

Isolamento, conservação e identificação de microrganismos associados a cupins da espécie *Nasutitermes corniger* (Isoptera- Termitidae: Nasutitermitinae).

Kelly Cristina da Silva Martins¹, Maria Lucidalva Ribeiro de Sousa², Janaina da Costa Nogueira³, Adriana Dantas Gonzaga de Freitas⁴

RESUMO

Os cupins são insetos eusociais que apresentam associações com microrganismos. Mediante essa abordagem, este trabalho teve por objetivo conhecer os fungos associados aos cupins da espécie *Nasutitermes corniger* por meio do isolamento, purificação, identificação e conservação dos microrganismos associados aos cupins, avaliando a interação in vitro destes microrganismos frente a bactérias patogênicas. Após assepsia, os cupins foram depositados um a um sob o meio de cultura BDA e colocados em seguida em câmaras climatizadas à temperatura de 28 °C no escuro, por um período de sete dias. Foram obtidos 70 isolados. Os resultados obtidos na micromorfologia indicaram a presença de gêneros como: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Absidia* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., e *Curvularia* sp., como os microrganismos associados aos cupins. Os isolados foram submetidos a testes de antagonismo em confronto direto com cepas reativadas de microrganismos patogênicos, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., e o fungo *Cândida albicans*. Foram observados resultados distintos nos tratamentos para cada teste, constatando-se que, para alguns fungos foi vantajoso e proporcionaram aumentos significativos no crescimento e desenvolvimento sobre as bactérias patogênicas. Os fungos *Aspergillus* sp., e *Penicillium* sp., além do rápido desenvolvimento, liberou metabólitos secundários em cima e ao redor das bactérias *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e levedura *Cândida albicans*. O isolado *Mucor* sp., destacou-se por inibir todas as cepas reativadas na pesquisa, inclusive *Pseudomonas* sp., que demonstrou resistência a todos os outros isolados submetidos a atividade antagonista in vitro. Recomendamos a continuação dos estudos, pois outros microrganismos podem ser associados a estes cupins, incluindo aqueles de importância biotecnológica.

Palavras-chaves: cupins, fungos, antimicrobianos.

Isolation, conservation, and identification of microorganisms associated with termites of the species *Nasutitermes corniger* (Isoptera- Termitidae: Nasutitermitinae).

Termites are eusocial insects that have associations with microorganisms. Through this approach, this study aimed to know the fungi associated with termites of the species *Nasutitermes corniger* through the isolation, purification, identification and conservation of microorganisms associated with termites, evaluating the in vitro interaction of these microorganisms against pathogenic bacteria. After asepsis, the termites were deposited one by one under the BDA culture medium and then placed in air-conditioned chambers at a temperature of 28 °C in

¹ Graduanda em Ciências Naturais UFAM, Manaus, Amazonas Brasil, kelly_martins44@hotmail.com

² Graduanda em Ciências Naturais UFAM, Manaus, Amazonas Brasil, dalva_1985@hotmail.com

³ Doutranda UFAM, Manaus, Amazonas Brasil, jana-nogueira@hotmail.com

⁴ Docente ICB/UFAM, Depto de Morfologia, Manaus, Amazonas Brasil. adrianadantas1@gmail.com

the dark, for a period of seven days. 70 isolates were obtained. The results obtained in micromorphology indicated the presence of genera such as: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Absidia* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., and *Curvularia* sp. As the microorganisms associated with termites. The isolates were subjected to antagonism tests in direct confrontation with reactivated strains of pathogenic microorganisms, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., and the fungus *Candida albicans*. Different results were observed in the treatments for each test, showing that, for some fungi, it was advantageous and provided significant increases in growth and development on pathogenic bacteria. The fungi *Aspergillus* sp., and *Penicillium* sp., In addition to rapid development, released secondary metabolites above and around the bacteria *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and yeast *Candida albicans*. The isolate *Mucor* sp., stood out for inhibiting all strains reactivated in the research, including *Pseudomonas* sp., which demonstrated resistance to all other isolates submitted to antagonist activity in vitro. We recommend continuing the studies, as other microorganisms can be associated with these termites, including those of biotechnological importance.

Keywords: termites, fungi, antimicrobials.

1. Introdução

Cupins são insetos eusociais de ordem Blattaria, infraordem Isoptera composta por nove famílias, abrangendo cerca de 3.170 espécies. A região neotropical destaca-se por possuir aproximadamente 600 espécies descritas de cupins, divididas em cinco famílias; *Stolotermitidae*, *Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae*, *Seritermitidae* e *Termitidae*, sendo essa última a mais diversa apresentando em torno de 2.165 espécies, entre elas *Nasutitermes corniger* (CONSTANTINO, 2016).

Os cupins da espécie *N. corniger* tem vasta distribuição ocorrendo desde os Estados Unidos até a Argentina. É considerada uma das espécies que mais ocasionam danos, se comportando como pragas urbanas tendo incidência significativa no nordeste da Argentina e norte e nordeste do Brasil, país que é o centro de sua origem entre as décadas de 80 e 90 (FONTES e MILANO, 2002). Esses insetos eusociais apresentam divisões de trabalhos e funções biológicas diferenciadas por castas, sobreposição de gerações e cuidados cooperativos com a prole (COSTA - LEONARDO, 2002). De acordo com CONSTANTINO (2018), cupins possuem baixa resiliência e vida

curta, o que os torna bons indicadores de qualidade ambiental, são considerados insetos benéficos que atuam na ciclagem de nutrientes de matérias orgânicas e aeração do solo.

Interações simbióticas são características essenciais à evolução dos seres vivos, onde o parasita encontra seu nicho ecológico em outro organismo mantendo complexas relações ecológicas como: competição, simbiose, parasitismo e comensalismo (ARAUJO et al., 2003). Assim como na simbiose de formigas *Attine*, o microbioma associado aos cupins cultivadores de fungo possui um enorme potencial químico e biológico a ser explorado, pois os mesmos sintetizam produtos bioativos envolvidos nas atividades antibacterianas e antifúngicas de seu nicho (MELLO, et al., 2019).

Embora existam inúmeras contribuições para a área científica, raros estudos mencionam a associação de fungos isolados da superfície dos corpos de cupins, visto que estes insetos possuem diversas espécies de microrganismos compondo sua microbiota. Apesar dos diversos estudos versando sobre as secreções defensivas dos cupins, e da grande importância econômica e ecológica de *N.*

corniger, poucos estudos relatam sobre a temática abordada nesse estudo, sobretudo no Brasil (MELLO, 2014). De acordo com BEZERRA-GUSMÃO et al, (2008) informações sobre os metabolitos secretados pelos cupins podem ser ampliadas estabelecendo novos estudos das relações microbiológicas destes insetos. Simbiontes facultativos podem ser alojados em vários tecidos do hospedeiro, sendo transmitido de forma vertical e horizontal, mantendo relações de simbiose com o inseto que podem variar do mutualismo ao parasitismo (BAUMANN, 2006; SIOZIOS et al., 2008). Microbioma associados aos cupins e envolvidos em seu nicho, com potencial químico e biológico, abre perspectivas para investigações sobre os compostos bioativos envolvidos nas atividades contra patógenos humanos (MELO, 2019).

Tendo em vista, a diversidade do bioma amazônico e da escassez de pesquisas envolvendo a construção e compreensão regional dessa interação cupins e fungos, o presente artigo teve como finalidade obter informações morfológicas, micromorfológicas e conhecer as interações entre cupins e microrganismos associados, bem como o seu potencial antagonista estabelecendo a correlação entre eles.

2. Material e Método

2.1 Coleta de cupins

Os cupins foram coletados na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, (coordenadas 2° 24' 1.270" S 60° 2' 53.048" W). Foram coletados aproximadamente 20 cupins, que foram depositados em tubos Falcon contendo algodão umedecido com éter etílico, e posteriormente transferidos para tubos contendo 2 mL de água ionizada. Para registro da macromorfologia foi realizada uma coleta em depósitos estéreis de plástico para o transporte até o

Laboratório de Microbiologia da UFAM, ICB-01, Manaus-AM.

2.2 Isolamento dos microrganismos

Os cupins coletados para identificação foram colocados em depósitos de plástico higienizados e autoclavados, sendo mantidos no freezer por 3 minutos para que os insetos entrassem em estado de latência. Em seguida foram levados para capela de fluxo laminar onde foram submetidos a um processo de assepsia: álcool 70% por 1 minuto, em solução de hipoclorito de sódio 0,5% por 1 minuto, em álcool 70% por 30 segundos e dois banhos em sequência em água destilada e estéril (SILVA et al., 2007). Após desinfecção superficial, os cupins foram inoculados inteiros em placas de Petri (4 cupins em cada placa) contendo meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA), as culturas foram transferidas para B.O.D (Biological Oxigenial Demand) a 28 °C. Após 7 dias, foi realizado o isolamento, transferindo-se fragmentos de Ágar com hifas dos fungos, para novas placas contendo o meio de cultura BDA.

2.3 Obtenção de colônias monospóricas

Com a finalidade de obter colônias puras dos fungos, foi realizada a purificação dos isolados e posteriormente a diluição seriada seguida de plaqueamento de acordo com o protocolo de AZEVEDO e COSTA (1973). A purificação foi realizada por meio da obtenção de uma suspensão de conídios em Tween 80 (0,05%, v/v, Dinâmica), que consistiu na raspagem da superfície das colônias de cada isolado que foram transferidos para microtubos contendo 1 mL de Tween 80, os tubos foram homogeneizados em vortex. Alíquotas da suspensão de conídios foram submetidas à estimativa do número de conídios em Câmara de Neubauer, seguindo-se à diluição seriada em solução salina. Após as diluições, uma alíquota de 10 µL das suspensões 10^{-3} , 10^{-4} e

10⁻⁵ foram inoculados no centro da placa de Petri com meio de cultura BDA e espalhados com ajuda da alça de Drigalski. As suspensões foram plaqueadas em duplicata e armazenadas a 28 °C em estufa B.O.D.

2.4 Conservação dos microrganismos

Os fungos foram armazenados em triplicatas, utilizando os métodos de CASTELLANI (1939) e glicerol a 15%.

2.5 Identificação dos microrganismos

Para a identificação dos isolados, foram realizadas observações através da macro e micromorfologia das colônias, onde foram observadas características como: crescimento, coloração, textura e pigmentação. Para análises micromorfológicas, retiraram-se dois pequenos fragmentos de micélio, que foram posicionados com certa distância entre si, sobre meio BDA em placa de Petri. A seguir, uma lamínula autoclavada foi depositada e pressionada sobre cada um dos pequenos fragmentos. As placas foram vedadas e submetidas à incubação em estufa B.O.D. a 28 °C, até o início do crescimento e da esporulação do fungo sobre a lamínula. Após o crescimento, as lamínulas foram retiradas cuidadosamente do meio de cultura (com o auxílio de uma pinça autoclavada) e posicionadas sobre uma lâmina de microscopia contendo uma gota de corante lactofenol azul algodão (Sigma). A visualização de microestruturas (vegetativas e reprodutivas) foi realizada utilizando-se a objetiva de 40X (aumento total de 400X). A identificação dos microrganismos foi realizada mediante literatura especializada utilizando chave de identificação por gênero conforme, BARNETT et al (2006).

2.6 Inóculo das bactérias

Foram reativadas cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC-25923), *Escherichia coli* (ATCC-25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC-27853) e levedura

Cândida albicans (ATCC-10231). Colônias isoladas de cada microrganismo teste foi transferida para tubos contendo 5 mL de solução salina (NaCl 0,9%; p/v) até obter uma turvação correspondente a 0,5 da escala de McFarland (escala de turvação correspondente ao crescimento bacteriano em caldo) e incubados a 37 °C por 24 horas, que foram posteriormente inoculadas em placas estéreis contendo meio de cultura Agar Tripton de Soja por meio da técnica de estriamento e incubadas em B.O.D por 24h.

2.7. Atividade antagonista in vitro

2.7.1 Cepas de bactérias patogênicas x fungos simbiotes

Foram testados os fungos simbiotes dos cupins, contra quatro espécies de microrganismos patogênicos de interesse clínico: *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus aureus* e *Cândida albicans*. A atividade antagônica dos isolados foi avaliada através do resultado de halo de inibição, mensurando o potencial dos fungos simbiotes em inibir o desenvolvimento dos microrganismos patogênicos. O teste foi realizado em triplicata em meio ágar batata dextrose (BDA). Os fungos utilizados para avaliação antagonista foram anteriormente reativados e inoculados em meio solidificado (BDA) e incubadas a 25 °C por sete dias, para o crescimento das colônias.

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. As análises foram executadas através do software Sisvar, versão 5.6 de acordo com FERREIRA (2014).

3. Resultados e Discussões

O processo de isolamento dos cupins *N. corniger* resultou no total de 52 colônias de fungos apresentando as mais

diversas características quanto à consistência, coloração, bordas, estruturas aéreas e taxa de crescimento. Os gêneros observados nas análises macro e microscópicas dos microrganismos foram *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Absidia sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, e *Curvularia sp.*, tais resultados demonstram variabilidade quanto ao gêneros de fungos em seu habitat, essa diversidade de fungos foram mencionadas em estudos com isolamentos de microrganismos associados ao intestino e ninhos de cupins onde *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus flavus* foram os mais abundantes (BEZERRA E GUSMÃO 2011; MELLO, 2014; BARBOSA-SILVA et al. 2016). Está associação pode está relacionada às condições favoráveis que o interior dos ninhos beneficia aos fungos, como controle parcial de temperatura e umidade (ALVES, 1998).

3.1 Atividade antagonista em microrganismos patogênicos

Na análise de pareamento, as colônias isoladas demonstraram atividade significativa segundo o teste de análise (QUAL??) frente às cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Cândida albicans* (Tabela 1), validando o objetivo dessa pesquisa, os bioensaios revelaram o potencial da atividade antimicrobiana, crescimento e esporulações das colônias fúngicas diferenciadas quanto ao antagonismo.

Nos testes realizados entre os isolados e a bactéria *Escherichia coli* houve crescimento da colônia fúngica por completo na placa de Petri causando o ressecamento da bactéria sugerindo a morte do patógeno. Os isolados *Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.*, além do crescimento de micélios, expeliram cor diferenciada das demais em cima e ao redor do inóculo dos patógenos, supondo liberação de metabólitos secundários.

Nos testes realizados entre isolados e a bactéria *Staphylococcus aureus* um

dos fungos *Aspergillus sp.* não obteve resultado satisfatório devido ao fator de crescimento lento, os demais se diferenciaram em cores das bordas, ressecamento e crescimento em relação aos isolados nos controles Já o fungo *Penicillium sp.*, disseminou esporos em cima do patógeno diferenciando cor e aspecto, o isolado *Mucor sp.*, desenvolveu-se por toda a placa inibindo a bactéria em observação.

Os bioensaios entre os Isolados e a bactéria *Pseudomonas aeruginosa*, a bactéria demonstrou ser resistente com evolução no crescimento, cor e aspecto mais abundantes que o controle, inibindo o desenvolvimento dos isolados de forma a haver ressecamento e formação de pigmentações por parte dos isolados fúngicos, apenas o isolado fúngico *Mucor sp.*, obteve êxito crescendo por toda a placa inibindo a evolução da bactéria, mostrando um interesse na área enzimática deste fungo (Tabela 1). *Pseudomonas aeruginosa* e um organismo oportunista de interesse clínico devido resistência que adquire a diversos antimicrobianos e desinfetantes, ocorrem geralmente em área hospitalar atingindo principalmente pacientes imunocomprometidos (SANTOS et al., 2017), os resultados preliminares do isolado foi promissor podendo ser investigado posteriormente para obtenção do composto químico exato do fungo isolado responsável pela inibição.

Estudos feitos por LA CRUS et al 2014 relatam a presença de vários compostos químicos isolados de soldados, em diferente espécies de *Nasutitermes sp.*, entre 1977 e 2005 (VALTEROVA et, al. 1997; PRESTWICH et al.1980; EVERAERTS et al. 1988) , onde ainda definiram que tais composição é independente de sua dieta, relatando composições químicas de secreções e extratos com diferentes partes dos corpos de cupins, tal como a extração da cabeça, abdômen e corpo inteiro com solvente para obtenção de

extratos. Usando de técnicas bioguiadas para verificar o potencial antimicrobiano. ZHAO et al. (2004) relataram atividade de cinco compostos em bactéria *Bacillus subtilis*, e em (2013) DE LA CRUZ e colaboradores, retomaram as pesquisas dos

compostos químicos das espécies brasileiras, onde três deles também encontrados em soldados de *Nasutitermes corniger* são eficientes em bactéria *Staphylococcus aureus* responsáveis por infecções em humanos.

Tabela 1 – Crescimento micelial dos isolados em pareamento in vitro.

Fungos	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>	<i>Pseudomonas</i> sp
<i>Curvularia</i> sp	2,10 g	3,46 e	3,30 h	2,60 c
<i>Aspergillus</i> sp	3,10 e	4,52 c	5,33 d	3,10 b
CPU-12*	4,10 c	5,36 a	6,73 a	3,86 a
<i>Mucor</i> sp	5,06 b	4,83 b	6,16 b	3,76 a
<i>Penicillium</i> sp	6,06 a	4,20 c	6,00 c	2,62 c
<i>Absidia</i> sp	2,76 f	3,40 e	4,00 g	2,32 e
F-14*	3,56 d	4,16 c	4,00 g	2,40 d
F-16*	4,06 c	4,50 c	4,66 e	3,12 b
<i>Penicillium</i> sp	3,36 d	4,80 b	4,20 g	3,26 b
F-18*	3,90 d	3,76 d	4,33 f	3,22 b
CV% =	8,39	10,28	12,44	10,29

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% ($P < 0,05$) de probabilidade de erro. * Fungos isolados de cupins *Nasutitermes corniger* sem a identificação por gênero.

Nos testes entre os isolados e o fungo *Cândida albicans* o patógeno em questão não obteve crescimento significativo em nenhuma amostragem de antagonismo (tabela 1). *Curvularia* sp, *Mucor* sp., e F-18 diferenciaram-se em crescimento e coloração em relação ao controle, apenas um isolado *Aspergillus* sp., obteve desenvolvimento lento em relação a esse fungo, os demais obtiveram crescimento por toda a placa, tornando-os promissores na atividade antimicrobiana do desenvolvimento de *Cândida albicans* fungo oportunista que causa infecções oral e vaginal nos seres humanos.

4. Conclusão

O isolamento de fungos a partir dos corpos de cupins *Nasutitermes corniger* resultaram em 30 isolados de gêneros distintos e identificados como *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Absidia* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., e *Curvularia* sp demonstrando a grande variabilidade em sua microbiota.

Diante dos resultados observados nos ensaios de cultura pareada os isolados demonstraram atividades significativas com liberação de metabólitos com potencial parcial ou completo sobre as bactérias *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e levedura *Cândida albicans*, apenas um dos fungos *Aspergillus* sp. não obteve resultado relevante devido seu crescimento lento. O isolado *Mucor* sp. destacou-se por inibir todas as cepas utilizadas nesse estudo inclusive a bactéria *Pseudomonas* sp., que demonstrou resistência a todos os outros isolados submetidos a atividade antagonista in vitro.

As relações de cuidados com sua prole, atividades defensivas e simbioses fazem destes pequenos insetos uma base promissora de estudos em atividades secundárias de ação antimicrobiana, portanto, devem ser realizadas mais avaliações para conhecer quais os metabólitos ocasionaram as inibições.

Agradecimentos



A Deus que me permite todas as coisas, a minha orientadora a Prof^a Dra. Adriana Dantas Gonzaga de Freitas por conduzir meu trabalho de pesquisa a minha coorientadora Prof^a. MSC. Janaina da Costa Nogueira pelas valiosas contribuições dadas durante todo o decorrer da pesquisa. A todos os colegas do laboratório de microbiologia que compartilham de todos os desafios com o espírito colaborativo em especial minha amiga Dalva Sousa por estar ao meu lado durante a realização do trabalho me mantendo confiante, a Universidade Federal do Amazonas- UFAM e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação de Pesquisas- PIBIC por proporcionarem um novo saber e desenvolver a aprendizagem científica aos estudantes de graduação.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. Controle microbiano de insetos, v. 2, p. 289-381, 1998.
- ARAÚJO, A.; JANSEN, A. M.; BOUCHET, F.; REINHARD, K.; FERREIRA, L. F. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, v. 98, n. 1, p. 5-11, 2003.
- AZEVEDO, J. L.; COSTA, S. O. P. Exercícios Práticos da Genética. Companhia Editora Nacional, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, p. 171-174, 1973.
- BARNETT, H. L., & HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. American Phytopathological Society (APS Press). (No. Ed. 4). 1998.

BAUMAN, Z.; & ALBORÉ, J. *Community. Comunidad: en busca de seguridad en un mundo hostil*, n. 2, p. 157, 2006.

BARBOSA-SILVA A. M.; FARIAS M. A. A.; MELLO A. P.; SOUZA A. E. F.; GARCIA H.H.M.; BEZERRA-GUSMÃO M. A. Lignocellulosic fungi in nests and food content of *Constrictotermes cyphergaster* and *Inquilinitermes fur* (Isoptera, Termitidae) from the semiarid region of Brazil. *Fungal Ecology*, v. 20, p. 75-78, 2016.

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, Agosto, 2008.

BEZERRA-GUSMÃO, M. A., BARBOSA, J. R. C., BARBOSA, M. R. D. V., BANDEIRA, A. G., & SAMPAIO, E. V. 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*, 47(1), 1-5, 2011.

BOSSOLAN N.R.S. Introdução à Microbiologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 67, 2002.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. *Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, Baltimore, v. 24, p. 270-276, 1939.

CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the new world (Insecta: Isoptera). *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, v. 135, p. 135-231, 1998.

CONSTANTINO, R. Biologia dos cupins. Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília: On-line termite database. Disponível em: 2000. Acesso em: 2 jan. 2020.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, 2002.

CONSTANTINO, R. On-line termite database. Brasília, [s.d.]. Disponível em: Acesso em 1 fev. 2016.

COSTA-LEONARDO, ANA, M.; REBÊLO, J, M, M. Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. In: *Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle*, p. 128-128, 2002.

DAMASCENO, N. R. Caracterização microbiana de cupins, cupinzeiros e seu entorno. 2019.

DE LA CRUZ, M. N. S.; JÚNIOR, H. M., OLIVEIRA, D. F., COSTA-LOTUFO, L. V., FERREIRA, A. G.,



Ciências Biológicas

- ALVIANO, D. S., & REZENDE, C. M. Chemical composition and biological activities of soldiers of the Brazilian termite species, *Nasutitermes macrocephalus* (Isoptera: Natutitermitinae) v. 8, n. 1, 2013.
- DE LA CRUZ, M. N. S.; JUNIOR, H. M. dos; REZENDE, C. M.; ALVES, R. J. V.; CONCELLO E. M.; ROCHA, M. M. Terpenos em cupins do gênero *Nasutitermes* (Isoptera, termitidae, nasutitermitinae). *Química Nova*, v. 37, n. 1, p. 95-103, 2014.
- EVERAERTS, C.; PASTEELS, J. M.; ROISIN, Y.; BONNARD, O.; *Biochem. Syst. Ecol.* v. 16, p.437, 1988.
- FONTES, L.R.; MILANO, S. Termites As Na Urban Problem In South América. *Sociobiology*, v 40, p. 103- 151, 2002.
- GAZAL, V.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A. Wood Preference of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology*, v.55, p.433-443, 2012.
- LIMA, J.T & COSTA-LEONARDO, A.M. Food resources exploited by termites (Insecta: Isoptera). *Biota Neotrop.* v. 7, n. 2. 2007.
- MELLO A.P.; COSTA B. G.; SILVA A. C.; SILVA A. M. B.; BEZERRA-GUSMÃO M. A. Termite infestation in historical buildings and residences in the semiarid region of Brazil. *Sociobiology* v. 61, p. 318-323, 2014.
- MELLO, A. & CORRÊA, ELIDA & SILVA, BARBOSA A. G. & GUSMAO, M. Fungi associated with nests of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Nasutitermitinae) in a semiarid region of Brazil. *ENTOMOTROPICA*. v.31, p. 302-310, 2016.
- MELLO, A. P. de. Composição química e atividade antimicótica da secreção defensiva de *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Nasutitermitinae), p. 65, 2014.
- MELLO, A. P. Interações simbióticas entre micro-organismos e insetos - Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos *Revista RG News*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 48-56, 2019.
- OH. D.-C, P. M.; CURRIE C. R.; CLARDY J. Dentigerumycin: a bacterial mediator of an ant-fungus symbiosis. *Nat Chem Biol* v.5, p. 391-393, 2009.
- PRESTWICH, G. D.; SPANTON, S. G.; GOH, S. H.; THO, Y. P.; *Tetrahedron Lett.* v. 22, p. 1563, 1981,
- SANTOS, C, H, S; PICCOLI, R, H.; TEBALDI, V, M, R. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais e compostos isolados frente aos agentes patogênicos de origem clínica e alimentar. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 76, p. 1719, 2017.
- SIOZIOS, S.; SAPOUNTZIS, P.; IOANNIDIS, P; BOURTZIS, K.. Simbiose de *Wolbachia* e resposta imune a insetos. *Ciência dos Insetos*, v. 15, n. 1, p. 89-100, 2008.
- SILVA N.; CHRISTINA V.; FERRAZ N.; HIROMI M.; FRANCISCO R.; ABELIAR R. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica*. 3 ed., São Paulo, Varela. 580p. 2007.
- SILVA, A. do N. F. O papel dos sinais químicos na seleção de recursos em *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Isoptera). Recife: UFRPE, 2019.
- VALTEROVA, I.; KRECEK, J.; VRKOC, J.; *Biochem. Syst. Ecol*, v.17, p.327, 1989.
- VISSER, A. A.; NOBRE T.; CURRIE C. R.; AANEN D. K.; POUSEN M. Exploring the potencial for actinobactéria as defensive symbiots in fungus-growing térmites. *Microbial ecology*, v. 63, n. 4, p. 975-985, 2012.
- ZHAO, C.; RICKARDS, R.; TROWEL, S.; *Tetrahedron*, v. 60, p. 10753, 2004.