

RESSALVA

Atendendo solicitação da
autora, o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 24/11/2019.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

CUIDADO COM OVOS E IMATUROS: POLIETISMO E MORFOFISIOLOGIA DAS
GLÂNDULAS SALIVARES EM DUAS ESPÉCIES DE CUPINS (ISOPTERA:
RHINOTERMITIDAE, TERMITIDAE)

VANELIZE JANEI

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

Rio Claro
2019

VANELIZE JANEI

**CUIDADO COM OVOS E IMATUROS: POLIETISMO E
MORFOFISIOLOGIA DAS GLÂNDULAS SALIVARES EM DUAS
ESPÉCIES DE CUPINS (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE,
TERMITIDAE)**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do
Campus de Rio Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutora em Ciências
Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. ANA MARIA COSTA LEONARDO

Rio Claro - SP
2019

J33c Janei, Vanelize
 Cuidado com ovos e imaturos: polietismo e
 morfofisiologia das glândulas salivares em duas espécies
 de cupins (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae) /
 Vanelize Janei. -- Rio Claro, 2019
 87 p. : il., tabs., fotos

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
 (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
 Orientadora: Ana Maria Costa Leonardo

 1. térmitas. 2. Blattaria. 3. Coptotermes gestroi. 4.
 Cornitermes cumulans. 5. colônias incipientes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CUIDADO COM OVOS E IMATUROS: POLIETISMO E MORFOFISIOLOGIA DA GLÂNDULA SALIVAR EM DUAS ESPÉCIES DE CUPINS (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE, TERMITIDAE).

AUTORA: VANELIZE JANEI

ORIENTADORA: ANA MARIA COSTA LEONARDO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

Ana Maria Costa Leonardo

Profa. Dra. ANA MARIA COSTA LEONARDO
Departamento de Biologia / IB Rio Claro

Silvana Beani Poiani

Profa. Dra. SILVANA BEANI POIANI
Departamento de Biologia / IB - Rio Claro

Maria Santina de Castro Morini

Profa. Dra. MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI
Núcleo de Ciências Ambientais / Universidade de Mogi das Cruzes

Ives Haifig

Prof. Dr. IVES HAIFIG
Instituto de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Uberlândia/MG

Alexsandro Santana Vieira

Pós-Doutorando ALEXSANDRO SANTANA VIEIRA
CEIS / IB Rio Claro

Rio Claro, 24 de maio de 2019

Ao meu avô materno José Calixto dos
Santos (*in memoriam*).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Prof^ª Dr^ª Ana Maria Costa Leonardo pela orientação, paciência e incentivo. Obrigada por sempre nos deixar empolgados com o mundo dos cupins!

Agradeço a minha família sempre disposta a me apoiar nas minhas escolhas. Esse trabalho não seria o mesmo sem a minha mãe Vânia e meus irmãos, Vitor, Varlei, Vildner e Velquer.

Agradeço também ao meu pai Vitor, a minha avó Loriles e aos meus tios Vanilce, Vivian e Vitor Pedro, e também às minhas cunhadas Letícia, Alessandra e Lídia pela força!

Aos meus amigos caninos Cazuzza, Elvis e Marrom pelo amor incondicional!

Aos meus amigos Amanda, Carlos, Juliana, Neto e Cinthia por sempre se interessarem, e pelas diversas perguntas sobre os cupins e outros insetos. Adoro a companhia de vocês!

Ao pessoal do CBN 06, em especial aqueles com os quais ainda convivo: Monizze, Eliziane, Bruna, Pamela, Manuela. É muito bom estar com vocês!

Agradeço a Gabriela Löcher por todo o apoio, e por me ajudar na coleta dos reprodutores alados de *Cornitermes cumulans*.

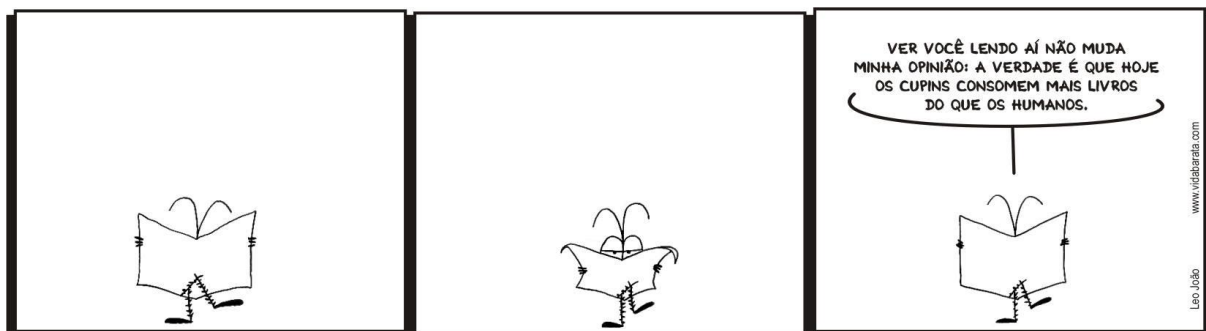
Agradeço a Lara Teixeira Laranjo por me ajudar no meu início na histologia e pela paciência em me ensinar várias vezes as técnicas.

Agradeço ao técnico do laboratório do Departamento de Biologia Gerson Mello Souza e a Cristiane Marcia Mileo por sempre me auxiliarem quando precisei. Muito obrigada!

A professora Selene Maria Coelho Loibel pela ajuda com as análises estatísticas.

Ao pessoal do laboratório, pela amizade e por ajudar sempre que precisei! Célia, Iago, Luiza e Amanda. Um agradecimento especial ao Iago pela ajuda com os esquemas e leituras!

Muito obrigada!



1 RESUMO

As colônias de insetos sociais constituem grupos de indivíduos que vivem juntos e se reproduzem como uma unidade, sendo a divisão de trabalho entre os companheiros de ninho uma das mais importantes características dessas colônias. A alocação de trabalho pode ser baseada em casta, sexo, tamanho ou idade dos indivíduos e este processo é denominado polietismo, que pode ser temporal e, nesse caso, o desenvolvimento da tarefa está ligado a idade e a fisiologia do indivíduo. O desenvolvimento de glândulas exócrinas está relacionado com essas atividades e tarefas. As lacunas existentes no conhecimento atual do polietismo em Isoptera dizem respeito a grande dificuldade de observar o comportamento dos cupins em ambientes naturais, devido ao hábito críptico destes insetos. Visando elucidar a divisão de trabalho de reis e rainhas na parte de cuidados com os ovos e larvas na espécie exótica *Coptotermes gestroi* e na espécie nativa *Cornitermes cumulans* foram realizados estudos comportamentais e estudos morfológicos das glândulas salivares em diferentes fases da vida destes reprodutores. Estes estudos morfológicos envolveram histologia, histoquímica e morfometria dos ácinos das glândulas salivares de reis e rainhas. O cuidado biparental é uma importante estratégia para a sobrevivência dos insetos e representa um avanço na adaptação ao ambiente. Nos insetos sociais, como os cupins, o cuidado com ovos e a alimentação dos imaturos é tarefa dos operários, no entanto, no início da fundação de uma nova colônia, o cuidado com a prole é realizado pelo casal real, sendo bastante escassos esses estudos em reprodutores. Na presente pesquisa, colônias incipientes das duas espécies de cupins foram filmadas, durante o período que antecede o aparecimento dos operários, e avaliados os comportamentos com cuidados de ovos e larvas. Os resultados mostraram que o cuidado com os ovos foi realizado igualmente pelo rei e rainha na espécie *C. gestroi*. Contudo, em *C. cumulans* a rainha investiu significativamente mais que o rei na atividade de “grooming” dos ovos. Quanto ao cuidado com as larvas, os dados indicam diferenças significativas nos comportamentos de “grooming”, trofalaxia estomodeal e trofolaxia proctodeal entre os reis e rainhas de *C. gestroi*. Adicionalmente, a rainha da referida espécie investiu mais em trofalaxia do que o rei. Para *C. cumulans* o cuidado com os imaturos não apresentou diferença entre os reprodutores, mostrando ausência de polietismo sexual. A morfometria das glândulas salivares dos reprodutores no início da função das colônias mostrou que a área dos ácinos salivares foram similares em reis e rainhas de ambas as espécies de cupins, portanto, no início

da fundação do ninho, glândulas salivares similares em reis e rainhas indicam o mesmo investimento de ambos os sexos na produção de saliva. Contudo, em colônias mais velhas de *C. gestroi* ocorreu uma diminuição da área dos ácinos salivares em ambos os reprodutores. A histologia das glândulas salivares mostrou ácinos salivares multicelulares, constituídos por células parietais e centrais, sendo que em *C. cumulans* foram observados dois tipos de células centrais. As células parietais são periféricas, menores em relação as centrais e são caracterizadas pela presença de um canalículo intracelular. As células centrais possuem muitas vesículas secretoras, e testes histoquímicos das glândulas salivares de reprodutores no início da formação das colônias mostraram a presença de proteínas e polissacarídeos, além de lipídios em *C. gestroi*. Nos reprodutores mais velhos de *C. gestroi*, a secreção proteica diminuiu, mas houve um acúmulo maior de polissacarídeos. Os resultados sugerem que após o aparecimento dos operários, os quais passam a alimentar a cria, a secreção salivar diminui e sofre alteração funcional em reis e rainhas. O cuidado biparental com ovos e larvas é importante pois aumenta a sobrevivência da prole durante o estabelecimento de novos ninhos, contudo, existem diferenças de polietismo entre as duas espécies estudadas que parecem estar ligados a biologia das mesmas, incluindo tipo de ninho e forrageamento.

Palavras-chave: térmitas, Blattaria, *Coptotermes gestroi*, *Cornitermes cumulans*, colônias incipientes.

2 ABSTRACT

Colonies of social insects constitute groups of individuals which live together and reproduce as a superorganism, and the most important characteristic of such colonies is a complex division of labor among nestmates. The task allocation may be based on the caste, sex, size and the age of the individuals, and this process is termed polyethism, which may be temporal and, in this case, the task development is associated to the age and physiology of the individual. The development of exocrine glands is associated to these colonial activities and tasks. The current knowledge gaps concerning the polyethism in Isoptera are consequences of the difficulty in observing the behavioral repertoires performed by termites under natural conditions, especially due their cryptic habit. Aiming to elucidate the division of labor between kings and queens related to eggs and larval care in the exotic species *Coptotermes gestroi* and in the native species *Cornitermes cumulans*, behavioral bioassays and morphological studies of the salivary glands were performed on different life phases of these reproductives. These morphological studies involved histology, histochemistry and morphometry of the salivary acini of kings and queens. The biparental care is an important strategy for insect survival and represent an advance during the adaptation to the environment. Among the social insects, case of the termites, workers care for eggs and feed the immatures, although these tasks are performed by the royal couple during the establishment of a colony. Nevertheless, the available data concerning the parental care performed by kings and queens are quite limited. In the present research, incipient colonies of the studied species were filmed, during the period preceding the development of workers, and the behaviors performed during egg and larvae care were evaluated. The results showed that the care of eggs was equally performed by the king and the queen of *C. gestroi*, whereas queens of *C. cumulans* invested significantly more in egg-grooming than kings. Unlike eggs, the larval care varied between *C. gestroi* kings and queens in the following behaviors: grooming, proctodeal and stomodeal trophallaxis. Additionally, the *C. gestroi* queen invested more in trophallaxis when compared to the king. For *C. cumulans*, the larval care did not show differences between the reproductives, suggesting an absence of sexual polyethism in this species. The morphometry of the salivary glands of kings and queens during the colony establishment showed similar acinar area between the reproductives of both species, suggesting that during the colony foundation, kings and queens invest the same effort for saliva production. However, in old colonies of *C. gestroi*, both reproductives suffered a reduction in their acinar area. The

histology of the salivary glands showed multicellular salivary acini, composed of parietal and central cells, the latter presenting two types in *C. cumulans*. The parietal cells are peripheral, smaller when compared to the central ones, and are characterized by the presence of an intracellular canaliculus. The central cells possess many secretory vesicles, and histochemical tests of the salivary glands of kings and queens during colony foundation showed the presence of proteins and polysaccharides, besides lipids in *C. gestroi*. In older reproductives of *C. gestroi*, the proteic secretion decreased, although there was a higher accumulation of polysaccharides. The results suggest that, after the emergence of workers which feed the larvae, the salivary secretion decreases and suffer functional changes in kings and queens. The biparental care on eggs and larvae is important, since it increases the brood survival during the initial phases of the colony, however, there was difference in the polyethism between the two studied species, which seems to be a consequence of their biology, including nesting and foraging aspects.

Key-words: termites, Blattaria, *Coptotermes gestroi*, *Cornitermes cumulans*, incipient colonies.

SUMÁRIO

1. Resumo	v
2. Abstract	vii
3. Introdução geral	11
3.1.1. Classificação dos cupins.....	12
3.1.2. Desenvolvimento hemimetábolo e castas.....	12
3.1.3. Alimentação dos cupins.....	13
3.1.4. Classificação dos cupins quanto a nidificação e hábitos alimentares.....	14
3.1.5. Fundação das colônias.....	14
3.1.6. Polietismo.....	14
3.1.7. Biologia de <i>Coptotermes gestroi</i>	15
3.3.8. Biologia de <i>Cornitermes cumulans</i>	18
4. Referências bibliográficas	23
CAPÍTULO 1. “Cuidado biparental em cupins utilizando <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Cornitermes cumulans</i> como modelos (Blattaria, Isoptera, Rhinotermitidae, Termitidae)”	28
1. Resumo	29
2. Introdução	30
3. Material e Métodos	32
4. Resultados	36
4.1. Cuidado parental com ovos em <i>Coptotermes gestroi</i>	36
4.2. Cuidado parental com ovos em <i>Cornitermes cumualns</i>	40
4.3. Cuidado parental com larvas em <i>Coptotermes gestroi</i>	44
4.4. Cuidado parental com larvas em <i>Cornitermes cumulans</i>	46
5. Discussão	48
6. Referências bibliográficas	53
CAPÍTULO 2. “Polietismo fisiológico em reprodutores primários dos cupins <i>Coptotermes gestroi</i> e <i>Cornitermes cumulans</i> (Blattaria, Isoptera, Rhinotermitidae, Termitidae)”	58
1. Resumo	59

2. Introdução	60
3. Material e Métodos	62
4. Resultados	66
4.1. Histologia das glândulas salivares de reis e rainhas de colônias de 2 meses de <i>Coptotermes gestroi</i>	66
4.2. Morfometria dos ácinos salivares de reis e rainhas de colônias de 2 meses de <i>Coptotermes gestroi</i>	68
4.3. Histoquímica das glândulas salivares de reprodutores de 2 meses de <i>Coptotermes gestroi</i>	68
4.4. Morfometria comparada dos ácinos salivares de rainhas de 2 meses e de 1 ano de <i>Coptotermes gestroi</i>	71
4.5. Morfometria comparada dos ácinos salivares de reis de 2 meses e de 1 ano de <i>Coptotermes gestroi</i>	73
4.6. Histoquímica comparada dos ácinos salivares de reis de 2 meses e de 1 ano de <i>Coptotermes gestroi</i>	74
4.7. Histologia dos ácinos das glândulas salivares de reis e rainhas de colônias de <i>Cornitermes cumulans</i>	75
4.8. Morfometria dos ácinos salivares de reis e rainhas de <i>Cornitermes cumulans</i>	77
4.9. Histoquímica das glândulas salivares em reprodutores de <i>Cornitermes cumulans</i>	78
5. Discussão	80
6. Referências bibliográficas	84
7. Considerações finais	87

INTRODUÇÃO GERAL

3.1 Introdução geral: classificação e biologia de cupins

3.1.1 Classificação dos cupins

Estudos morfológicos e moleculares mostraram que os cupins ou térmitas são baratas sociais e por isso aceita-se que tenham evoluído de um ancestral comum das baratas atuais. Existem divergências sobre a classificação dos cupins que foram inseridos por Becalloni e Eggleton (2013) na epifamília Termitoidea da ordem Blattodea e por Engel (2011) e Krishna et al. (2013) na infraordem Isoptera da ordem Blattaria. Esta última classificação é a mais aceita e a que foi adotada no presente trabalho. Atualmente, aceita-se que existem 9 famílias de cupins: Mastotermitidae, Hodotermitidae, Archotermopsidae, Stolotermitidae, Kalotermitidae, Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (ENGEL, 2011; KRISHNA et al., 2013). Presentemente, são descritas 3161 espécies de cupins, sendo que 660 são provenientes da região Neotropical (CONSTANTINO, 2019).

3.1.2 Desenvolvimento hemimetábolo e castas

Os cupins são insetos hemimetábolos diferente dos Hymenoptera sociais como as formigas, abelhas e vespas que são holometábolos (NOIROT, 1969). Esses insetos vivem em sociedades organizadas em castas, constituídas por indivíduos reprodutores, operários e soldados. De acordo com Eggleton (2010), essas castas exibem divisão de trabalho e exercem funções diferentes dentro do cupinzeiro.

Uma colônia de cupins possui geralmente 1 casal real, rei e rainha, responsáveis pela reprodução, denominados reprodutores primários. Os cupins são os únicos insetos eussociais em que o rei permanece no ninho após a cópula (COSTA-LEONARDO, 2002). Os operários são indivíduos ápteros, responsáveis pela construção e manutenção do ninho, além do forrageamento e alimentação de todos os outros indivíduos da colônia, inclusive o casal real e imaturos. Esses indivíduos são estéreis, não apresentam olhos, têm tubo digestivo bastante desenvolvido e também se dedicam ao cuidado de ovos e imaturos (EGGLETON, 2010). O soldado é a casta morfológicamente adaptada para a defesa, com mandíbulas robustas e glândula frontal desenvolvida para combater os inimigos. Esses indivíduos são estéreis e cegos (COSTA-LEONARDO, 2002) e podem se originar de larvas ou de operários, passando por um instar intermediário conhecido como pré-soldado ou soldado branco (NOIROT, 1969; ROISIN, 2000).

Uma colônia madura de cupins libera anualmente reprodutores alados ou imagos, machos e fêmeas. Esses reprodutores deixam o ninho original e após formarem casais fundam uma nova colônia. Além das castas citadas, existem imaturos que são conhecidos como larvas e ninfas. As larvas são ápteras e as ninfas apresentam brotos alares. Apesar dos cupins serem insetos hemimetabolos, ou seja, insetos que teoricamente não possuem larvas, esse termo é utilizado para essas ninfas jovens que são ápteras, e constitui uma nomenclatura convencional para os termitólogos (THORNE, 1996). No desenvolvimento dos cupins, as ninfas sofrem mudas sucessivas e originam os reprodutores alados ou imagos. Em cada muda ocorre uma diferenciação gradual de características imaginiais, como o surgimento de asas, olhos e órgãos reprodutores (COSTA-LEONARDO, 2002)

Em cupins é assumido que o ovo é totipotente e contém a mesma informação genética. Portanto, o desenvolvimento das castas é determinado por fatores ambientais (nutrição, temperatura, umidade) assim como sexo dos indivíduos (WATANABE et al., 2014). Os fatores ambientais são percebidos pelos cupins por meio de interações sociais como “allogrooming” e trofalaxia (NOIROT, 1991; TARVER et al., 2011). No entanto, pouco é conhecido sobre as relações entre fatores ambientais e padrões de interações sociais (MACHIDA et al., 2001).

3.1.3 Alimentação dos cupins

A base da alimentação dos cupins é celulósica sendo que existem espécies que se alimentam de madeiras em vários estágios de decomposição, raízes, sementes, serapilheira e até mesmo húmus (LEE; WOOD, 1971; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Por isso, os cupins são importantes decompositores, especialmente nos ecossistemas tropicais e subtropicais (LEE; WOOD, 1971).

Trofalaxia é um comportamento pelo qual os insetos obtêm fluidos nutritivos de um companheiro de ninho. A trofalaxia mais frequente é a estomodeal, que é a troca de fluido através da boca, mas também pode ocorrer a trofalaxia proctodeal, em que o fluido é recebido através do ânus (WHITMAN, 2006). Trofalaxia estomodeal é a troca de saliva e alimento regurgitado (MCMAHAN, 1969; MACHIDA et al., 2001). A trofalaxia proctodeal é a transferência de fluido do intestino posterior contendo microbiota, produto da digestão do cupim e da microbiota e feromônios (MCMAHAN, 1969; MACHIDA et al., 2001) De acordo com McMahan (1969), a alimentação proctodeal é geralmente iniciada e encerrada pelo indivíduo receptor. A trofalaxia é importante na comunicação e distribuição de feromônios

envolvidos na diferenciação de castas. Hoje, é conhecido que a trofalaxia também está envolvida com imunidade e aquisição de microbiota simbiótica (ROSENGAUS et al., 1998; MAEKAWA et al., 2012).

3.1.4 Classificação dos cupins quanto a nidificação e hábitos alimentares

De acordo com a alimentação e tipo de ninho os cupins podem ser classificados em: “ninhos múltiplas peças”, quando os cupins vivem em ninhos longe de suas fontes alimentares e ninhos “peça única”, quando os cupins vivem dentro do próprio alimento. Ninhos “múltiplas peças” ocorrem nas famílias Mastotermitidae, Termitidae, maioria dos Rhinotermitidae e ninhos “peça única” nas famílias Termopsidae, Serritermes, Kalotermitidae e no gênero *Prorhinotermes* (família Rhinotermitidae) (KORB, 2008).

3.1.5 Fundação das colônias

No início da colônia há uma cooperação entre rei e rainha para o desenvolvimento da primeira cria (NOIROT, 1989), contudo pouco se conhece dessa cooperação. Existem escassos dados de literatura sobre os cuidados com ovos e cria desempenhado pelos reprodutores (SHELLMAN-REEVE, 1990; ROSENGAUS; TRANIELLO, 1991; SHELLMAN-REEVE, 1997). De acordo com Korb (2007) operários de cupins que possuem ninhos “peça única”, mostram pouco ou nenhum cuidado com ovos e cria, caso de *Cryptotermes secundus* (Kalotermitidae). Contudo, é melhor conhecida as diferentes atividades desenvolvidas por operários de espécies com ninhos “múltiplas peças” que saem para forragear e buscam fontes alimentares longe do ninho (WATSON; MACMAHAN, 1978; BADERTSCHER, 1983; CROSLAND et al., 1997). Nesses cupins a função de cuidados desempenhada pelos operários é mais conhecida (KORB et al., 2012).

Em vista do exposto foram escolhidas duas espécies de cupins representantes de duas famílias diferentes: *Coptotermes gestroi*, família Rhinotermitidae e *Cornitermes cumulans*, família Termitidae para o estudo de cuidado biparental e polietismo no início das colônias.

3.1.6 Polietismo

As colônias de insetos sociais constituem grupos de indivíduos que vivem juntos e se reproduzem como uma unidade (BESHER; FEWELL, 2001). Uma das mais importantes características das colônias desses insetos, que vivem em sociedade é que alguns membros se especializam em diferentes tarefas, ou seja, existe uma divisão de trabalho entre os

companheiros de ninho (OSTER; WILSON, 1978). Geralmente, esta alocação de trabalho nas colônias de insetos sociais pode ser baseada em casta, sexo, tamanho ou idade dos indivíduos e este fenômeno é denominado polietismo.

O termo polietismo sexual para reprodutores foi primeiramente utilizado por Machida et al., (2001) no estudo com *Hodotermopsis japônica* e incorporado a literatura de Isoptera (SOLEYMANINEJADIAN et al., 2014). Esse termo, polietismo sexual, já havia sido usado por Miura et al. (1998) para operários de *H. medioflavus*. Assim, o polietismo sexual verificado na espécie de cupim de madeira úmida *H. japonica* mostrou que durante o período de oviposição, o rei foi responsável pela higiene e alimentação da fêmea via trofalaxia estomodeal e proctodeal. Além disso, após a eclosão dos ovos, as fêmeas (rainhas) realizaram a trofalaxia proctodeal com as larvas mais vezes que os machos (reis) (MACHIDA et al., 2001). Nos estudos de polietismo sexual com operários de *H. medioflavus*, foi observado que os machos eram menores e especializados na atividade de “mascar a madeira”, e as fêmeas eram maiores e especializadas na atividade de forrageamento (MIURA et al., 1998).

3.1.7 Biologia de *Coptotermes gestroi*

Coptotermes gestroi pertence à família Rhinotermitidae e é uma espécie introduzida no Brasil. A família Rhinotermitidae compreende os cupins conhecidos como subterrâneos, porque os ninhos são geralmente encontrados sob o solo. Os cupins desta família são caracterizados por apresentar hábito críptico e são considerados os maiores responsáveis por danos econômicos em áreas urbanas da região Sudeste do Brasil (COSTA-LEONARDO, 2002). O gênero *Coptotermes* engloba o maior número de espécies-praga descritas e é responsável por severos prejuízos econômicos (SU; SCHEFFRAHN, 1998). Segundo Evans et al. (2013), as 28 espécies de cupins consideradas invasoras sempre apresentam três características comuns que as definem: o tipo de alimentação, o tipo de ninho e uma maior capacidade de produzir reprodutores secundários.

C. gestroi foi introduzido no Brasil por meio de madeira contaminada transportados por navios da Malásia e Cingapura, os quais chegaram no porto de Santos e Rio de Janeiro na década de vinte (SCHEFFRAHN; SU, 2000; MARTINS et al., 2010). A espécie é causadora de grandes prejuízos em áreas urbanas atacando estruturas de madeira e árvores vivas, sendo que somente na cidade de São Paulo, as perdas com tratamentos, reparos e substituições de peças atacadas variam de US\$ 10 a 20 milhões anuais (MILANO; FONTES, 2002). O custo envolvido no controle de cupins subterrâneos nas edificações da cidade de São Paulo

avaliadas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) em 2005 foi de R\$ 7,9 milhões, considerando as etapas de inspeção e/ou tratamento químicos (ROMAGNANO; NAHUZ, 2006).

O cupim *C. gestroi* tem ninhos policálicos (vários núcleos ou “cálicies”) e normalmente, aceita-se que a atividade da colônia está centrada em um ninho principal que contém reprodutores e cria. Nessa espécie, os reprodutores primários são constituídos pelo rei e rainha, sendo esta fisogástrica e com longevidade de cerca de 15 anos ou mais. Os ovos apresentam um comprimento médio de 0,77 mm e cerca de 0,38 mm de largura (COSTA-LEONARDO, 2002) e deles eclodem imaturos menores, “larvas”, sendo que em *C. gestroi* são conhecidos 2 ínstares (larva 1 e larva 2). Esses indivíduos não são encontrados nas áreas de forrageamento e são totalmente brancos, sem qualquer indício de esclerotização (BARSOTTI; COSTA-LEONARDO, 2005).

O ninho de *C. gestroi* é do tipo ‘múltiplas peças’, ou seja, separado de suas fontes alimentares, e estes ninhos podem ser subterrâneos ou aéreos. Os ninhos aéreos podem ser construídos em poços de ventilação e caixas de eletricidade e em espaços estruturais de prédios e edificações (FONTES; ARAÚJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2008). Colônias de *C. gestroi* também mostram infestações mistas, ou seja, constituídas tanto por ninhos subterrâneos como aéreos (MILANO; FONTES, 2002). O ninho de *C. gestroi* é denominado de cartonado, pois é rico em lignina, apresentando um aspecto de papelão, e consiste geralmente em uma mistura de saliva, madeira e excremento (LELIS, 1995; COSTA-LEONARDO et al., 1999; COSTA-LEONARDO, 2008).

As populações das colônias maduras de *C. gestroi* podem atingir 1 milhão de indivíduos e com 6 anos de idade uma colônia dessa espécie já pode produzir alados (COSTA-LEONARDO et al., 2005; COSTA-LEONARDO, 2008). Esses alados têm aproximadamente 6 mm de comprimento e suas revoadas na Região Sudeste do Brasil ocorrem, geralmente, nos meses de agosto e setembro, entre 18 e 19 horas, porém, podem ser observados vôos esporádicos em outros meses, nos quais o número desses reprodutores é sempre inferior ao das revoadas de agosto ou setembro (COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO, 2008) onde os voos são sincronizados.

Os operários são bastante numerosos em uma colônia de *C. gestroi*, constituindo a maior parte da população. Esses indivíduos são ápteros e atuam nas tarefas de construção, forrageamento, limpeza e reparação do ninho, alimentação dos outros indivíduos e cuidados com ovos e larvas (COSTA-LEONARDO, 2008). Operários de *C. gestroi* apresentam

longevidade que varia de 3 a 5 anos (COSTA-LEONARDO, 2008) e podem exibir cinco diferentes ínstares que são encontrados em grupos de forrageiros (BARSOTTI; COSTA-LEONARDO, 2005). Não existem publicações sobre o sexo dos operários de *C. gestroi*, mas estudos com a espécie *Coptotermes heimi*, mostram que os operários são tanto machos como fêmeas, apresentando dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos (PAJNI; ARORA, 1990).

Os grupos de forrageamento de *C. gestroi* apresentam de 10 a 15% de soldados, mas sofrem uma variação anual (SCHEFFRAHN; SU, 2000; MAO; HENDERSON, 2007). Estes soldados são bastante agressivos, atuam na defesa da colônia utilizando as mandíbulas e a secreção da glândula frontal, que funciona como uma espécie de cola (COSTA-LEONARDO, 2002).

O desenvolvimento pós-embrionário de *Coptotermes gestroi* é bifurcado (BARSOTTI; COSTA-LEONARDO, 2005), ou seja, logo no início do desenvolvimento há uma divisão entre a linhagem imaginal e a áptera (Fig. 1).

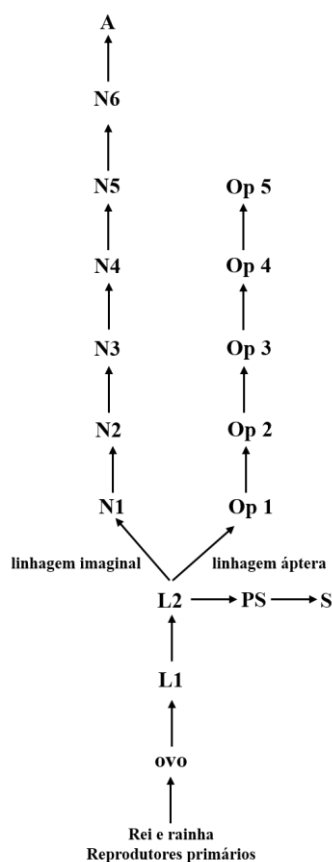


Figura 1. Esquema modificado de Barsotti e Costa-Leonardo (2005) e Chouvenec e Su (2014) do desenvolvimento pós-embrionário de *Coptotermes gestroi*. L = larva; PS = pré-soldado; S = soldado; N = ninfa; Op = operário; A = reprodutor alado (imago).

A figura 2 ilustra o rei e a rainha de uma colônia inicial de *Coptotermes gestroi* cuidando dos ovos.



Figura 2 – Colônia incipiente de *Coptotermes gestroi*. Casal de reprodutores cuidando dos ovos. ♀ = rainha; ♂ = rei

3.1.8 Biologia de *Cornitermes cumulans*

Cornitermes cumulans é uma espécie neotropical que pertence à família Termitidae, a qual engloba cerca de 75% de todas as espécies de cupins existentes (OHKUMA et al, 2004). A família Termitidae abrange oito subfamílias, das quais quatro estão presentes no Brasil: Termitinae, Apicotermitinae, Nasutitermitinae e Syntermitinae, sendo que Syntermitinae apresenta 15 gêneros incluindo *Cornitermes* (CONSTANTINO, 2019). Portanto, *Cornitermes* é endêmico da região neotropical e ocorre em toda as regiões de Cerrado, sendo que as espécies de maior ocorrência são *Cornitermes bequaerti*, *Cornitermes cumulans* e *Cornitermes silvestri* (CONSTANTINO, 2015).

C. cumulans é a espécie mais comum e mais bem-sucedida em pastagens, culturas e cerrados do Brasil, assim como no Paraguai e Argentina (ARAÚJO, 1970; REDFORD, 1984). No Brasil, *C. cumulans* é a espécie mais frequente nas regiões sul e sudeste e no Mato Grosso do Sul (CANCELLO, 1989; FERNANDES et al., 1998), e pode ser considerada uma espécie-chave devido a sua grande abundância e impacto sobre o ambiente (REDFORD, 1984; CONSTANTINO, 2005). *C. cumulans* constrói ninhos em montículos que podem atingir um tamanho considerável, chegando até 4m de altura. Os ninhos de *C. cumulans* têm formato

cônico irregular, variando o tamanho e a coloração, dependendo da região onde está localizado e da idade do ninho. A parte externa desses ninhos é bastante dura e é confeccionada pelos cupins principalmente com solo que contém muita argila (COSTA-LEONARDO, 2005) (Figura 3A). Na parte interna, pode-se observar galerias grandes e de aspecto arredondado e um centro celulósico de coloração escura, de textura lisa e pouco resistente (FERNANDES et al., 1998), onde os cupins armazenam seu alimento previamente mastigado e regurgitado (TORALES, 1982; COSTA-LEONARDO, 2005). O alimento armazenado é moldado em uma bola compacta mesclada com grãos de solo (TORALES, 1982) e lacrado por um material fecal escuro (TORALES, 1982; COSTA-LEONARDO, 2005) (Figura 3B).

Durante a época das revoadas, de setembro a dezembro, os operários de *C. cumulans* constroem plataformas distribuídas irregularmente pelo ninho (Figura 3C). Essas plataformas são arredondadas e horizontais e a construção das mesmas são para a saída dos reprodutores alados e é uma estratégia para reduzir a predação (COSTA-LEONARDO, 2005).



Figura 3 – Ninho de *Cornitermes cumulans*. A. Parte epígea. B. Fragmento do núcleo celulósico. C. Ninho com as plataformas (setas) na época da revoada. D. Detalhe de uma plataforma com operários e soldados.

De acordo com Cosarinsky (2011), o crescimento dos ninhos de *C. cumulans* obedece a três estágios (Figura 4). No primeiro estágio o ninho, recentemente fundado, é totalmente subterrâneo, frágil e contém um amplo núcleo orgânico. Nessa fase inicial, os ninhos são inteiramente cercados por um espaço vazio (“paraecio”) que separa sua parede periférica do solo circundante. No estágio 2, parte do ninho é subterrânea (hipógea) e só pequena parte fica acima da superfície do solo (epígea), mas já é possível observar a estrutura típica do ninho de *C. cumulans*. Além disso, o núcleo (centro celulósico) sobe para uma localização central do monte. O ninho continua a crescer com um aumento do volume da parte hipógea, mas bem menos que a parte epígea que ocupa a maior parte do ninho. No estágio 3 o ninho de *C. cumulans* apresenta um grande volume na parte epígea e uma pequena porção subterrânea, separados do solo pelo “paraecio”, que se liga ao exterior por muitas aberturas localizadas em torno da base do ninho.

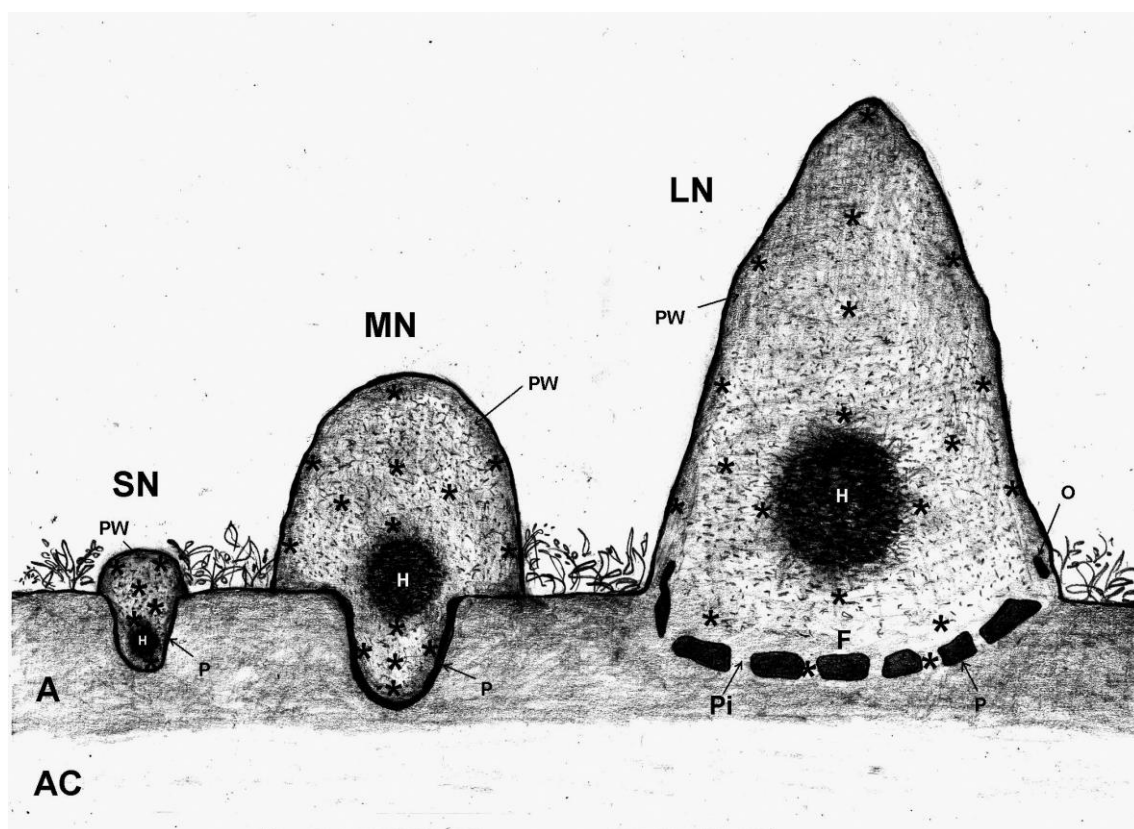


Figura 4 – Esquema representando os 3 estágios dos ninhos de *Cornitermes cumulans* e perfil do solo circundante (não em escala). SN, MN e LN – ninhos pequenos, médios e grandes, respectivamente; PW - parede periférica; H núcleo; Pi = pilares; O - abertura; P - “paraecio”; A e A-C - horizontes do solo (Cosarinsky, 2011).

C. cumulans constrói um sistema de túneis subterrâneos conectando o ninho ao alimento, ou seja, não forrageia a céu aberto (FONTES, 1998) e o tamanho da população de um ninho dessa espécie foi estimada entre 375.000 a 1.028.000 indivíduos (PEREIRA DA SILVA et al., 1979). De acordo com Noirot (1989) os operários de *C. cumulans* são todos machos.

O cupim *C. cumulans* é inserido no grupo ceifador (CONSTANTINO, 2015), ou seja, alimenta-se principalmente de folhas mortas e raízes de gramíneas (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007) que os operários coletam e levam para o ninho. Além disso, Milano e Fontes (2002) e Costa-Leonardo (2005) sugerem que, quando essa espécie come madeira, prefere madeiras que foram previamente decompostas por fungos como aquelas mantidas em contato com o solo.

Como a maioria dos cupins da família Termitidae, o desenvolvimento de *Cornitermes cumulans* apresenta dois ínstares de larva (larva 1 e larva 2) e 5 ínstares ninfais precedendo o imago ou alado. Existe uma bifurcação precoce que separa a linhagem imaginal da áptera após larva 1 (Figura 5).

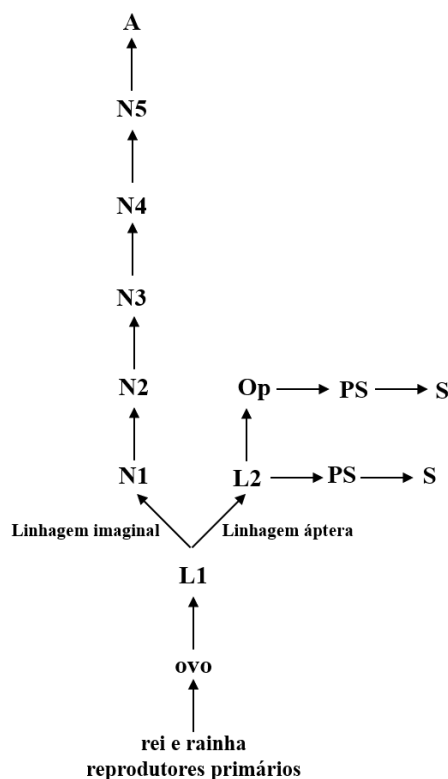


Figura 5. Esquema provável do desenvolvimento pós-embrionário de *Cornitermes cumulans* (baseado em ROISIN, 1992; 2000). L = larva; PS = pré-soldado; S = soldado; N = ninfa; Op = operário; A = reprodutor alado (imago).

A figura 6 ilustra o rei e a rainha de uma colônia inicial de *Cornitermes cumulans* cuidando de larvas.



Figura 6 – Colônia incipiente de *Cornitermes cumulans*. Casal de reprodutores cuidando das larvas. ♀ = rainha; ♂ = rei

4 Referências bibliográficas

ARAÚJO, R. L. Termites of the neotropical region. In: KRISHNA, K; WEESNER, F. M. (eds). **Biology of termites**, v. 2, New York: Academic Press, pp. 527-571, 1970.

BADERTSCHER, S.; GERBER, C.; LEUTHOLD, R.H., Polyethism in food supply and processing in termite colonies of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 12, p. 115–119, 1983.

BARSOZZI, R. C.; COSTA-LEONARDO, A. M. The caste system of *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 46, n. 1, p. 87 – 103, 2005.

BECCALONI, G.; EGGLETON, P. Order Blattodea. **Zootaxa**, v. 3703, p. 46–48, 2013.

BESHERS, S.N.; FEWELL, J.H. Models of division of labor in social insects. **Annual Review of Entomology**, 46, pp. 413–440, 2001.

CANCELLO, E. M. Revisão de *Cornitermes* Wasmann (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitidae). Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989, 136p.

CHOUVENC, T.; SU, N.-Y. Colony age-dependent pathway in caste development of *Coptotermes formosanus* Shiraki, **Insectes Sociaux**, v. 61, p. 171 – 182, 2014.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In SCARIOT, A.O.; SILVA, J.C.S.; FELFILI, J.M. (eds.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005, pp. 319-333.

CONSTANTINO, R. **Cupins do Cerrado**. Technical Books, Rio de Janeiro, 167 p., 2015.

CONSTANTINO, R. *On-Line Termites Database*. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>>. Acesso em: 10. abril. 2019.

COSARINSKY, M. I. The nest growth of the Neotropical mound-building termite, *Cornitermes cumulans*: A micromorphological analysis. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 122, p. 1 – 14, 2011.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-Praga: Morfologia, Biologia e Controle**. Costa-Leonardo, A. M. (Ed.), Rio Claro, 128 p., 2002.

COSTA-LEONARDO, A. M. Arquitetos das pastagens e beiras de estradas. **Ciência Hoje**, v. 36, n. 216, p. 62-65, 2005.

COSTA-LEONARDO, A.M. Dinâmica do forrageamento em cupins subterrâneos. In: VILELA, E.F.; SANTOS, I.A.; SCHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J.E.; CAMPOS, L.A.O.; LINO-NETO, J. (Eds.). **Insetos Sociais. Da biologia à Aplicação**. pp. 347-358, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.

COSTA-LEONARDO, A.M.; BARSOTTI, R.C. CAMARGO-DIETRICH, C.R.R. Review and update on the biology of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 33, p. 339-356, 1999.

COSTA-LEONARDO, A.M.; ARAB, A.; HERTEL, H. Note about the first swarming in a laboratory colony of *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 45, n.1, p. 137-139, 2005.

CROSLAND, M.W.J.; LOK, C.M.; WONG, T.C.; SHAKARAD, M.; TRANIELLO, J.F.A. Division of labour in a lower termite: the majority of tasks are performed by older workers. **Animal Behaviour**, v. 54, p. 999–1012, 1997

EGGLETON, P. An Introduction to Termites: Biology, Taxonomy and Functional Morphology. In: Bignell D., Roisin Y., Lo N. (eds). **Biology of Termites: a Modern Synthesis**, p. 1 – 26, 2010.

ENGEL, M.S. **Family-group names for termites (Isoptera)**, redux. *ZooKeys*, v.148, p. 171-184, 2011.

EVANS, T.A.; FORSCHLER, B.T.; GRACE, J.K. Biology of Invasive Termites: A Worldwide Review. **Annual Review Entomology**, v.58, p. 455-474, 2013.

FERNANDES, P. M.; CZEPAK, C.; VELOSO, V. R. S. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, pp. 187-210

FONTES, L. R. Cupins nas pastagens do Brasil: algumas indicações de controle. In: FONTES, L.R.; BERTI-FILHO, E. (eds.), **Cupins: o desafio do conhecimento**, Piracicaba: FEALQ, 512 p., 1998

FONTES, L.R.; ARAÚJO, R.L. Os cupins. In: MARICONI, F.A.M. (Cord). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba, SP: FEALQ, v.6, p. 35-90, 1999.

KORB, J. Workers of a drywood termite do not work. **Frontiers in Zoology**, v. 4, n.7 p. 1–7, 2007.

KORB, J. The Ecology of Social Evolution in Termites. In: KORB, J.; HEINZE, J. **Ecology of Social Evolution**, p. 151-174, 2008.

KORB, J.; BUSCHMANN, M.; SCHAFBERG, S.; LIEBIG, J.; BAGNÈRES, A. G. Brood care and social evolution in termites. **Proceedings. Biological sciences Royal Society**, v. 279, p. 2662–2671, 2012

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, 2704 pp., 2013.

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

LELIS, A.T.A. A nest of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) off ground level, foun in the 20th story of a buildig in the city of São Paulo, Brazil. **Sociobiology**, v.26, p. 241-245, 1995.

LIMA, J.T., COSTA-LEONARDO, A.M. Recursos alimentares explorados pelos cupins. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 243-250, 2007.

MACHIDA, M.; MIURA, T.; KITADE, O.; MATSUMOTO, T. Sexual polyethism of founding reproductives incipient colonies of the japanese dump wood *Hodotermopsis japonica* (Isoptera: Termopsidae). **Sociobiology**, v. 38, p. 501-513, 2001.

MAO, L.; HENDERSON, G. A case for a free-running circannual rhythm in soldier developmental time of Formosan subterranean térmites. **Insectes Sociaux**, v. 54, p. 388 – 392, 2007.

MARTINS, C.; FONTES, L. R.; BUENO, O. C.; MARTINS, V. G. *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Brazil: possible origins inferred by mitochondrial cytochrome oxidase II gene sequences. **Genome**, v. 53, n. 9, p. 651-657, 2010.

MCMAHAN, E.A. Feeding relationships and radioisotope techniques. In KRISHNA, K., WEESNER, F.M. (eds.), **Biology of Termites**, Vol. 1, Academic Press, New York, pp. 387-406, 1969.

MAEKAWA, K., NAKAMURA, S., AND WATANABE, D. Termite soldier differentiation in incipient colonies is related to parental proctodeal trophallactic behavior. **Zoological Science**, v. 29, p. 213–217, 2012

MILANO, S.; FONTES, L.R. **Cupim e cidade. Implicações ecológicas e controle**. Conquista Artes Gráficas, São Paulo, 2002, 141p.

MIURA, T.; ROISIN, Y.; MATSUMOTO, T. Developmental pathway and polyethism of neuter castes in the processional Nasutetermite *Hospitalitermes medioflavus* (Isoptera: Termitidae). **Zoological Science**, v. 15, p. 843-848, 1998.

NOIROT, C. Social structure in termite societies. **Ethology Ecology & Evolution**, v.1, p. 1-17, 1989.

NOIROT, C.H. Formation of castes in higher termites. In KRISHNA, K., WEESNER, F.M. (eds.), **Biology of Termites**, Vol. 1, Academic Press, New York, pp. 311-350, 1969.

NOIROT, C. Caste differentiation in Isoptera: basic features, role of pheromones. **Ethology Ecology and Evolution**, v. 3, p. 3–7, 1991.

OHKUMA, M.; YUZAWA, H.; AMORNSAK, W.; SORNNUWAT, Y.; TAKEMATSU, Y.; YAMADA, A.; VONGKALUANG, C.; SARNTHOY, O.; KIRTIBUTR, N.; NOPARATNARAPORN, N.; KUDO, T.; INOUE, T. Molecular phylogeny of Asian termites (Isoptera) of the families Termitidae and Rhinotermitidae based on mitochondrial COII sequences. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 31, n. 2, p. 701-710, 2004.

OSTER, G.F.; WILSON, E. **Caste and ecology in the social insects**. Princeton University Press, Princeton (New Jersey), 1978.

PAJNI, H. R.; ARORA C.B. Polymorphism and polyethism in *Coptotermes heimi* (Rhinotermitidae: Isoptera). In: VEERESH, G.K.; MALLIK, B.; VIRAKTAMATH, C.A., (eds), **Social Insects and the Environment**, Oxford & IBH Publ. Co., New Delhi, pp 337–338, 1990

PEREIRA DA SILVA, V.; FORTI, L. C.; ISHIKAWA, R.; BARROS, M. F. Dinâmica populacional de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera, Termitidae) na região de Botucatu, SP. Resumo in Jornada científica da associação dos docentes do Campus Botucatu, Unesp, 1979

REDFORD, K. H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, v. 16, n. 2, p. 112 -119, 1984.

ROMAGNAMO, L.F.T.; NAHUZ, M.A.R. Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos. **Téchne** A revista do engenheiro civil IPT, São Paulo, v. 114, p. 1, 2006.

ROISIN, Y. Development of non-reproductive castes in the neotropical termite genera *Cornitermes*, *Embiratermes* and *Rhynchotermes* (Isoptera, Nasutitermitinae). **Insectes Sociaux**, v. 39, p. 313-324, 1992

ROISIN, Y. Diversity and evolution of caste patterns. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (eds.). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands, p. 95–119, 2000.

ROSENGAUS, R. B.; TRANIELLO, J. F. A. Biparental care in incipient colonies of the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis* (Hagen) (Isoptera: Termopsidae). **Journal Insect Behavior**, v. 4, p. 633–648, 1991.

ROSENGAUS, R. B.; MAXMEN, A. B.; COATES, L.E.; TRANIELLO, J.F.A. Disease resistance: a benefit of sociality in the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termopsidae). **Behavioral Ecology & Sociobiology**, v. 44, p. 125–134, 1998.

SCHEFFRAHN, R.H.; SU, N.-Y. Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* (= *havilandi*) (Wasmann) (Insecta : Isoptera : Rhinotermitidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, Gainesville, 2000.

SHELLMAN-REEVE, J. S. Dynamics of biparental care in the dampwood termite, *Zootermopsis nevadensis* (Hagen): response to nitrogen availability. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 26, p. 389-397, 1990.

SHELLMAN-REEVE, J. S. Advantages of biparental care in the wood-dwelling termite, *Zootermopsis nevadensis*. **Animal Behaviour**, v. 54, p. 163–170, 1997.

SOLEYMANINEJADIAN, E.; BAO, Z.; LIU, S.; JI, S.; LIU, J. Polyethism in Termites. **Advances in Entomology**, v. 2, p. 129-134, 2014.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programmes termites. **International Pest Management Review**, v. 3, p. 1-13, 1998.

TARVER, M. R., SCHMELZ, E. A., AND SCHARF, M. E. (2011). Soldier caste influences on candidate primer pheromone levels and juvenile hormone-dependent caste differentiation in workers of the termite *Reticulitermes flavipes*. **Journal of Insect Physiology**, v. 57, p. 771–777, 2011.

THORNE, B. L. Termite terminology. **Sociobiology**, v. 28, p. 253-263, 1996

TORALES, G. J. Contribucion al conocimiento de las termitas de Argentina (Pcia. De Corrientes) *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae). **Facena**, v. 5, p. 97-133, 1982.

WATANABE, D.; GOTOH, H. MIURA, T.; MAEKAWA, K. Social interactions affecting caste development through physiological actions in termites. **Frontiers in Biology**, v. 5, n. 127, p. 1 - 12, 2014

WATSON, J.A.L; MACMAHAN, E.A. Polyethism in the Australian harvester Termite *Drepanotermes* (Isoptera, Termitinae). **Insectes Sociaux**, v. 25, n. 1, p. 53-62, 1978.

WHITMAN, J.G. Observations of behaviors in the worker caste of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae). Tese de doutorado, 2006.

6 Referências bibliográficas

- ARAÚJO, R. L. Termites of the neotropical region. In: KRISHNA, K; WEESNER, F. M. (eds). **Biology of termites**, v. 2, New York: Academic Press, pp. 527-571, 1970.
- AYRES, M.; AYRES, M.JR.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Sociedade Civil Mamirauá, Belém - PA, p. 364, 2007.
- CANCELLO, E. M. Revisão de *Cornitermes* Wasmann (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitidae). Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989, 136p.
- CHOUVENC, T.; SU, N.Y. Irreversible transfer of brood care duties and insights into the burden of caregiving in incipient subterranean termite colonies. **Ecological entomology**, v. 42, n. 6, p. 777-784, 2017.
- CLUTTON-BROCK, T. H. **The Evolution of Parental Care**. Princeton University Press, Princeton, 352 p., 1991.
- CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In SCARIOT, A.O.; SILVA, J.C.S.; FELFILI, J.M. (eds.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005, pp. 319-333.
- CONSTANTINO, R. **Cupins do Cerrado**. Technical Books, Rio de Janeiro, 167 p., 2015.
- COSARINSKY, M. I. The nest growth of the Neotropical mound-building termite, *Cornitermes cumulans*: A micromorphological analysis. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 122, p. 1 – 14, 2011.
- COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-Praga: Morfologia, Biologia e Controle**. A. M. Costa-Leonardo (Ed.), Rio Claro, 128 p., 2002.
- DU, H.; CHOUVENC, T.; OSBRINK, W. L. A.; SU, N.-Y. Social interactions in the central nest of *Coptotermes formosanus* juvenile colonies. **Insectes Sociaux**, v. 63, p. 279– 290, 2016.
- DU, H.; CHOUVENC, T.; SU, N.-Y. Development of age polyethism with colony maturity in *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 46, p. 311– 318, 2017.
- ENGEL, M.S. Family-group names for termites (Isoptera), redux. **ZooKeys**, v.148, p. 171-184, 2011.
- FERNANDES, P. M.; CZEPAK, C.; VELOSO, V. R. S. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, pp. 187-210.
- FUJITA, A.; MINAMOTO, T.; SHIMIZU, I.; ABE, T. Molecular cloning of lysozyme-encoding cDNAs expressed in the salivary gland of a wood-feeding termite, *Reticulitermes speratus*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 32, p. 1615–1624, 2002.

- GRASSÉ, P. P. 1982. **Termitologia. Anatomie, physiologie et biologie. Tome I.** New York: Masson. 676p.
- HAMILTON, W.D. The genetical evolution of social behaviour. I. **Journal of Theoretical Biology**, v. 7, p. 1–16, 1964.
- HAMILTON, C.; BULMER, M. S. Molecular antifungal defenses in subterranean termites: RNA interference reveals in vivo roles of termicins and GNBPs against a naturally encountered pathogen. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 36, n. 2, p. 372-377, 2012.
- JANEI, V.; COSTA-LEONARDO, A. M. Evaluation of growth and foraging in laboratory colonies of *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae). **Behavioural Processes**, v. 115, p. 94-99, 2015.
- JENKINS, T.M.; JONES, S.C.; LEE, C.-Y.; FORSCHLER, B.T.; CHEN, Z.; LOPEZ-MARTINEZ, G.; GALLAGHER, N.T.; BROWN, G.; NEAL, M.; THISTLETON, B.; KLEINSCHMIDT, S. Phylogeography illuminates maternal origins of exotic *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 42, p. 612621, 2007.
- KÖHLER, T.; DIETRICH, C.; SCHEFFRAHN, R.H.; BRUNE, A. High-Resolution analysis of gut environment and bacterial microbiota reveals functional compartmentation of the gut in wood-feeding higher termites (*Nasutitermes* spp.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 13, p. 4691– 4701, 2012.
- KORB, J. Workers of a drywood termite do not work. **Frontiers in Zoology**, v. 4, n.7 p. 1–7, 2007.
- KORB, J.; BUSCHMANN, M.; SCHAFBERG, S.; LIEBIG, J.; BAGNÈRES, A. G. Brood care and social evolution in termites. **Proceedings. Biological sciences Royal Society**, v. 279, p. 2662–2671, 2012
- 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, 2704 pp., 2013.
- LAFAGE, J. P.; NUTTING, W. L. Nutrient dynamics of termites. In: BRIAN, M. V. (ed) **Production ecology of ants and termites**. Cambridge University Press, London, p. 165–232, 1978.
- LEE, C.Y. **Perspective in Urban Insect Pest Management in Malaysia**. Vector Control Research Unit, Universiti Sains Malaysia. 104 pp., 2007.
- LELIS, A.T. Termite problem in São Paulo city – Brazil. In: LENOIR, A.; ARNOLD, G.; LEPAGE, M. **Les insectes sociaux**. Paris: Université Paris Nord. Trabalho apresentado no 12º Congress of the International Union for the Study of Social Insects – IUSSI. 1994, 253 p.
- LONG, C.E.; THORNE, B.L. Resource fidelity, brood distribution and foraging dynamics in complete laboratory colonies of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Ethology, Ecology & Evolution**, v. 18, p. 113-125, 2006.

- MCMAHAN, E.A. Feeding relationships and radioisotope techniques. In KRISHNA, K., WEESNER, F.M. (eds.), **Biology of Termites**, Vol. 1, Academic Press, New York, pp. 311-350, 1969.
- MAEKAWA, K., NAKAMURA, S., AND WATANABE, D. Termite soldier differentiation in incipient colonies is related to parental proctodeal trophallactic behavior. **Zoological Science**, v. 29, p. 213–217, 2012,
- MATSUURA, K.; TANAKA, C.; NISHIDA, T. Symbiosis of a termite and a sclerotium-forming fungus: *Sclerotia mimic* termite eggs. **Ecological Research**, v. 15, n. 4, p. 405 – 414, 2000.
- MATSUURA, K.; FUJIMOTO, M.; GOKA, K.; NISHIDA, T. Cooperative colony foundation by termite female pairs: Altruism for survivorship in incipient colonies. **Animal Behaviour**, v. 64, p.167–173, 2002.
- MATSUURA, K.; TAMURA, T.; KOBAYASHI, N.; YASHIRO, T.; TATSUMI, S. The antibacterial protein lysozyme identified as the termite egg recognition pheromone. **Plos One**, v.8, p. 1-9, 2007.
- MATSUURA, K.; YASHIRO, T.; SHIMIZU, K.; TATSUMI, S.; TAMURA, T. Cuckoo fungus mimics termite eggs by producing the cellulose-digesting enzyme β -glucosidase. **Current Biology**, v. 19, p. 30–36, 2009
- MATSUURA, K.; HIMURO, C.; YOKOI, T.; YAMAMOTO, Y.; VARGO, E.; KELLER, L. Identification of a pheromone regulating caste differentiation in termites. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, p. 12963–12968, 2010.
- O'WOMA, O. O.; CHIGOZIRIM, U. P.; EMMANUEL, O.; CHUKWUEBUKA, E. M. Reproductive and survival strategies utilized by insect. A review. **American Journal of Zoological Research**, v. 4, n. 1, p. 1 – 6, 2016.
- OHKUMA, M.; YUZAWA, H.; AMORNSAK, W.; SORNNUWAT, Y.; TAKEMATSU, Y.; YAMADA, A.; VONGKALUANG, C.; SARNTHOY, O.; KIRTIBUTR, N.; NOPARATNARAPORN, N.; KUDO, T.; INOUE, T. Molecular phylogeny of Asian termites (Isoptera) of the families Termitidae and Rhinotermitidae based on mitochondrial COII sequences. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 31, n. 2, p. 701-710, 2004.
- OSTER, G.F.; WILSON, E. **Caste and ecology in the social insects**. Princeton University Press, Princeton (New Jersey), 1978.
- PEARCE, M.J. Termites: **Biology and Pest Management**. New York and London: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. p. 54, 1997.
- REDFORD, K. H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, v. 16, n. 2, p. 112 -119, 1984.
- ROSENGAUS, R. B.; TRANIELLO, J. F. A. Biparental care in incipient colonies of the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis* (Hagen) (Isoptera: Termopsidae). **Journal Insect Behavior**, v. 4, p. 633–648, 1991.

- ROSENGAUS, R. B.; MAXMEN, A. B.; COATES, L.E.; TRANIELLO, J.F.A. Disease resistance: a benefit of sociality in the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termitidae). **Behavioral Ecology & Sociobiology**, v. 44, p. 125–134, 1998.
- SCHEFFRAHN, R.H.; SU, N.-Y. **Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* (=havilandi) (Wasmann) (Insecta: Isoptera: Rhinotermitidae)**. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, 2000.
- SHELLMAN-REEVE, J. S. Dynamics of biparental care in the dampwood termite, *Zootermopsis nevadensis* (Hagen): response to nitrogen availability. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 26, p. 389-397, 1990.
- SHELLMAN-REEVE, J. S. Advantages of biparental care in the wood-dwelling termite, *Zootermopsis nevadensis*. **Animal Behaviour**, v. 54, p. 163–170, 1997.
- SILVA, I. B.; COSTA-LEONARDO, A. M. Hypopharynx in termites: Morphological and functional aspects. **Micron**, v. 101, p. 186-196, 2017.
- SMISETH, P.T.; KÖLLIKER, M.; ROYLE, N.J. What is Parental care? In: ROYLE, N. J.; SMISETH, P. T.; KÖLLIKER, M. (eds). **The Evolution of Parental Care**. pp. 1–17. Oxford University Press, Oxford, U.K., 2012.
- TALLAMY, D. W. Insect Parental Care. **BioScience**, v. 34, n. 1, p. 20–24, 1984.
- TALLAMY, D. W. Nourishment and the evolution of paternal investment in subsocial arthropods. In: HUNT, J. H.; NALEPA, C.A. (eds.). **Nourishment and Evolution in Insect Societies**. Westview Press, Boulder, p. 21–55, 1994.
- TALLAMY, D. W.; WOOD, T. K. Convergence patterns in social insects. **Annual Review of Entomology**, v. 31, p. 369– 390, 1986.
- THORNE, B. L. Termite terminology. **Sociobiology**, v. 28, p. 253-263, 1996
- WALLER, D. A.; LA FAGE, J. P. Food quality and foraging response by the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 77, n. 3, p. 417-424. 1987.
- WHITMAN, J. G.; FORSCHLER, B. T. Observational notes on short-lived and infrequent behaviors displayed by *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae), **Behavior**, v. 100, n. 5, p. 763 – 771, 2007.
- WONG, J. W. Y.; MEUNIER, J.; KÖLLIKER, M. The evolution of parental care in insects: the roles of ecology, life history and the social environment. **Ecological Entomology**, v. 38, p. 123–137, 2013.
- XING, L.; CHOUVENC, T.; SU, N.-Y. Molting Process in the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 106, n. 5, p. 619–625, 2013.

YE, C.; LI, J.; RAN, Y.; RASHEED, H.; XING, L.; SU, X. The nest fungus of the lower termite *Reticulitermes labralis*. **Scientific Reports**, v. 9, n. 3384, 2019

YEAP, B.K.; OTHMAN, A.S.; LEE, V.S.; LEE, C.Y. Genetic relationship between *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes vastator* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal Economic Entomology**, v. 100, n. 2, p. 467-474, 2007.

6. Referências bibliográficas

BESHERS, S.N.; FEWELL, J.H. Models of division of labor in social insects. **Annual Review of Entomology**, 46, pp. 413–440, 2001.

BILLEN, J.; LEUTHOLD, R.H.; JOYE, L. Salivary gland morphology related to polyethism in the termite *Macrotermes bellicosus*. In: EDER, J.; REMBOLD, H. (Eds.). **Chemistry and Biology of Social Insects**. J. Peperny, Munich. p. 415, 1987.

BILLEN, J.; JOYE, L.; LEUTHOLD, R. H. Fine structure of the labial gland in *Macrotermes bellicosus* (Isoptera, Termitidae). **Acta Zoologica**, v. 70, p. 37-45, 1989.

BLAND, K.P.; HOUSE, C.R. Function of the salivary glands of the cockroach, *Nauphoeta cinerea*. **Journal of insect physiology**, v. 17, n. 11, p. 2069-2084, 1971.

CHOUVENC, T.; SU, N.Y. Irreversible transfer of brood care duties and insights into the burden of caregiving in incipient subterranean termite colonies. **Ecological entomology**, v. 42, n. 6, p. 777-784, 2017.

CICOTE, G.M. Morfologia histoquímica e bioquímica das glândulas salivares de *Coptotermes havilandi*. Dissertação de Mestrado, IB Unesp Rio Claro, 97p., 2003.

COSTA-LEONARDO, A.M. Morfologia das glândulas salivares de *Cornitermes cumulans* e *Armitermes euamignathus* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **Naturalia**, 11/12, p. 71-76, 1986/1987.

COSTA-LEONARDO, A.M. Secretion of salivary glands of the Brazilian termite *Serritermes serrifer* (Isoptera, Serritermitidae). **Ann. Soc. Entomol. Fr.**, v. 33, n. 1, p. 29-37, 1997.

COSTA-LEONARDO, A.M. Cupins-Praga: Morfologia, Biologia e Controle. A. M. Costa-Leonardo (Ed.), Rio Claro, 128 p., 2002.

COSTA-LEONARDO, A.M.; CRUZ-LANDIM, C. Morphology of the salivary gland acini in *Grigiotermes bequaerti* (Isoptera: Termitidae: Apicotermatinae). **Entomology Generalis**, v. 16, p. 13 – 21, 1991

COSTA-LEONARDO, A.M.; SOARES, H.X. Degenerative structures in the salivary glands of the termite *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae). **Biociências**, v. 4, n. 1, p.145-153, 1996.

DAY, M.F. 1951. The mechanism of secretion by the salivary gland of the cockroach *Periplaneta americana* (L.). **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 4, n. 2, p.136-143, 1951.

DELIGNE, J.; QUENNEDEY, A.; BLUM, M.S. **The enemies and defense mechanisms of termites**. In: HERMANN, H.R. (Ed.). *Social Insects*, Vol. 2, Academic Press, New York, pp. 1-76, 1981

GRASSÉ, P.-P. 1982. Les glandes tégumentaires. In: GRASSÉ, P.-P. (ed.). *Termitologia*, Masson, Paris, Tome I, p. 85-129.

- HINZE, B.; CRAILSHEIM, K.; LEUTHOLD, R.H. Polyethism in food processing and social organisation in the nest of *Macrotermes bellicosus* (Isoptera, Termitidae). **Insectes sociaux**, 49(1), pp.31-37, 2002.
- IGNATI, A.C.; COSTA-LEONARDO, A.M. The exocrine glands of swarming females and physogastric queens of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.18, n. 4, 2001
- JUNQUEIRA, L. C. U.; JUNQUEIRA, M. M. S. Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo: Livraria Editora Santos. 1983. 123p.
- JUST, F.; WALZ, B. Salivary glands of the cockroach, *Periplaneta americana*: new data from light and electron microscopy. **Journal of Morphology**, v. 220, n. 1, p.35-46, 1994
- KESSEL, R.G.; BEAMS, H.W. Electron microscope observations on the salivary gland of the cockroach, *Periplaneta americana*. **Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie**, v. 59, n.6, pp.857-877, 1963.
- KLOWDEN, M.J. Physiological systems in insects, Second ed. Amsterdam: Elsevier Inc., p. 688, 2007
- MACHIDA, M.; MIURA, T.; KITADE, O.; MATSUMOTO, T. Sexual polyethism of founding reproductives incipient colonies of the Japanese dump wood *Hodotermopsis japonica* (Isoptera: Termopsidae). **Sociobiology**, v. 38, p. 501-513, 2001.
- MACMAHAN, E.A. Temporal polyethism in termites. **Sociobiology** v. 4, n. 2, p. 153- 168, 1979.
- MELO, M. L. S.; VIDAL, B. C. Práticas de biologia celular. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980, 69p.
- NOIROT, C. Glands and secretions. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (Eds.) **Biology of Termites**, New-York, Academic Press, Vol. I, pp. 89–123, 1969.
- NOIROT, C.; NOIROT-TIMOTHÉE, C. La glande sternale dans l'évolution des Termites. **Insectes sociaux**, v. 12, n. 3, p. 265-272, 1965.
- NUTTING, W. L. Flight and colony foundation. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (Eds.). **Biology of Termites**, Vol. 1, pp. 233-282. Academic Press, New York, 1969.
- OSTER, G.F.; WILSON, E. **Caste and ecology in the social insects**. Princeton University Press, Princeton (New Jersey), 1978.
- PASTEELS, J. M. Polyethisme chez les ouvriers de *Nasutitermes lujae* (Termitidae, Isopteres). **Biologia Gabonica**, 1-191, 1965.
- PEARSE, A. T. E. Histochemistry: theoretical and applied. London: J&A. Churchill, 1960, 998p.

QUENNEDEY, A.; LEUTHOLD, R.H. Fine structure and pheromonal properties of the polymorphic sternal gland in *Trinervitermes bettonianus* (Isoptera, Termitidae). **Insectes sociaux**, v. 25, n. 2, p. 153–162, 1978.

ROSENGAUS, R. B.; TRANIELLO, J. F. A. Biparental care in incipient colonies of the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis* (Hagen) (Isoptera: Termopsidae). **Journal Insect Behavior**, v. 4, p. 633–648, 1991.

SILLAM-DUSSÈS, D.; KRASULOVÁ, J.; VRKOSLAV, V.; PYTELKOVÁ, J.; CVAČKA, J.; KUTALOVÁ, K.; BOURGUIGNON, T.; MIURA, T.; ŠOBOTNÍK, J. Comparative study of the labial gland secretion in termites (Isoptera). **PloS one**, v. 7, n.10, p. e46431, 2012.

ŠOBOTNIK, J.; WEYDA, F. Ultrastructural ontogeny of the labial gland apparatus in termite *Prorhinotermes simplex* (Isoptera, Rhinotermitidae). **Arthropod structure & development**, v. 31, n. 4, p. 255-270, 2003.

ŠOBOTNÍK, J.; KUTALOVÁ, K.; VYTISKOVÁ, B.; ROISIN, Y.; BOURGUIGNON, T. Age-dependent changes in ultrastructure of the defensive glands of *Neocapritermes taracua* workers (Isoptera, Termitidae). **Arthropod structure & development**, v. 43, n. 20, p.5e210, 2014.

SOUSA, G.; SANTOS, V.C.; FIGUEIREDO, N. G.; CONSTANTINO, R.; SILVA, G.D.O.P.; BAHIA, A.C.; GOMES, F.M.; MACHADO, E.A. Morphophysiological study of digestive system litter-feeding termite *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). **Cell and tissue research**, v. 368, n. 3, p.579-590, 2017.

THORNE, B. L. Termite terminology. **Sociobiology**, v. 28, p. 253-263, 1996

TOKUDA, G.; WATANABE, H.; HOJO, M.; FUJITA, A.; MAKIYA, H.; MIYAGI, M.; ARAKAWA, G.; ARIOKA, M. Cellulolytic environment in the midgut of the wood-feeding higher termite *Nasutitermes takasagoensis*. **Journal of insect physiology**, v. 58, n. 1, p. 147-154, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* não apresentaram polietismo sexual no cuidado com os ovos no início da formação das colônias;
- Reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* apresentaram polietismo sexual no cuidado com as larvas no início da formação das colônias;
- Rainhas primárias de *Coptotermes gestroi* investiram mais em trofalaxia estomodeal e proctodeal com larvas do que reis no início da formação das colônias;
- Reis primários de *Coptotermes gestroi* investiram mais na atividade de “grooming” das larvas do que rainhas no início da formação das colônias;
- Reprodutores primários de *Cornitermes cumulans* apresentaram polietismo sexual no cuidado com ovos no início da formação das colônias;
- Rainhas primárias de *C. cumulans* investiram mais no comportamento de “grooming” em ovos do que reis no início da formação das colônias;
- Reprodutores primários de *Cornitermes cumulans* não apresentaram polietismo sexual no cuidado com larvas no início da formação das colônias;
- Reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* investiram mais em transporte de ovos do que os reprodutores de *Cornitermes cumulans* no início da formação das colônias;
- Reprodutores primários de *Cornitermes cumulans* investiram mais em atividade de “grooming” em ovos do que os reprodutores de *Coptotermes gestroi* no início da formação das colônias;
- Glândulas salivares de reis e rainhas primários de *Coptotermes gestroi* e *Cornitermes cumulans* apresentaram desenvolvimento similar no início da formação das colônias;
- Ácinos das glândulas salivares de reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* mostraram um único tipo de célula central (tipo I) no início da formação das colônias;
- Ácinos das glândulas salivares de reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* apresentaram mais células parietais do que aqueles presentes em glândulas salivares de reprodutores primários de *Cornitermes cumulans* no início da formação das colônias;
- Ácinos das glândulas salivares de reprodutores primários de *Cornitermes cumulans* mostraram dois tipos de células centrais secretoras (tipo I e II) no início da formação das colônias;
- Os reprodutores primários de *Coptotermes gestroi* mostraram um polietismo etário quanto ao desenvolvimento das glândulas salivares.