

# Morfologia do tubo digestivo nos cupins *Heterotermes tenuis* (Hagen) e *Coptotermes havilandi* Holmgren (Isoptera, Rhinotermitidae)

Raquel Cristina Barsotti<sup>1</sup>  
Ana Maria Costa-Leonardo<sup>1</sup>

**ABSTRACT.** Morphology of the digestive tube in the termites *Heterotermes tenuis* (Hagen) e *Coptotermes havilandi* Holmgren (Isoptera, Rhinotermitidae). The digestive tube of workers of *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 was analysed under the anatomical view. The digestive tube of both species did not show conspicuous differences in relation to the morphology, morphometry and the configuration of the digestive tube that were the aspects studied. The general organization of the digestive tube of these species show several similarity with other lower termites previously analysed.

**KEY WORDS.** Isoptera, *Heterotermes tenuis*, *Coptotermes havilandi*, digestive tube

Nos cupins, o tubo digestivo é bastante longo e encontra-se quase totalmente enrolado dentro da cavidade abdominal, segundo um padrão característico. O trato digestivo destes insetos é dividido em três regiões, ou seja, intestino anterior, constituído pela faringe, esôfago, papo, moela e válvula estomodeal, intestino médio sem subdivisões e intestino posterior constituído pelo primeiro segmento proctodeal, válvula entérica, pança, cólon e reto (NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE 1969; CONSTANTINO 1997). Tanto as características morfológicas como o padrão de enrolamento do trato digestivo são usados na sistemática dos diferentes grupos de cupins (KOVOOR 1968; NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE 1969; NOIROT 1995). A configuração do tubo digestivo *in situ* é bastante importante na identificação de operários de cupins, principalmente aqueles que se alimentam de solo e detritos (JOHNSON 1979). *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 são considerados espécies pragas e têm causado grandes prejuízos econômicos no estado de São Paulo. Apesar do grande interesse econômico, existem poucos estudos básicos a respeito destes térmitas. Visando contribuir para o estudo da biologia destas espécies, neste trabalho analisou-se o tubo digestivo dos operários de *H. tenuis* e *C. havilandi* do ponto de vista morfológico e morfométrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados operários forrageiros das espécies *Heterotermes tenuis* e *Coptotermes havilandi* coletados no município de Rio Claro, São Paulo, sendo que exemplares testemunho estão depositados na coleção de Isoptera (números 167 e 168) do CEIS (Centro de Estudos de Insetos Sociais) da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, São Paulo.

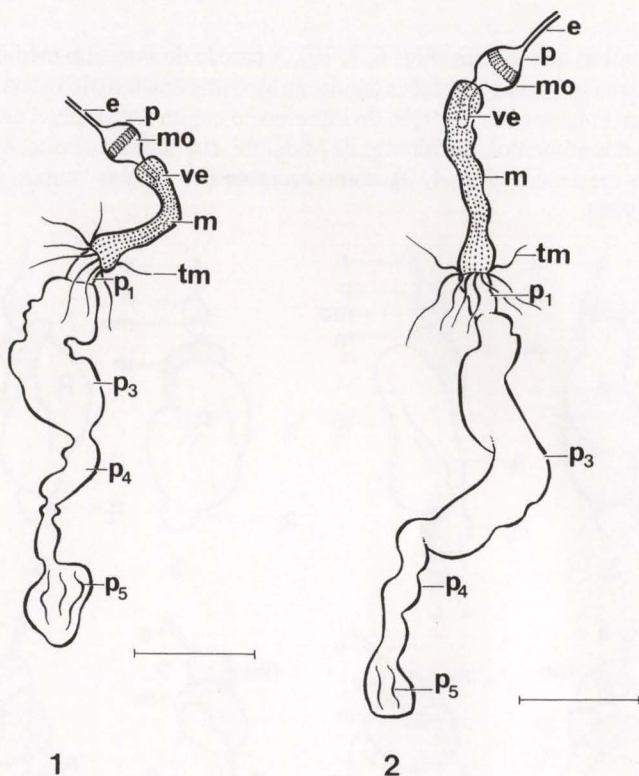
1) Departamento de Biologia, Instituto de Bociências, Universidade Estadual Paulista. Caixa Postal 199, 13506-900 Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: raquelcb@rc.unesp.br

Para o estudo da anatomia e morfometria do tubo digestivo, os operários foram imobilizados pelo frio e dissecados sob estereomicroscópio em solução fisiológica para insetos. O tubo digestivo foi retirado e distendido sobre uma lâmina contendo uma gota de solução fisiológica. Para a confecção do esquema geral e esquemas do padrão de enrolamento do tubo digestivo em vista dorsal, ventral, lateral-direita e lateral-esquerda utilizou-se uma câmara clara acoplada ao estereomicroscópio. O comprimento total dos operários e a morfometria das várias porções do tubo digestivo destas espécies foram realizados utilizando-se uma régua micro-métrica acoplada a uma ocular do estereomicroscópio. Para exame da armadura interna da válvula entérica, o tubo digestivo foi seccionado próximo a esta estrutura a qual foi aberta longitudinalmente e colocada com uma gota de glicerina em lâmina histológica. A válvula entérica foi analisada sob microscopia óptica e posteriormente documentada em fotomicroscópio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Anatomia e morfometria do tubo digestivo

O tubo digestivo dos operários das espécies *Heterotermes tenuis* e *Coptotermes havilandi* não apresentou diferenças marcantes a não ser pelo tamanho e padrão de enrolamento. O comprimento médio do trato digestivo dos operários de *H. tenuis* é de 0,733mm ( $\pm 0,039$ ) e o de *C. havilandi* é de 0,858mm ( $\pm 0,023$ ). Em ambas as espécies de cupins o intestino anterior dos operários apresenta-se mais curto que o médio e o posterior (Figs 1, 2). O comprimento médio do intestino anterior dos operários de *H. tenuis* é 0,124mm ( $\pm 0,009$ ), e o de *C. havilandi* é 0,154mm ( $\pm 0,007$ ). A faringe situa-se após a cavidade bucal, unindo-se ao esôfago de forma imperceptível. O esôfago apresenta-se como um tubo estreito e reto (Figs 1, 2) que atravessa praticamente todo o tórax. As figuras de 3 a 10 mostram respectivamente, o padrão de enrolamento do tubo digestivo de ambas as espécies estudadas em vista ventral, dorsal, lateral direita e lateral esquerda. Em *H. tenuis* o esôfago situa-se no lado esquerdo do corpo (Fig. 6) e em *C. havilandi* esta estrutura parte do lado direito chegando à porção mediana do corpo do inseto (Fig. 9). Estes dois primeiros segmentos do tubo digestivo estão relacionados com a ingestão de alimento. O esôfago se une ao papo na cavidade abdominal, porém não existe entre eles uma separação evidente. Em *H. tenuis* o papo localiza-se ainda na parte esquerda do corpo (Figs 3-6) e em *C. havilandi* na porção mediana do corpo (Figs 3, 4). Esta estrutura é pequena (Tab. I) e se apresenta como uma região dilatada. Seu diâmetro, assim como o do esôfago, depende do volume de alimento que contém. O papo atua no armazenamento do alimento e no caso dos insetos sociais, é importante nos fenômenos de trofalaxia (CHAPMAN 1975; CRUZ-LANDIM 1985). Em sua porção posterior localiza-se a moela, uma estrutura curta (Tab. I), com parede muscular espessa. A porção interna da moela de ambas as espécies estudadas, apresenta uma série de dobras as quais, visualizadas através da superfície externa do órgão, mostram-se como sulcos longitudinais (Figs 1, 2). Estes sulcos são de fácil identificação quando o órgão é analisado a fresco. A morfologia da moela é coerente com a sua função que é a trituração do alimento ingerido e segundo LEBRUN & LEQUET (1985) ela está diretamente relacionada com o regime alimentar da espécie. A

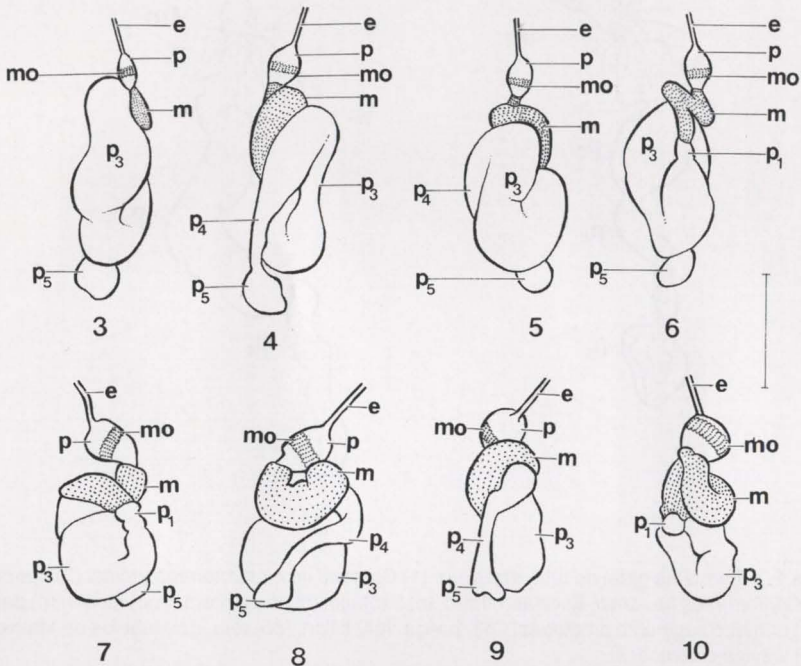


Figs 1-2. Esquema geral do tubo digestivo. (1) Operário de *Heterotermes tenuis*. (2) operário de *Coptotermes havilandi*. Escalas = 1mm. (e) Esôfago, (m) mesêntero, (mo) moela, (p) papo, (p1) primeiro segmento proctodeal, (p3) pança, (p4) cólon, (p5) reto, (tm) túbulos de Malpighi, (ve) válvula estomodeal.

válvula estomodeal é visível por transparência no intestino médio nas duas espécies analisadas. Trata-se de uma estrutura tubular originada do intestino anterior que penetra dentro do mesêntero (Figs 1, 2). A base da válvula estomodeal liga-se à moela e ao mesêntero, enquanto seu ápice fica suspenso livremente na cavidade intestinal, como descrito para *Rugitermes niger* Oliveira, 1979 (Kalotermitidae), estudado por GONÇALVES (1979) e para os demais cupins "inferiores" (NOIROT 1995). Em ambas as espécies estudadas, a válvula estomodeal é longa, porém, em *C. havilandi* seu comprimento atinge quase que o dobro quando comparada à de *H. tenuis* (Tab. I). Contudo, neste estudo, deve-se levar em consideração, que o tamanho médio dos operários de *C. havilandi* é de 0,528mm ( $\pm 0,015$ ) e o de *H. tenuis* é de 0,396mm ( $\pm 0,011$ ), o que equivale a uma predominância de indivíduos menores nesta última espécie.

A junção dos intestinos anterior e médio ocorre no lado esquerdo do corpo do inseto em ambas as espécies estudadas (Figs 6, 7, 10). O intestino médio é longo e não difere muito entre elas (Tab. I). Este segmento do intestino apresenta-se enrolado e desemboca no primeiro segmento proctodeal, ainda no lado esquerdo do

corpo em ambas as espécies (Figs 6, 7, 10). A parede do intestino médio apresenta na face externa pequenas elevações dando um aspecto característico à sua superfície. O mesêntero corresponde à porção do intestino do cupim responsável pela digestão e absorção dos alimentos. Os túbulos de Malpighi, em número de oito, originam-se no final do mesêntero (Figs 1, 2), como acontece nos demais "cupins inferiores" (NOIROT 1995).



Figs 3-10. Esquema do padrão de enrolamento do tubo digestivo do operário. (3-6) *Heterotermes tenuis*: (3) Vista ventral, (4) vista dorsal, (5) vista lateral direita, (6) vista lateral esquerda; (7-10) *Coptotermes havilandi*: (7) Vista ventral, (8) vista dorsal, (9) vista lateral direita, (10) vista lateral esquerda. (e) Esôfago, (m) mesêntero, (mo) moela, (p) papo, (p1) primeiro segmento proctodeal, (p3) pança, (p4) cólon, (p5) reto, (tm) túbulos de Malpighi, (ve) válvula estomodeal. Escalas = 1mm.

Tabela I. Comprimento médio (mm) dos segmentos do tubo digestivo dos operários de *Heterotermes tenuis* e *Coptotermes havilandi*.

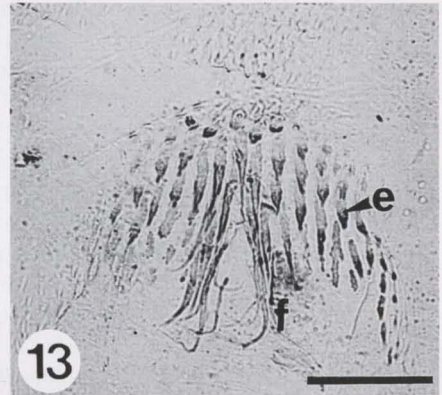
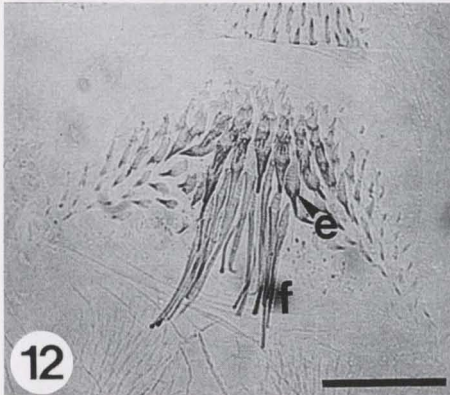
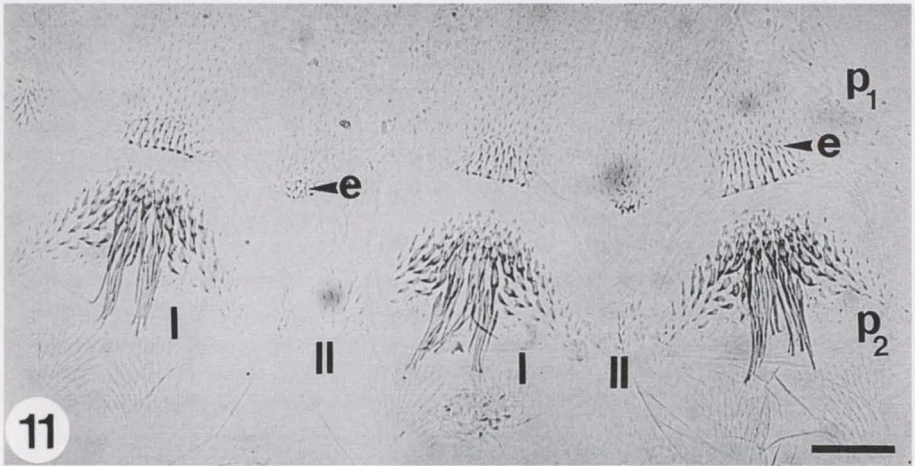
Espécies (n = 6)	Esôfago	Papo	Moela	Intestino médio	Válvula estomodeal	1º segmento proctodeal	Pança	Cólon	Reto
<i>H. tenuis</i>	0,068	0,017	0,026	0,198	0,023	0,031	0,130	0,170	0,056
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,005	0,003	0,003	0,006	0,004	0,003	0,009	0,024	0,014
<i>C. havilandi</i>	0,076	0,032	0,047	0,266	0,056	0,064	0,237	0,184	0,086
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,003	0,004	0,006	0,013	0,003	0,013	0,009	0,012	0,005

O intestino posterior ou proctodeo tem um comprimento médio de 0,404mm ( $\pm 0,034$ ) em *H. tenuis* e de 0,570mm ( $\pm 0,036$ ) em *C. havilandi* e está dividido em cinco segmentos. O primeiro segmento proctodeal é curto (Tab. I), aparece levemente dilatado, apresentando a superfície externa lisa. A válvula entérica não é visível externamente por transparência. Esta estrutura é cilíndrica nas duas espécies estudadas e corresponde à extremidade posterior do primeiro segmento proctodeal invaginando-se na parte anterior da pança. A pança é a porção mais volumosa do tubo digestivo, ocupando grande parte da cavidade abdominal (Tab. I, Figs 1-3, 6-8). Sua parede é muito delgada e flexível. De acordo com GONÇALVES (1979) ela está adaptada para resistir às flutuações de volume ocasionadas pela variação na quantidade de alimento ingerida pelo inseto. Além do alimento armazenado, a pança apresenta uma grande quantidade de protozoários que auxiliam no processo de digestão e absorção das partículas alimentares (NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE 1969). A parte anterior da pança, mais dilatada, apresenta-se dobrada no lado direito e posterior do corpo do cupim nas duas espécies analisadas (Figs 3, 5, 7, 8), e a seguir, se volta para a região mediana do corpo onde termina numa estrutura tubular (Figs 4, 9). O cólon é separado da pança por um estreitamento e é a parte mais longa do intestino (Tab. I). Trata-se de um tubo relativamente mais estreito, localizado na parte dorsal do corpo do inseto (Figs 4, 8) e desemboca no reto através de uma leve constrição. O reto, situado posteriormente ao cólon, é a porção final do canal alimentar e termina no ânus. Este segmento do tubo digestivo é curto e apresenta-se dilatado, porém sua forma e volume dependem da quantidade de fezes que contém (Tab. I). Quando totalmente distendido, apresenta-se como um bulbo alongado. Percebe-se na superfície externa de sua parede algumas estriações longitudinais que se distribuem ao longo do órgão e são correspondentes às papilas retais (Figs 1, 2).

O tubo digestivo dos cupins mostra algumas modificações anatômicas consideráveis no que diz respeito aos hábitos alimentares. Assim, uma espécie de cupim que se alimenta de húmus tem um tubo digestivo bastante longo quando comparado com o de espécies exclusivamente xilófagas (NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE 1969). A presença de um tubo digestivo curto, de uma moela provida de armadura cuticular desenvolvida e de uma região dilatada no intestino posterior, a pança, nos dois cupins estudados sugere uma dieta de alimento duro, ou seja madeira.

### Morfologia da válvula entérica

A válvula entérica está invaginada na parte anterior da pança e da mesma forma que a válvula estomodeal, se localiza na luz intestinal. A válvula entérica possui dobras internas providas de espinhos orientados de maneira a impedir o refluxo do alimento da pança. Nas espécies *H. tenuis* e *C. havilandi*, a válvula entérica é constituída por três dobras maiores alternadas com três dobras menores (Fig. 11). A válvula é cilíndrica, com largura mais ou menos constante em todo o comprimento nas duas espécies estudadas e diferem principalmente pela variedade de esclerotizações presentes nas dobras. A válvula entérica foi primeiramente designada como válvula pilórica por SNODGRASS (1993) e está presente também em outros insetos (BIGNELL 1981; SNODGRASS 1993; CRUZ-LANDIM 1994). A organização e disposição das dobras da válvula entérica mostra-se constante nos estudos morfológicos do tubo digestivo realizados com cupins da família Termitidae



Figs 11-13. Micrografias ao microscópio de luz da válvula entérica. (11) armadura interna do primeiro segmento proctodeal (P1) e da válvula entérica (P2) de *Heterotermes tenuis*; (12) detalhe da dobra maior da válvula entérica de *Heterotermes tenuis*; (13) detalhe da dobra maior da válvula entérica de *Coptotermes havilandi*. Escalas = 5 $\mu$ m. (e) Espinhos, (f) filamentos, (I) dobra maior, (II) dobra menor.

(AKHTAR & HUSSAIN 1980; DELIGNE 1983; AKHTAR *et al.* 1985; FONTES 1987; AKHTAR & IQBAL 1987; GODOY & TORALES 1993). Porém, a armadura interna varia conforme as espécies apresentando-se completamente lisa ou coberta por espinhos (SANDS 1972). Em ambas as espécies estudadas, as dobras maiores apresentam ornamentações esclerotizadas constituídas por vários espinhos largos e alguns espinhos finos (Fig. 11). Nestas dobras, os espinhos da região central apresentam filamentos orientados em direção à pança. Em *H. tenuis* estes filamentos são mais longos quando comparados com os de *C. havilandi*. Alguns espinhos da região posterior das dobras maiores de *H. tenuis* apresentam franjas de filamentos finos e curtos também orientados em direção à pança (Fig. 12). Em *C. havilandi* estes espinhos com franjas não são visíveis. As dobras menores de ambas as espécies

têm um formato arredondado e são providas de poucos espinhos finos e dispersos (Fig. 11). As ornamentações das dobras maiores da válvula entérica de *C. havilandi* são semelhantes às de *H. tenuis*, porém os espinhos são maiores e estão dispostos de maneira enfileirada (Fig. 13). Os filamentos dos espinhos da região central são mais grossos e os espinhos periféricos não apresentam filamentos (Fig. 13). As dobras menores em *C. havilandi* apresentam basicamente as mesmas características descritas para *H. tenuis*. Estes detalhes estruturais da válvula entérica são bastante importantes do ponto de vista taxonômico. GRASSÉ & NOIROT (1954) estudaram minuciosamente a anatomia desta estrutura em vários Termitidae e apontaram a importância da sua morfologia para a sistemática dos Isoptera. O primeiro segmento proctodeal e a válvula entérica não são externamente separados, mas na porção interna o limite entre ambos os segmentos é marcado por uma fenda transversal denominada por NOIROT (1995) de sulco limitante. O primeiro segmento proctodeal também apresenta ornamentações cuticulares, porém bem menos desenvolvidas do que as presentes na válvula entérica. Em ambas as espécies analisadas, o primeiro segmento proctodeal está formado por seis dobras longitudinais. Estas dobras são providas de espinhos finos dispersos na sua porção anterior e espinhos mais grossos compactamente arranjados na parte posterior, antes do limite com a válvula entérica (Fig. 11). De acordo com SUTHERLAND (1934 *apud* NOIROT 1995) a função da armadura interna da válvula entérica é proporcionar uma última trituração do alimento. Ela também controla a passagem do alimento do primeiro segmento proctodeal para a pança e impede o refluxo do conteúdo intestinal presente neste último segmento (NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE 1967; NOIROT 1992).

De acordo com NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE (1969), a morfologia geral do tubo digestivo dos cupins pertencentes aos gêneros *Reticulitermes* e *Coptotermes* são bastante semelhantes. Os cupins *H. tenuis* e *C. havilandi* apresentam também uma organização geral similar do tubo digestivo mas com morfometria e direção do enrolamento peculiares. A organização geral do tubo digestivo de ambas espécies mostra várias semelhanças com outros cupins considerados "cupins inferiores", tais como: *Serritermes serrifer*, *Hodotermes mossambicus*, *Porotermes* sp., *Rhinotermes* sp. e *Mastotermes darwiniensis* (CZOLIJ *et al.* 1984; NEL *et al.* 1987; NOIROT 1995; COSTA-LEONARDO 1995).

AGRADECIMENTOS. À CAPES pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTAR, M.S. & M. HUSSAIN. 1980. Enteric valve armature of some termite species belonging to the genera *Hypotermes*, *Microtermes* and *Ancistrotermes* (Isoptera). *Sociobiology* 5 (3): 261-272.
- AKHTAR, M.S.; A. GHANI & M. ASHRAF. 1985. Enteric valve armature of termite species belonging to the genus *Odontotermes* (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* 11 (1):55-65.
- AKHTAR, M.S. & N. IQBAL. 1987. The digestive tube and enteric valve armature of termite species of the genera *Speculitermes* and *Indotermes* (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* 13 (3): 279-287.
- BIGNELL, D.E. 1981. Nutrition and digestion, p. 51-86. *In*: W.J. BELL & K.G. ADIODY (Eds). *The American Cockroach*. London, Chapman & Hall, 529p.
- CHAPMAN, R.F. 1975. *The insects: structure and function*. New York, American Elsevier Publishing, 819p.

- CONSTANTINO, R. 1997. Morphology of the digestive tube of *Macuxitermes triceratops* and its phylogenetic implications (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). **Sociobiology** 30 (2): 225-230.
- COSTA-LEONARDO, A.M. 1995. Morphology of the digestive tube in the termite *Serritermes serrifer* (Isoptera, Serritermitidae). **Naturalia** 20: 31-44.
- CRUZ-LANDIM, C. 1985. Ultra-estrutura e função do tubo digestivo dos insetos. In: **VIII Simpósio Anual da ACIESP**, 1983, São Paulo, p. 28-41.
- . 1994. Ultrastructure of the ileum epithelium of *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Jour. Morphol.** 222: 191-201.
- CZOLJI, R.; M. SLAYTOR; P.C. VEIVERS & W.R. O'BRIEN. 1984. Gut morphology of *Mastotermes darwiniensis* Froggatt (Isoptera: Mastotermitidae). **Intern. Jour. Insect Morphol. Embryol.** 13 (5/6): 337-355.
- DELIGNE, J. 1983. Description, développement et affinités de *Verrucositermes hirtus* sp. n. Fonction glandulaire des tubercules du soldat. **Rev. Zool. Africaine** 97 (3): 533-547.
- FONTES, L.R. 1987. Morphology of the worker digestive tube of the soil-feeding nasute termites (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) from the Neotropical Region. **Revta bras. Zool.** 3 (8): 475-501.
- GODOY, M.C. & G.J. TORALES. 1993. Morfologia del tubo digestivo de obreras del genero *Termes* (Isoptera: Termitidae) de la Region Neotropical. **Revta Soc. Entomol. Argentina** 52 (1-4): 123-132.
- GONÇALVES, I.S. 1979. Anatomia do tubo digestivo de *Rugitermes niger* Oliveira, 1979 (Isoptera, Kalotermitidae). **Revta bras. Ent.** 23 (4): 229-243.
- GRASSÉ, P.P. & CH. NOIROT. 1954. *Apicotermes arquieri* (Isoptera): sés constructions, sa biologie: considérations générales sur la sous-famille des Apicotermitinae. **Ann. Sc. Nat. Zool. Biol. Anim.** 16: 345-388.
- JOHNSON, R.A. 1979. Configuration of the digestive tube as an aid to identification of worker Termitidae (Isoptera). **Systematic Entomology** 4: 31-38.
- KOVOOR, J. 1968. L'intestine d'un termite supérieur (*Microcerotermes edentatus* Wasman, Armitermitidae): histophysiologie et flore bactérienne symbiotique. **Bull. Biol. France Belgique** 102 (1): 45-84.
- LEBRUN, D. & A. LEQUET. 1985. Relations entre le régime alimentaire et la structure du gésier des termites. **Bull. Soc. Sc. Nat. L'Ouest France** 7 (3): 126-139.
- NEL, A.; T.C.K. VAN DER LINDE & P.H. HEWITT. 1987. Anatomy and histology of the alimentary canal of the harvester termite *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Isoptera: Hodotermitidae). **Jour. Entomol. Soc. Southern Africa** 50 (2): 493-511.
- NOIROT, CH. 1992. From wood- to humus-feeding: an important trend in termite evolution, p. 107-119. In: J. BILEEN (Ed). **Biology and Evolution of Social Insects**. Leuven, Leuven University Press, 390p.
- . 1995. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny: I. Lower termites. **Ann. Soc. Entomol. France** 31 (3): 197-226.
- NOIROT, CH. & C. NOIROT-TIMOTHÉE. 1967. L'épithélium absorbant de la panse d'un termite supérieur: ultrastructures et rapport avec la symbiose bactérienne. **Ann. Soc. Entomol. France** 3 (3): 577-592.
- . 1969. The digestive system. p. 50-87. In: K. KRISHNA & F.M. WEESNER (Eds). **Biology of termites**. New York, Academic Press, 598p.
- SANDS, W.A. 1972. The soldierless termites of Africa (Isoptera: Termitidae). **Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Ent.)** 18: 244p.
- SNODGRASS, R.E. 1993. **Principles of insect morphology**. New York, Cornell University Press, 667p.