foram avaliados, cinco de cada cupim, além do conteúdo alimentar de 60 operários de cada cupim. As amostras dos ninhos foram homogeneizadas individualmente e o canal alimentar dos operários foi extirpado em esteriomicroscópio óptico para avaliação do conteúdo alimentar. Esse material foi semeado em placas de Petri esterilizadas em meio BDA, as quais foram armazenadas em temperatura ambiente durante seis dias, quando foram identificados e quantificados os microorganismos. Vinte e uma espécies fúngicas foram identificadas no estudo. *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma* foram os gêneros mais frequentes em todos os substratos analisados. O índice de Shannon mostrou maior diversidade de fungos nos ninhos de *Microceroterme*s spp. Verificou-se maior similaridade micótica entre os ninhos de *Nasutiterme*s spp. e *Microceroterme*s spp. ($S_j = 0,67$). A riqueza e abundância micótica do conteúdo alimentar dos cupins é diferente da observada nos ninhos, e com exceção de *C. cyphergaster*, os ninhos de *Microceroterme*s spp. e *Nasutiterme*s spp. mostraram maior riqueza quando comparados ao seu conteúdo alimentar. A micobiota fúngica observada nos ninhos e no conteúdo alimentar dos cupins podem ser resultantes, respectivamente, das atividades de forrageamento que os térmitas desenvolvem fora dos termiteiros, bem como da alimentação ingerida pelos cupins. Embora não se tenha constatado nenhuma evidência de especificidade na associação entre os fungos ocorrentes nos ninhos e os cupins avaliados, os resultados obtidos mostram que a micobiota associada aos cupins é composta por fungos Ascomicetos com propriedades lignocelulósicas, corroborando a importância ecológica dos ninhos de cupins como microhabitats para os fungos.

Palavras - chave: Micobiota; Termiteiros; Cupim Neotropical.

ABSTRACT

This study evaluated the fungal richness of the contents of nests and feed on termites *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri, *Microcerotermes* spp. and *Nasutitermes* spp., checking if there is specific relationship between fungi occurring in nests and termites studied. The study material was collected in an environment of Sierra, state of Paraíba, between the months Aug. Out /2011. Fifteen active nests were evaluated, five from each termite, and the food content of 60 workers each termite. The samples were homogenized individually from nests and alimentary canal workers was extirpated in esteriomicroscópio optical assessment of food contents. This material was sown in sterile Petri dishes on BDA medium, which were stored at room temperature for six days when they were identified and quantified microorganisms. Twenty-one fungal species were identified in the study. *Penicillium*, *Aspergillus* and *Trichoderma* were the most frequent in all substrates examined. The Shannon index showed greater diversity of fungi in the nests of *Microcerotermes* spp. There was greater similarity between the fungal nests of *Nasutitermes* spp. and *Microcerotermes* spp. ($S_j = 0.67$). The richness and abundance of fungal food contents of the termites is different from that observed in the nests, and with the exception of *C. cyphergaster*, the nests of *Microcerotermes* spp. and *Nasutitermes* spp. showed greater wealth when compared to their food content. The fungal mycobiota observed in the nests and the food content of termites can be derived, respectively, of the foraging activities of termites out of termite mounds develop, as well as the food eaten by termites. Although there has found no evidence of specificity in the association between fungi occurring in termite nests and evaluated, the results show that the mycobiota associated with termites is composed of lignocellulosic fungi Ascomycota properties, supporting the ecological importance of termite nests as microhabitats for fungi.

Keywords: Mycobiota; Mounds; Neotropical termite

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Ilustração do procedimento metodológico das diluições sucessivas de até 10^{-4} , adotado para análise do material extraído dos ninhos de cupins.....20
- FIGURA 2** – Colônias fúngicas purificadas para realização dos procedimentos da contagem de esporos de cada espécie fúngica.....22
- FIGURA 3** – Abundância relativa das espécies fúngicas associadas a ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (NCc), *Nasutitermes* spp. (NNa) e *Microcerotermes* spp. (MMi), observada em região de Semiárido do nordeste brasileiro, 2011.....27
- FIGURA 4** – Abundância relativa das espécies fúngicas associadas com o tubo digestório de *Constrictotermes cyphergaster* (TCc), *Nasutitermes* spp. (TNa) e *Microcerotermes* spp. (TMi), observada em região de Semiárido do Nordeste brasileiro, 2011.....27

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** – Abundância de colônias fúngicas em ninhos (NH) e canal alimentar (CA) dos cupins *Constrictotermes cyphergaster*, *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp. em região semiárida, Nordeste do Brasil, 2011.....24
- TABELA 2** – Riqueza de espécies (S), número total de colônias fúngicas (N), índice de Shannon (H'), equitabilidade (E) e teste Qui-quadrado de aderência dos fungos isolados dos ninhos (NH) e do canal alimentar (CA) de *Constrictotermes cyphergaster*, *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp., em região semiárida do Nordeste do Brasil, 2011. $P < 0,00$25
- TABELA 3** - Similaridade micótica pelo coeficiente de Jaccard (Sj) entre os ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (NCc), *Microcerotermes* spp. (NMi) e *Nasutitermes* spp. (NNa), em região semiárida, Nordeste do Brasil, 2011.....28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 Os cupins: importância ecológica.....	13
3.2 Os ninhos de cupins.....	14
3.3 Alimentação dos cupins.....	15
3.4 Associação entre cupins e fungos.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	18
4.2 Procedimentos de coleta e amostragem.....	18
4.3 Isolamento e identificação dos microorganismos.....	18
4.4 Extração do tubo digestório dos cupins.....	19
4.5 Determinação da concentração de esporos nos fungos identificados.....	20
4.6 Análise dos dados.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Os cupins formam sociedades e vivem em colônia dentro de sistemas de ninhos, construídos pela junção de partículas do solo, fezes e saliva. Os ninhos podem ser subterrâneos, epígeos ou arborícolas, constituindo-se num ambiente úmido e rico em matéria orgânica, armazenando representantes de todas as classes de fungos (SANDS, 1969; SILVA; BANDEIRA, 1999).

Apesar de produzirem suas próprias enzimas digestivas os cupins são incapazes de digerirem sozinhos a lignocelulose ingerida da madeira, absorvendo dela apenas a matéria sintetizada por microrganismos decompositores (BANDEIRA, 1983). Sendo assim, é possível observar múltiplas associações simbióticas entre térmitas e microorganismos, que utilizam o tubo digestório e os ninhos dos cupins como habitat (CORREIA et al., 2008). Tais relações simbióticas tiveram um papel essencial na evolução dos térmitas, já que estas lhes proporcionaram novas vias metabólicas de processamentos de carbono e fixação de nitrogênio a partir da quebra dos componentes lignocelulósicos sob ação dos microorganismos simbiontes (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007).

O estudo dessas interações tem despertado o interesse de diversos pesquisadores (COOK; SCOTT, 1933; HENDEE 1933, 1934; HUNGATE, 1940; SANDS, 1969). Contudo, até o momento, os trabalhos relacionados a associações entre cupins e fungos encontram-se concentrados na subfamília Macrotermitinae, cupins originários da África ou Ásia (CORREIA et al., 2008). Nos ninhos desses cupins foram registradas dezenove espécies fúngicas do gênero *Termitomyces*, verificando-se aqui o mais alto nível de especialização da associação entre fungos e cupins, com os característicos jardins de fungos (SANDS, 1969). Outros trabalhos focaram o controle biológico de cupins através do uso de fungos entomopatogênicos e os benefícios dos fungos decompositores da lignocelulose para os cupins colonizadores de madeira (HENDEE 1933, 1934; PASSOS, 2009).

No Brasil, são escassos os estudos que apontem aspectos bioecológicos dos cupins, e, em se tratando da composição micótica dos ninhos e do conteúdo alimentar desses insetos, destaca-se apenas o trabalho de Barbosa-Silva et al. (in preparação). Os autores registraram, em ambiente natural de caatinga, 12 espécies fúngicas em ninhos ativos e sete em ninhos abandonados de *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1901). Registraram-se ainda, duas espécies fúngicas associadas ao conteúdo alimentar

desse térmita. Contudo, várias lacunas ainda norteiam o conhecimento ecológico dessa associação.

Em ambiente de Caatinga, estudos sobre a termitofauna são emergentes, visto que o bioma encontra-se em ritmo acelerado de devastação por ação antrópica. Ainda assim, os cupins apresentam grande abundância nesse bioma, contribuindo significativamente para vitalidade dos ecossistemas terrestres (FONTES; BERTI FILHO, 1998). Algumas espécies como *C. cyphergaster*, *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp. destacam-se por seus ninhos conspícuos e suas peculiaridades ecológicas nesse ambiente.

Microcerotermes spp. é um cupim comum em matas nativas, podendo ser encontrado em diversos habitats (BANDEIRA et al., 2003). Esses cupins se alimentam de plantas vivas, nas quais instalam seus ninhos, podendo também comer vegetações dos arredores. Seus ninhos são cartonados e rígidos, geralmente arborícolas, mas ocasionalmente epígeo (CONSTANTINO, 1999)

Nasutitermes é o gênero de cupins com o maior número de espécies no mundo, apresentando maior diversidade na região neotropical (CONSTANTINO, 1999), além de representar o táxon com maior número de espécies construtoras de ninhos conspícuos. São essencialmente xilófagos e forrageiam sob solo à procura de madeira morta, preferencialmente seca e em decomposição (MARTIUS, 1994).

O cupim *C. cyphergaster* é construtor de ninhos arborícolas (MATHWES, 1977). Seus ninhos são construídos com solo umedecido e saliva, variando sua coloração de acordo com o tipo de solo onde se encontram, observando-se do vermelho em tom de cobre até um cinza bem claro. Na caatinga são facilmente visualizados, ocorrendo principalmente sobre arvoretas, arbustos e sobre pedras (BEZERRA-GUSMÃO, 2008).

Percebendo as várias lacunas sobre as associações de cupins e os fungos nos seus ninhos, e sabendo do relevante papel ecológico que essas interações apresentam, esse trabalho buscou examinar a possibilidade de alguns grupos fúngicos apresentarem uma especificidade na sua relação com determinada espécie de cupim, ou ainda se alguns representantes fúngicos estão mais associados aos térmitas do que outros. O estudo representa uma ação pioneira, trazendo uma avaliação da riqueza fúngica associada aos três diferentes cupins relatados, ampliando o conhecimento sobre a ecologia da termitofauna no território brasileiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- ❖ Verificar a riqueza fúngica associada aos ninhos e ao conteúdo alimentar dos cupins *Constrictotermes cyphergaster*, *Microcerorotermes* spp. e *Nasutitermes* spp., visando observar se existe especificidade entre os fungos ocorrentes e os cupins estudados.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar os fungos associados aos ninhos e ao conteúdo alimentar de cada uma das espécies avaliadas;
- ❖ Comparar a microbiota existente nos ninhos e no conteúdo alimentar dos diferentes cupins;
- ❖ Observar se algum fungo ou grupo específico de fungos está associado exclusivamente a uma espécie de cupim.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Os cupins: importância ecológica

Os cupins são insetos eussociais compreendidos na ordem Isoptera, comportando aproximadamente 2.876 espécies descritas no mundo (CONSTANTINO, 2010). No Brasil foram registradas 534 espécies, distribuídas em quatro famílias, Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, a última contemplando cerca de 80% das espécies conhecidas (NOIROT, 1995). Acredita-se, contudo, que este número esteja subestimado.

Amplamente distribuídos em áreas tropicais e temperadas do mundo, entre os paralelos 52° N e 45° S (FONTES, 1995), os cupins apresentam grande importância ecológica para os ecossistemas florestais, principalmente devido às modificações que podem causar na paisagem e nas propriedades físicas e químicas do solo, além de apresentarem significativos efeitos no processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (HOLT; LEPAGE, 2000; COSTA-LEONARDO, 2002).

A grande abundância dos cupins nos ecossistemas, associada a existência de diferentes simbioses intestinais, confere a estes insetos a possibilidade de desempenhar importantes papéis como superdecompositores e auxílio no balanço Carbono-Nitrogênio (HIGASHI; ABE, 1997). Algumas espécies possuem simbioses intestinais capazes de fixar nitrogênio atmosférico (BREZNAK et al., 1973; TAYASU et al., 1994). De acordo com Black e Okwakol (1997), os cupins podem ser responsáveis por liberar até 2% do dióxido de carbono global e 15% do metano, interferindo assim em padrões climáticos locais, sendo considerados fundamentais em vários processos ecológicos, representando um grupo de organismos essenciais para a manutenção da biodiversidade.

3.2 Os ninhos de Cupins

Os cupins, de maneira geral, são considerados excelentes arquitetos, tanto pela grande variedade de tipos de ninhos produzidos, quanto pela complexidade que seus ninhos apresentam (ELEOTÉRIO, 2000). Esses ninhos constituem-se num sistema fechado, exibindo conexões mínimas com o meio externo (NOIROT; DARLINGTON, 2000). Segundo Alves e Almeida (1995), a temperatura interna do termiteiro é mantida em 20 °C através de um sistema de ventilação e retenção de umidade em torno de 96%.

Noirot e Darlington (2000) consideram que a diversidade de ninhos de cupins é resultado da evolução da vida social desses insetos, que proporcionou o aumento do tamanho da colônia, a diversificação de fontes de alimentos e estratégias de alimentação, além das respostas adaptativas a forças seletivas, especialmente para a criação de um microclima adequado para a vida dos cupins e de defesa da colônia contra a predação.

Geralmente os cupins fazem ninhos bem definidos, que podem ser subterrâneos (de 20 cm a mais de 4 m de profundidade), epígeos (montículos ou “murunduns”) ou arborícolas (“cabeça de negro”). Os cupinzeiros epígeos são os mais estudados, por serem bem visíveis e em grande número (WILCKEN, 2000).

Para a construção dos ninhos os cupins utilizam partículas do solo e excrementos, ou a mistura de ambos. As partículas de solo são transportadas nas mandíbulas e umidificadas com saliva ou material fecal (EMERSON, 1938; NOIROT; DARLINGTON, 2000). Muitas vezes a escolha do local de construção depende da oferta de alimento, enquanto que o tamanho do ninho e de sua população depende da espécie (LEE; WOOD, 1971; LEPAGE; DARLINGTON, 2000). Foi observado que

durante o crescimento da colônia, o ninho sofre um aumento gradativo no tamanho e muitas vezes também muda visivelmente na estrutura e na localização, o que pode favorecer a construção de ninhos policálicos (NOIROT; DARLINGTON, 2000; LEPAGE; DARLINGTON, 2000; BEZERRA-GUSMÃO et al. 2009).

Para os cupins subterrâneos as proporções entre areia, silte e argila, e sua distribuição no perfil do solo, representam um fator limitante para construção dos ninhos. Solos com boa quantidade de argila são mais facilmente trabalhados pelos cupins, enquanto que os solos arenosos dificultam a sustentação dos ninhos e dos túneis (LEE; WOOD, 1971).

Em decorrência dos materiais incorporados aos ninhos e do hábito de se acumular alimentos no interior dos termiteiros como forma de proteção contra os inimigos, a estrutura dos ninhos constitui-se num ambiente rico em compostos orgânicos e inorgânicos (BANDEIRA, 1983). Esses compostos são devolvidos ao solo durante os processos de decomposição dos ninhos, indicando a importância dos cupins no processo de ciclagem dos elementos químicos nos ecossistemas (GARNIER-SILLAM; HARRY, 1995). Bezerra-Gusmão et al. (2010) observaram que ninhos ativos de *C. cyphergaster* comportam grande quantidade de elementos como Fe, Mn, Cu, Zn, P, K, Na, Ca e Mg, com maior concentração de macronutrientes na porção interna dos ninhos. Para esse cupim, a estação chuvosa é considerada essencial na construção e abandono dos termiteiros, pois o período oferece condições vegetativas favoráveis para proteção e deslocamento dos cupins (BEZERRA-GUSMÃO, 2008).

3.3 Alimentação dos cupins

Os cupins possuem um aparelho bucal do tipo mastigador (GRASSÉ, 1949) e, embora geralmente assumam-se que todos sejam consumidores de madeira, estes insetos exploram uma grande diversidade de material orgânico em vários estágios de decomposição. Muitos se alimentam de madeira (viva ou morta), outros consomem gramíneas, plantas herbáceas, serrapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo material orgânico presente no solo (húmus) (LEE; WOOD, 1971; WOOD, 1978; EDWARDS; MILL, 1986; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Os cultivadores de fungos se restringem à subfamília Macrotermitinae.

De acordo com hábito alimentar os cupins são classificados principalmente como xilófagos (consomem madeira), humívoros (comedores de solo), intermediários (interface xilófago-humívoros), folívoros, fungívoros e comedores de musgos e líquens (WOOD, 1978; BIGNELL; EGGLETON, 2000).

Muitas das fontes alimentares dos cupins são ricas em lignina e em carboidratos, especialmente celulose, mas pobres em vitaminas, proteínas e outras formas de nitrogênio orgânico (MOORE, 1969). A lignina, que fornece carboidratos extras para os cupins, não é completamente degradada durante a passagem pelo canal alimentar dos cupins (BREZNAK; BRUNE, 1994), e a nutrição desses insetos depende do auxílio de microorganismos simbióticos.

Os cupins da subfamília Macrotermitinae cultivam fungos do gênero *Termitomyces* em jardins especiais. Estes fungos apresentam um alto valor nutricional e suas enzimas provavelmente contribuem para a digestão da celulose, em graus variáveis entre as diferentes espécies de cupins. Outros cupins classificados como inferiores digerem celulose com a ajuda de flagelados simbiotes associados ao seu intestino. Várias bactérias também auxiliam no mecanismo de digestão dos térmitas (RADEK, 1999).

Na colônia de cupins alguns indivíduos são incapazes de se alimentarem sozinhos, recebendo alimentação dos operários. Dois tipos de alimentação são observados entre os cupins: estomodeal e proctodeal. A alimentação estomodeal pode ser saliva ou alimento regurgitado, sendo este o único nutriente dos indivíduos reprodutores. A alimentação proctodeal consiste de excreções líquidas, ricas em simbiotes. Esse último tipo de alimentação foi descrita para os cupins inferiores, os quais apresentam uma fauna intestinal composta por protozoários flagelados (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007).

3.4 Associação entre cupins e fungos

As interações entre fungos e cupins foram objeto de vários estudos (HENDEE 1933, 1934; COOK; SCOTT, 1933; HUNGATE, 1940, SANDS, 1969). Essas interações ocorrem em vários grupos de cupins, variando entre os térmitas inferiores e superiores. Em alguns casos, os fungos desempenham um papel importante na nutrição dos cupins, podendo influenciar na sobrevivência e no desenvolvimento de castas desses insetos (BIGNELL, 2010).

Representantes de todas as classes de fungos são encontrados associados aos cupins (SANDS, 1969). A presença desses organismos junto aos térmitas, muitas vezes tem sido relatadas como benéfica para os cupins, sendo muitos térmitas nutricionalmente dependentes desses microorganismos (SANDS, 1969). Contudo, as associações entre fungos e cupins são de diferentes tipos: comensais, parasíticas, predatórias, mutualísticas, de nutrição, saprofitismo e de transporte de fungos pelos cupins (SANDS, 1969; BRIAN, 1983; DEJEAN; BOLTON, 1995; DEJEAN et al., 1997; LEPONCE et al., 1999).

Na subfamília Macrotermitinae (Termitidae) a associação entre cupins e fungos alcançou seu mais alto nível de especialização. Esses cupins cultivam fungos do gênero *Termitomyces* em nos chamados jardins de fungos. Tais fungos apresentam um alto valor nutricional e suas enzimas provavelmente contribuem para a digestão da celulose, em graus variáveis nas diferentes espécies de cupins. A existência desse mutualismo entre cupins e fungos proporcionou aos térmitas um aproveitamento mais eficiente de nitrogênio e energia, sem serem limitados pela quantidade de simbioses que seu intestino pode comportar (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Ninhos abandonados de Macrotermitinae geralmente apresentam os jardins de fungos cobertos por espécies fúngicas do gênero *Xylaria* (VISSER et al., 2009).

Quando associados a madeira os fungos podem influenciar na palatibilidade do substrato, produzindo compostos que atuam como atrativos ou repelentes para os cupins, de modo que muitos térmitas só se alimentam da madeira depois desta ter sofrido algum tipo de deterioração pelos fungos (HENDEE, 1933; BIGNELL, 2010).

Cinco espécies fúngicas, distribuídas entre os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, foram verificadas no canal alimentar de *Inquilinitermes fur* (Mathews, 1977), inquilino obrigatório exclusivos dos ninhos de *C. cyphergaster*. Outros 11 fungos foram observados na matéria orgânica com a qual *I. fur* se alimenta, conteúdo constituído basicamente por material fecal de *C. cyphergaster*, onde existe maior quantidade de lignina estocada quando comparado a quantidade de celulose (MATHEWS, 1977; CONSTANTINO, 2005; KOGISO et al., 2007). Acredita-se que a presença dos fungos nesse material seja um dos fatores determinantes para presença exclusiva dos cupins *Inquilinitermes* nos ninhos de *C. cyphergaster*, podendo ocorrer uma dependência nutricional restrita dos cupins inquilinos com os fungos associados ao seu alimento, visto que a matéria orgânica dos ninhos de *C. cyphergaster* é a sua única fonte de alimento (BARBOSA-SILVA et al., em construção).

Alguns fungos têm efeitos nocivos sobre os cupins, ou como parasitas ou devido à toxicidade do micélio e esporos quando consumidos. Vários fungos podem penetrar a cutícula dos cupins e matá-los dentro de um curto período de tempo. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Trichodrema* spp. *Penicillium* spp. e *Myrothecium* são referidos como fungos de alta toxidade, podendo causar sérios danos as populações termíticas (ROULAND-LEFEVRE, 2000). Contudo, espécies de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Trichoderma* spp. são comumente relatadas junto aos cupins (HENDEE, 1933; ZOBBERI; GRACE, 1990; JAYASIMHA; HENDERSON, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O material de estudo foi coletado na Serra de Bodocongó, no município de Caturité (7°22'25"S/35°59'32"W), no estado da Paraíba. O clima da região, segundo a classificação de Koopen, é do tipo climático Bsh – semiárido quente, mostrando-se como uma das áreas mais seca do Estado, cujas precipitações médias anuais são de 500 mm, temperatura de 24°C e de umidade de 75% (EMEPA, 2005). O solo da região é do tipo raso e pedregoso.

4.2 Procedimentos de Coleta e amostragem

Foi analisado o material de 15 ninhos ativos, cinco de cada gênero, além do conteúdo alimentar de 60 operários de cada um desses térmitas. As amostras coletadas dos ninhos foram colocadas em sacos plásticos estéreis devidamente identificados e acondicionadas em caixa de isopor para o transporte até o laboratório de microbiologia da UFPB, *Campus II*, Areia - PB, onde foram realizadas todas as análises.

4.3 Isolamento e Identificação dos microorganismos

As amostras dos ninhos foram triadas separadamente, retirando-se de cada uma delas toda a população de cupins presente (a qual permanecia viva), separando-se os operários para as análises. Após a triagem, as amostras dos ninhos foram homogeneizadas individualmente. De cada amostra de ninho retirou-se 1 g de material

para a formação de subamostras, as quais foram transferidas para tubos de cultura com 9 ml de água destilada esterilizada (ADE) (Fig. 1). Os tubos foram agitados manualmente durante 1 min. Em seguida foram feitas diluições sucessivas de até 10^{-4} g/ml. Posteriormente 1 ml de cada diluição foi distribuído em placas de Petri esterilizadas, acrescentando-se imediatamente, com auxílio de uma seringa, 0,4 ml de Sulfato de gentamicina, a fim de evitar contaminação nos tratamentos. Posteriormente, o meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) foi adicionado às placas. O ensaio foi feito em duplicata, sendo as placas, após solidificação, incubadas durante seis dias à temperatura ambiente ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) para o desenvolvimento das colônias.

Para identificação dos fungos preparou-se esfregaços em lâminas de microscopia, que foram coradas com azul de Aman. A identificação foi realizada observando-se estruturas como micélio, conídios e esporos, confrontando-as com as descrições de Barnett e Hunter (1972) e Singh et al. (1991).

4.4 Extração do tubo digestório dos cupins

O tubo digestório dos operários foi extipado sobre estereomicroscópio (40X). Com auxílio de pinças de dissecação foi feito um corte em toda extensão da porção extraída, a fim de expor o conteúdo alimentar ingerido pelos cupins. Esse material foi semeado em placas de Petri contendo 0,4 ml de Sulfato de gentamicina e o meio de cultura BDA, solidificado. O material foi semeado em pontos equidistantes das placas, sendo quatro amostras depositadas por placa. Três réplicas foram preparadas para cada tratamento, totalizando 15 réplicas para cada cupim estudado. O armazenamento das placas e a identificação dos fungos seguiu a mesma metodologia descrita para o material analisado dos ninhos.

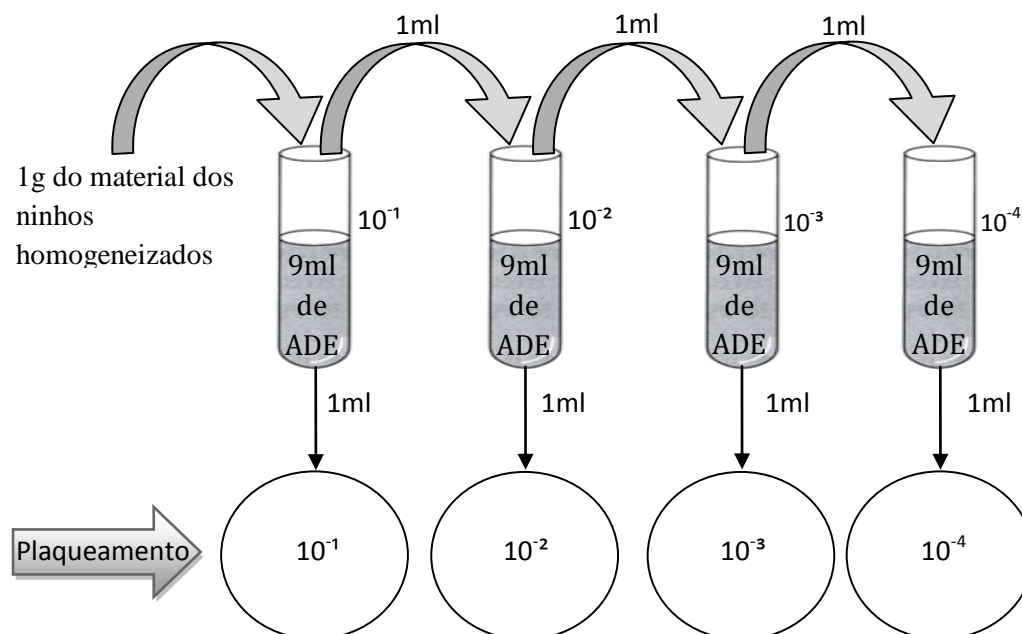


Figura 1 – Ilustração do procedimento metodológico das diluições sucessivas de até 10^{-4} , adotado para análise do material extraído dos ninhos de cupins.

4.5 Determinação da concentração de esporos nos fungos identificados

Para o estudo da esporulação dos fungos foi realizado o isolamento das espécies fúngicas identificadas, obtendo-se o desenvolvimento de colônias puras (Fig. 2). A partir dessas colônias foram preparadas suspensões de esporos, obtidas a partir da adição de 20 ml de água destilada às placas de Petri contendo amostra de fungo com sete dias de desenvolvimento, crescido em meio de cultura BDA. Fez-se a raspagem da colônia fúngica conforme metodologia descrita e realizada por Carnáuba et al. (2007). As suspensões foram filtradas através de camadas de gaze esterilizada e transferidas para tubos de ensaio devidamente identificados. A contagem e determinação da quantidade de conídios/mL seguiu a metodologia descrita por Borges et al. (2001) e Carnáuba (2007).

4.6 Análise dos dados

Após a identificação dos gêneros e/ou espécies fúngicas, isoladas das amostras dos ninhos, foi realizada a quantificação da frequência absoluta das colônias fúngicas desenvolvidas *in vitro*, estimando-se a quantidade total dos fungos isolados. Os dados

foram submetidos à análise estatística pelo teste Qui Quadrado de Aderência ou Ajustamento (JAQUES, 2002).

Os dados de abundância relativa das espécies de fungos foram submetidos à análise multivariada de agrupamento, utilizando como medida de similaridade/dissimilaridade a distância Euclidiana.

A riqueza, a abundância e a diversidade micótica entre os ninhos foram comparadas através do teste de Friedman (ANOVA de Friedman). Este teste é recomendado quando se compara três ou mais amostras e os dados não tem distribuição normal nem homocedasticidade (ZAR, 1996).

A diversidade de fungos associados aos ninhos e ao canal alimentar foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener (H') (MAGURRAN, 1988), cuja fórmula é:

$$H' = \sum p_i \cdot \ln p_i,$$

onde p_i é a proporção de indivíduos encontrados pertencentes a espécie i . Para essa análise não foi levada em consideração o número de esporos dos fungos *Rizoctonia solani* porque este fungo não produz esse tipo de estrutura reprodutiva, e não foi possível obter colônias puras de *Chloridium sp.* devido a dominância de outros fungos sob a espécie fúngica em questão.

A similaridade micótica entre os ninhos de cupins foi calculada através do coeficiente de Jaccard (KREBS, 1989). A análise da presença ou ausência (dados binários) foi feita através do índice de similaridade (S_j) de Jaccard, definido pela fórmula:

$$S_j = a/a+b+c,$$

onde S_j = coeficiente de Jaccard

a = número de espécie do ninho A

b = número de espécie do ninho B

c = número de espécies comum a ambos os ninhos.

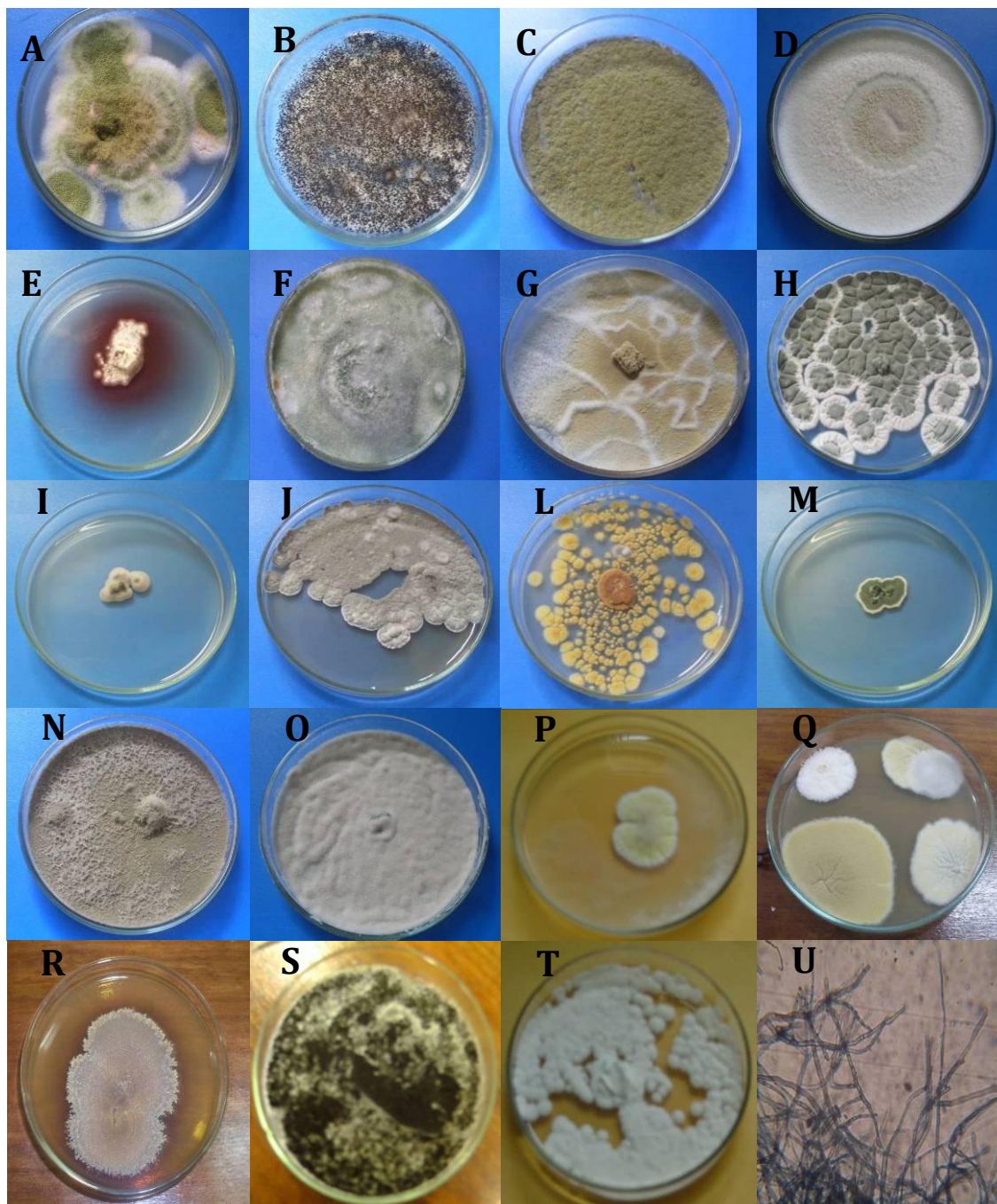


Figura 2 – Colônias fúngicas purificadas para realização dos procedimentos da contagem de esporos de (A) *Aspergillus flavus*; (B) *Aspergillus niger*; (C) *Aspergillus* sp.; (D) *Stachybotrys* sp.; (E) *Fusarium* sp.; (F) *Trichoderma viridi*; (G) *Verticillium* sp.; (H) *Penicillium atramentosum*; (I) *Sphaceloma* sp.; (J) *Penicillium cremeogriseum*; (L) *Penicillium* sp¹; (M) *Penicillium commune*; (N) *Paecilomyces* sp.; (O) *Cladosporium* sp.; (P) *Penicillium* sp²; (Q) *Penicillium* sp³; (R) *Botryotrichum* sp.; (S) *Nigrospora* sp.; (T) *Dictyoarthrinium* sp. (U) Hifas de *Rizoctonia solani* (Não foi realizada a contagem de esporos desse fungo, pois o mesmo não produz essas estruturas reprodutivas). (Imagens de *Chloridium* sp. estão ausentes em consequência de não se ter obtido colônias puras desse fungo).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do material analisado dos ninhos e do conteúdo alimentar dos cupins foram registradas vinte e uma espécies fúngicas, todas pertencentes ao filo Ascomycota, distribuídas em treze gêneros (Tab. 1). A riqueza, a abundância e a diversidade micótica entre os ninhos e o conteúdo alimentar dos cupins diferiram significativamente entre si ($\chi^2 = 2,87$; $p = 0,72$). Os fungos Ascomycota são comumente referidos como eficientes degradadores de celulose e lignina, sendo geralmente encontrados em ambiente de solo (CAVALCANTI; MAIA, 1994; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Os cupins transportam esses fungos aos ninhos em consequência das atividades de forrageamento que desempenham no solo, momento em que muitos esporos podem se aderir a sua cutícula e resultar numa disseminação agregada desses fungos no interior dos termiteiros (SANDS, 1969; BARBOSA-SILVA et al., in preparação). Para confirmação de que a micobiota dos ninhos é toda oriunda do solo está sendo realizada uma análise dos solos adjacentes aos ninhos avaliados.

Acredita-se que a micobiota registrada no conteúdo alimentar dos cupins estudados seja oriunda da matéria orgânica vegetal ingerida por esses insetos, podendo esses fungos favorecer nutricionalmente os térmitas a partir da quebra dos componentes vegetais. É possível ainda que a presença de fungos no recurso alimentar dos térmitas possa ser um fator de importância no momento da escolha do alimento. De acordo com Sands (1969), os cupins são muito beneficiados pela presença dos fungos no ambiente, sendo muitos térmitas nutricionalmente dependentes desses microorganismos. Sugere-se que alguns dos fungos verificados no conteúdo alimentar dos três cupins avaliados possam estar também associados ao tubo digestório desses insetos. Bezerra-Gusmão et al. (em construção) verificaram, a partir de análises histológicas, a presença de estruturas fúngicas no canal alimentar de *I. fur*. Contudo, estudos futuros serão necessários para confirmação dessa hipótese.

Entre os ninhos, a maior diversidade de fungos foi observada nos termiteiros de *Microcerotermes* spp. (Tab. 2). Nos três cupins avaliados a riqueza micótica e abundância de colônias fúngicas do conteúdo alimentar dos cupins é diferente da observada nos ninhos (Tab. 1 e 2). O Teste de qui quadrado mostrou que existe diferença significativa na abundância das colônias micóticas entre os ninhos e o conteúdo alimentar dos cupins (Tab. 2).

Tabela 1 - Abundância de colônias fúngicas em ninhos (NH) e canal alimentar (CA) dos cupins *Constrictotermes cyphergaster*, *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp. em região semiárida, Nordeste do Brasil, 2011.

FUNGOS	ABUNDÂNCIA					
	<i>Constrictotermes cyphergaster</i>		<i>Microcerotermes</i> spp.		<i>Nasutitermes</i> spp.	
	NH	CA	NH	CA	NH	CA
<i>Aspergillus flavus</i>	114	-	04	12	04	17
<i>Aspergillus niger</i>	42	09	15	-	65	-
<i>Aspergillus</i> sp.	82	12	-	-	-	-
<i>Botryotrichum</i> sp.	-	08	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i> sp.	-	-	18	-	-	-
<i>Chloridium</i> sp.	-	-	-	05	-	-
<i>Dictyoarthrinium</i> sp.	-	-	-	-	-	01
<i>Fusarium</i> sp.	-	-	-	04	-	-
<i>Nigrospora</i> sp.	-	08	-	-	-	-
<i>Paecylomyces</i> sp.	-	-	62	-	22	-
<i>Penicillium atramentosum</i>	336	21	-	-	-	-
<i>Penicillium commune</i>	-	11	126	-	38	12
<i>Penicillium cremeogriseum</i>	-	-	09	-	12	-
<i>Penicillium</i> sp ¹ .	327	-	-	08	-	-
<i>Penicillium</i> sp ²	-	04	-	-	-	08
<i>Penicillium</i> sp ³	-	-	08	04	09	-
<i>Rizoctonia solani</i>	-	-	03	-	-	-
<i>Sphaceloma</i> sp.	-	-	-	02	-	-
<i>Stachybotrys</i> sp.	-	-	-	-	01	-
<i>Trichoderma viridi</i>	04	15	10	08	22	10
<i>Verticillium</i> sp.	-	-	-	28	-	-
TOTAL – 21						

As diferentes composições observadas entre os ninhos podem ser indicativos de que ocorrem variações de temperatura e umidade, condições favoráveis para a sobrevivência fúngica entre os ninhos avaliados, e isso pode afetar a distribuição dos fungos nos ninhos dos diferentes cupins. Neste estudo, observou-se que diferentemente de *Nasutitermes* spp. e *C. cyphergaster*, os ninhos de *Microcerotermes* spp., na maioria das vezes, encontravam-se em partes altas dos suportes vegetais, além de ocorrerem

com maior frequência em ambientes mais preservados, razões que podem ter favorecido uma maior riqueza fúngica nos seus ninhos.

Tabela 2 – Riqueza de espécies (S), número total de colônias fúngicas (N), índice de Shannon (H'), equitabilidade (E) e teste Qui-quadrado de aderência dos fungos isolados dos ninhos (NH) e do canal alimentar (CA) de *Constrictotermes cyphergaster*, *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp., em região semiárida do Nordeste do Brasil, 2011. $P < 0,00$

CUPINS	<i>Constrictotermes cyphergaster</i>		<i>Microcerotermes</i> spp.		<i>Nasutitermes</i> spp.	
	NH	CA	NH	CA	NH	CA
S	06	08	09	08	08	05
N	905	88	255	71	173	48
H'	1,68	1,84	1,93	1,56	1,68	1,44
E	0,93	0,89	0,93	0,8	0,86	0,89
χ^2	38956,75		370,1		525,7	

A maior riqueza de fungos nos ninhos quando comparada ao conteúdo alimentar dos cupins deve ocorrer porque o intestino dos térmitas apresenta um pH alcalino, favorecendo o estabelecimento de alguns fungos e sendo fatal para outros (BRUNE; KUHL, 1996; TIUNOV; SCHEU, 2000). Assim, é provável que as condições ecológicas do ambiente do ninho seja um fator seletivo para os fungos, determinando sua ocorrência e abundância, o que justifica as diferentes composições micóticas observadas.

Quatro fungos ocorreram exclusivamente em associação com *C. cyphergaster*, dois estiveram associados unicamente a *Nasutitermes* spp. e seis só foram registrados nos substratos analisados de *Microcerotermes* spp. (Tab. 1). Embora tenha ocorrido essa diferenciação na composição micótica associada aos cupins, esse estudo não evidenciou ocorrência de especificidade na associação entre cupins e fungos, pois as espécies fúngicas que apresentaram exclusividade de ocorrência junto a um único tipo de cupim ocorreram de forma pontual entre os ninhos analisados, exibindo uma pequena abundância de colônias micóticas quando comparadas aos demais fungos (Tab. 1). Nesse caso, é possível que essas particularidades sejam decorrentes aos diferentes ambientes de forrageio e dos diferentes componentes alimentares explorados pelos

cupins. No entanto, é necessário informações mais precisas sobre a ecologia alimentar desses térmitas, as quais são escassas na literatura termítica.

Os gêneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma* foram os mais frequentes em todos os substratos analisados (Tab. 1). A presença desses fungos associados aos cupins corrobora estudos anteriores (HENDEE, 1933; ZOBBERI; GRACE, 1990; BARBOSA-SILVA et al. (in preparação). A composição micótica dos ninhos de *C. cyphergaster* (Tab. 1) corrobora a verificada por Barbosa-Silva et al. (in preparação), em um outro ambiente de caatinga, sugerindo uma adaptabilidade desses microorganismos no microhabitat dos ninhos desse térmita.

Da microbiota observada apenas *A. flavus* e *A. niger* foram comuns aos três cupins avaliados. Esses dois fungos são comumente relatados como organismos entomopatogênicos podendo provocar sérios danos aos cupins (ROULAND-LEFEVRE, 2000). Barbosa-Silva et al. (in preparação) sugeriram que a presença desses microorganismos junto aos térmitas pode ser um dos fatores que motivam o abandono de ninhos.

A maior similaridade micótica tanto nos ninhos quanto no conteúdo alimentar foi observada entre os cupins *Nasutitermes* spp. e *Microcerotermes* spp. (Fig. 3 e 4), enquanto que a menor similaridade foi verificada entre os ninhos *C. cyphergaster* e *Nasutitermes* spp. (Tab. 3). Esses resultados permitem sugerir que a composição fúngica dos ninhos possa estar relacionada com o material com o qual os termiteiros são construídos. *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp. apresentam ninhos cartonados, resultantes da união de fezes e saliva, apresentando grande quantidade de celulose, diferentemente dos ninhos de *C. cyphergaster* que apresentam saliva e grãos de areia em sua composição.

Assim, é possível que a combinação dos ninhos de *Microcerotermes* spp. e *Nasutitermes* spp. favoreça o estabelecimento de determinados grupos fúngicos nos termiteiros, especialmente de fungos lignocelulósicos, como os observado nesse estudo, o que justificaria a similaridade observada entre esses ninhos. Do mesmo modo, a ingestão de madeira por esses dois cupins pode responder pela similaridade micótica dos seus conteúdos alimentares.

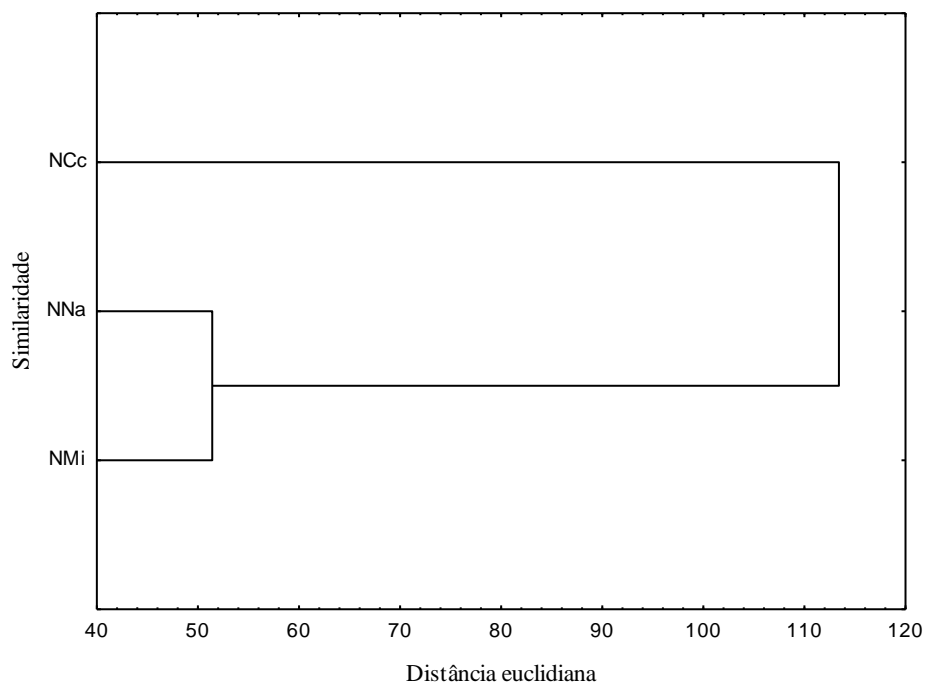


Figura 3 – Abundância relativa das espécies fúngicas associadas a ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (NCc), *Nasutitermes* spp. (NNa) e *Microcerotermes* spp. (MMi), observada em região de Semiárido do nordeste brasileiro, 2011.

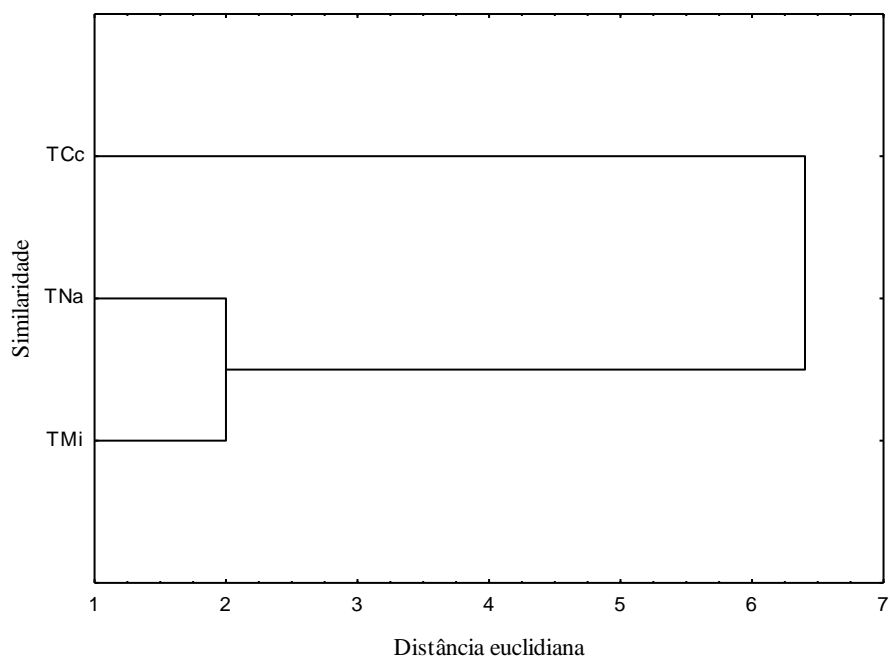


Figura 4 – Abundância relativa das espécies fúngicas associadas com o tubo digestório de *Constrictotermes cyphergaster* (TCc), *Nasutitermes* spp. (TNa) e *Microcerotermes* spp. (TMi), observada em região de Semiárido do nordeste brasileiro, 2011.

Tabela 3 – Similaridade micótica pelo coeficiente de Jaccard (Sj) entre os ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (NCc), *Microcerotermes* spp. (NMI) e *Nasutitermes* spp. (NNA), em região semiárida, Nordeste do Brasil (2011).

Sj	NCc x NNA	NCc x NMI	NNA x NMI
	0,30	0,40	0,67

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza fúngica associada aos cupins é composta por fungos de comum ocorrência no solo, com capacidades degradativas sobre compostos lignocelulósicos, sugerindo que as condições internas dos ninhos destes cupins são favoráveis para o crescimento de fungos.

Certamente, estudos posteriores são necessários para compreensão das interações estabelecidas entre os cupins avaliados e seus fungos associados. Todavia, os resultados aqui obtidos permitem sugerir que a presença dos fungos lignocelulósicos nos ninhos e no conteúdo alimentar dos cupins possa favorecer esses insetos na degradação dos componentes vegetais de sua dieta

Não foi evidenciado nenhum tipo de especificidade na associação entre os fungos observados e os cupins analisados.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M., Novas alternativas para controle microbiológico de cupins. In: BERTI – FILHO, E.; FONTES, L.R. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba, FEALQ, 1995, 183 p.
- BANDEIRA, A. G. **Estrutura ecológica de comunidades de cupins (Insecta, Isoptera) na zona Bragantina, Estado do Pará**. 1983. 151 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, 1983.
- BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M.P.; CONSTANTINO, R. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, Department of Biological Sciences of California State University, v.42, n.1, p.117-127, 2003.
- BARBOSA-SILVA, A.M. et al. Fungos associados ao canal alimentar de *Constrictotermes cyphergaster* e *Inquilinitermes fur* (Isoptera, Termitidae) em região semiárida, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10., 2011, São Lourenço – MG. **Anais...**, São Lourenço – MG, 2011.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1972. 218p.
- 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**. João Pessoa, PB. 2008. 130p. 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. 2010.
- BIGNELL, D. E. **Biology of Termites: A Modern Synthesis**. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York, 2010. 576p.
- BIGNELL, D.E.; EGGLETON, P. Termites in ecosystems. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. (eds.). **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000. p. 363 – 388.
- 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, n.1, p. 37-53. 1997.
- BORGES, M.F.; RESENDE, M.L.V.; PINHO, R.G. V. Inoculação artificial de colmos de milho em diferentes idades e concentrações de inóculo e sua relação com a expressão da resistência a *Fusarium moniliforme*. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras – MG, v.26, n.4, p. 715-720. 2001.
- BREZNAK, J.A. et al. Nitrogen fixation in termites. **Nature**, v. 244, p.577-580, 1973.

BREZNAK, J. A.; BRUNE, A. Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. **Annual Review of Entomology**, v,39, n.1, p.453-487, 1994.

BRIAN, M. V. **Social Insects: ecology and behavioral biology**. Chapman and Hall, London, 1983. 362p.

BRUNE, A.; KUHL, M. PH profiles of the extremely alkaline hindguts of soil-feeding termites (Isoptera, Termitidae) determined with microelectrodes. **Journal of Insect Physiology**, v.42, n.11, p. 1121–1127, 1996.

CARNAUBA, J.P.; SOBRAL, M.F.; AMORIM, E.P.R.; SILVA, J.C.; SANTOS, V.B.; FÉLIX, K.C.S. Avaliação de diferentes meios de cultura na esporulação de *Scytalidium lignicola*. **Summa phytopathol**, Botucatu, v. 33, n.2, p. 199-200, 2007.

CAVALCANTI, M.A.; MAIA, L.C.. Cellulolytic fungi isolated from alluvial soil in semi-arid area of the northeast of Brazil. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.25, n.4, p.251-254, 1994.

CORREIA, M.E.F.; AGUIAR MENEZES, E. L.; AQUINO, A. M. Associações entre térmitas e microorganismos. **Embrapa Agrobiologia**. Documentos/Embrapa Agrobiologia, ISSN 1517-8498; 254. Seropédica - RJ, 2008. 20 p.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins praga: morfologia, biologia e controle**. Ana Maria Costa-Leonardo, Rio Claro, 2002. 128p.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.40, n.25, 387-448, 1999.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. In: Scariot A.; Silva J. C. S.; Felfili J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 321-333.

CONSTANTINO, R. On-line termite database: Statistics. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/ib/zoo/catalog.html>>. Acesso em: 18 Nov 2011, 2010.

COOK, S. F. SCOTT, K. G.. The nutritional requirements of *Zootermopsis angusticollis*. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**, v.4, n.3, p. 95-111, 1933.

DEJEAN, A.; BOLTON, B. Fauna sheltered by *Procupitermes niapuensis* termitaries of the African rainforest. **Journal of African Zoology**, v.109, n.5, p.481-487, 1995.

DEJEAN, A., BOLTON, B.; DURAND, J. L. *Cubitermes subarquatus* termitaries as shelters for soil fauna in African rainforests. **Journal of Natural History**, v.31, n.8, p.1289-1302, 1997.

EDWARDS, R.; A. E. MILL. Termites in buildings: their biology and control. **Rentokil Limited**: England, 1986. 261p.

ELEOTÉRIO, E.S.R. **Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba, SP**. Piracicaba, SP. 2000. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia de Madeiras). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, 2000.

EMERSON, A. E. Termite nests. A study of the phylogeny of behavior. **Ecology Monographs**, v. 8, n.2, p. 247-284. 1938.

EMEPA. Redes de Referencias: Alternativa para Sustentabilidade da Agricultura Familiar. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/redes_refer.php>. Acesso em: 20 de agosto de 2005.

FONTES, L.R. Sistemática geral de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Eds.). **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.11-18.

FONTES, L. R.; BERTI-FILHO, E. (Eds.) **Cupins - O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998.

GARNIER-SILLAM, S.; HARRY. M. Distribution of humic compounds in mounds of some soil-feeding termite species of tropical rainforests: its influence on soil structure stability. **Insectes Sociaux**, v.42, n.2, p.167-185. 1995.

GRASSÉ, P.P.. Ordre des Isoptères ou termites. In: GRASSÉ, P.P. **Traité de zoologie**. Masson, Paris, v.9, p.408-544, 1949.

HENDEE, E. C. The association of the termite *Kaloterme minor*, *Reticulitermes hesperus* and *Zootermopsis angusticollis* with fungi. **University of California Publications in Zoology**, v. 39, p. 111-134. 1933.

HENDEE, E. C. The association of termites and fungi. In: KOFOID, C. A. **Termites and Temite control**. 2º ed. University of California Press, Berkeley, California. 1934. p. 211-213.

HIGASHI, M.; ABE, T. Global diversification of termites driven by the evolution of symbiosis and sociality. In: ABE, T.; LEVIN S.A; HIGASHI, M. (eds.). **Biodeversity-an ecological perspective**. Springer-Verlag. 1997. p. 83-112.

HOLT, J. A.; LEPAGE, M. Termites and Soil Properties. In: Abe, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. **Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 389 - 407.

HUNGATE, R. E. Nitrogen Content of Sound and decayed Coniferous woods and its relation to loss in weight during decay. **Botanical Gazette**, v.102, n.2, p.382-392, 1940.

JAKES, E. **Social Power and the CEO**. Greenwood Publishing, 2002. 196p.

JAYASIMHA, P.; HENDERSON, G. Effect of *Aspergillus flavus* and *Trichoderma harzianum* on survival of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 49, n.3, p.135-141, 2007.

KOGISO, K. A.; GUSMÃO, M. A. B.; GARCIA, H. E. M. Macro and microscopic gut content analysis of the *Inquilinitermes fur* (Isoptera, Termitidae) In the Paraíba Caatinga. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MICROSCOPIA E MICROANÁLISE (CSBMM) 21, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2007.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. Harper and Row Publishers, New York. 1989. 654 p.

LEE, K E.; WOOD, T. G. **Termites and Soils**. London (Academic Press). 1971. 251 p.

LEPAGE, M.; DARLINGTON, J. P. E. C. Population dynamics of termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. **Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology**. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, 2000. P. 333-362.

LEPONCE, M., ROISIN, Y.; PASTEELS, J. M. Community interactions between ants and arboreal-nesting termites in New Guinea coconut plantations. **Insects Sociaux**, v.46, n.2, p.126-130. 1999.

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

MAGURRAN, M.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton, Princeton University Press, 1988. 178p.

MARTIUS, C. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. **Pedobiology**, v. 38, p. 407-428. 1994.

MATHEWS, A. G. A. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. **Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 1977. 267 p.

MOORE, B.P. Biochemical studies in termites., in: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (eds.). **Biology of termites**. Academic Press, New York, 1969. p. 407-432.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 626 p.

NOIROT, C. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny. I. Lower termites. **Annales de la Société Entomologique de France**, v. 31, n.3, p. 197-226. 1995.

NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P. E. C.. Termite nests: Architecture, regulation and defense. In: ABE, T.; HIGASHI, M.; BIGNELL, D.E. (eds). **Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology**. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, 2000. P. 121-140.

PASSOS, E. M. **Patogenicidade de fungos do gênero *Isaria* (persoon) sobre *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae) e aspectos imunológicos.** Recife – PE. 2009. 55P. Dissertação (Mestrado em entomologia agrícola) Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 2009.

RADEK, R. Flagellates, Bacteria, and fungi associated with Termites: Diversity and function in nutrition – A review. **Ecotrópica**, v. 5, p. 183-196. 1999.

ROULAND-LEFEVRE, C. Symbiosis with fungi. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.** Kluwer academic publishers, França, 2000. p. 289-305.

SANDS, W. A. The association of termites and fungi. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M (eds). **Biology of termites.** Academic Press. New York, 1969. p. 495-519.

SILVA, E. G.; BANDEIRA, A. G. Abundância e distribuição vertical de cupins (Insecta: Isoptera) em solo de mata Atlântica, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 13, n.1-2, p. 13-36. 1999.

SINGH, K. et al. **An illustrated manual on identification of some seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their Mycotoxins.** Lyngby: Institute of Seed Pathology for Developing Countries, 1991. 132 p.

TAYASU, I. et al. The xylophagous termite depending on atmospheric nitrogen. **Naturwissenschaften**, v. 81, n.5, p. 229-231. 1994.

TIUNOV, A.V.; SCHEU, S. Microfungal communities in soil, litter and casts of *Lumbricus terrestris* L. (Lumbricidae): a laboratory experiment. **Applied Soil Ecology**. v. 14, n.1, p.17–26, 2000.

VISSER A. A. et al. Levels of specificity of *Xylaria* species associated with fungus-growing termites: a phylogenetic approach. **Molecular Ecology**, v.18, p.553–567. 2009.

WILCKEN, C.F. Pragas florestais: cupins. **FCA/UNESP**. Botucatu – SP, 2000. 21 p.

WOOD, T.G. Food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M.V. **Production ecology of ants and termites** Cambridge University Press, 1978. p.55-80.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey, 1996. 662 p.

ZOBERI M.H.; GRACE, J.K.. Fungi associated with the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* in Ontario. **Mycology**, v.82, n.3, p. 289–294. 1990.