

MILTON RÖNNAU

**ULTRA-ESTRUTURA DA REGIÃO ANTERIOR DO INTESTINO
MÉDIO EM ABELHAS CORBICULADAS
(HYMENOPTERA, APIDAE)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R773u
2007

Rönnau, Milton, 1971-

Ultra-estrutura da região anterior do intestino médio
em abelhas corbiculadas (Hymenoptera, Apidae) /
Milton Rönnau. – Viçosa, MG , 2007.
ix, 43f. : il. col. ; 29cm.

Orientador: José Eduardo Serrão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 36-43.

1. Abelha sem ferrão. 2. Intestinos - Morfologia.
3. Cardia - Avaliação. 4. Hymenoptera. 5. Apinae.
I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 595.799

MILTON RÖNNAU

**ULTRA-ESTRUTURA DA REGIÃO ANTERIOR DO INTESTINO
MÉDIO EM ABELHAS CORBICULADAS
(HYMENOPTERA, APIDAE)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 23 de fevereiro de 2007

Prof. Clóvis Andrade Neves
Co-orientador

Prof. Lúcio Antonio de Oliveira Campos
Co-orientador

Profª Conceição Aparecida dos Santos

Profª Luciane Cristina de O. Lisboa

Prof. José Eduardo Serrão
Orientador

*“Morre lentamente quem não vira
a mesa quando está infeliz no seu
trabalho, quem não arrisca o certo
pelo incerto para ir atrás de um
sonho”*

Pablo Neruda

A minha esposa Dária.

Ao meu filho Arthur.

Aos meus pais Egon (in memoriam) e Anita.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade que ele me concedeu em estar aqui e também pela grandeza de sua criação em espécies, principalmente entre os insetos.

Agradeço aos meus pais Egon Rönnau (*in memoriam*) e Anita Willirich Rönnau que mesmo sem terem a compreensão do que eu estava fazendo sempre me apoiaram.

Agradeço a minha esposa Dária (minha Bela) a quem eu amo muito e que sempre me incentivou para que eu viesse a Viçosa, mesmo sabendo das dificuldades que enfrentaria. Ao meu filho Arthur que mesmo com pouca idade sempre foi um companheiro para a mamãe.

Agradeço aos meus cunhados pelo apoio e sustento que deram a mim e minha esposa nos momentos de dificuldade. E por torcerem pelo meu sucesso. Também gostaria de agradecer minha sogra Gertrudes, que esteve com minha esposa no período que fiquei fora de casa.

Aos meus irmãos Edson, Dayse e Márcia pelo cuidado que tiveram com nossos pais nos momentos que estive ausente e eles precisavam.

Também agradeço ao meu orientador o Prof. José Eduardo Serrão por ter aceito em me orientar prontamente, sou imensamente grato por ter me dado esta oportunidade e pela serenidade que sempre tratou os monstros da pós graduação, me tranquilizando quando estava desesperado, sendo mais que um orientador sendo um amigo e conselheiro. Penso que todos seus orientados diriam o mesmo, muito obrigado professor.

Aos meus Co-orientadores Prof. Clóvis Andrade Neves e Prof. Lúcio Antonio de Oliveira Campos, pelos conhecimentos que me foram passados com atenção.

Agradeço aos amados da Igreja Evangélica Livre de Palotina por sempre estarem intercedendo por mim com orações diante de Deus.

Aos Técnicos de Laboratório de Palotina que torceram por mim. Gostaria de agradecer de uma forma especial as minhas queridas amigas

Dirce, Mara e Nori que sempre torceram por mim, e ao meu amigo Arlei que é um exemplo.

Agradeço a Prof^a. Márcia pelos conselhos e incentivo. A Prof^a. Ivana por ter me liberado de minhas atividades de laboratório para que eu pudesse estar aqui.

Também agradeço a Prof^a. Simone e a Prof^a. Betina que torceram pelo meu sucesso, e aos demais professores do Conselho Diretor do Campus que aprovaram minha saída.

À Universidade Federal de Viçosa e aos professores do Curso de Pós-graduação em Entomologia dessa instituição.

A D. Paula, secretária do Curso de Pós-graduação em Entomologia, pela atenção e simpatia com que sempre me atendeu.

Ao Monteiro, técnico do laboratório de Biofísica da UFV.

A Claudia do Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV.

Aos amigos que fiz aqui em Viçosa, Acácia, Ana Lúcia, Bruno, Carol, Cirlei, Conceição, Dihego, Edmilson, Letícia, Madu, Maria Inez, Simone e Solange que me acolheram quando cheguei aqui, tenho muita estima por todos.

Aos amigos Charles e Lucinda que sempre estiveram presentes com minha esposa quando ela precisou.

Ao amigo de profissão Samir, funcionário da UFV, pela paciência em me ouvir quando estava com saudades de casa, usando a expressão, “mas vai valer a pena, tem que acreditar nisso”. Torço por você.

Enfim a todos que de uma forma ou outra contribuíram para que este trabalho desse certo.

BIOGRAFIA

Milton Rønnau, filho de Egon Rønnau (*in memoriam*) e Anita Willirich Rønnau, nasceu em Palotina,-PR em 31 de janeiro de 1971. Obtendo título de licenciado em Ciências Biológicas em fevereiro de 2002 pela Universidade Paranaense – UNIPAR, na cidade de Toledo, PR.

No período de maio de 2002 a maio de 2004 trabalhou no ensino médio como professor no Colégio Agrícola Oeste do Paraná. Atua como Técnico de Laboratório de Citologia, Histologia e Embriologia no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Paraná - Campus de Palotina.

Em março de 2005, iniciou o Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 23 de fevereiro de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	36

RESUMO

RÖNNAU, Milton, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007.
Ultra-estrutura da região anterior do intestino médio em abelhas corbiculadas (Hymenoptera: Apidae). Orientador: José Eduardo Serrão.
Co-orientadores: Clóvis Andrade Neves e Lucio Antônio de Oliveira Campos.

A membrana peritrófica forma uma camada fina que reveste o intestino médio dos insetos separando o alimento do epitélio do intestino, tem função mecânica e função de barreira física contra infestação de microorganismos. Considerando que a membrana peritrófica tem sua origem discutida nas abelhas este trabalho analisou a ultra-estrutura da porção anterior do intestino médio em abelhas corbiculadas para a compreensão da função desta região do trato digestivo. Foram estudadas espécies de abelhas corbiculadas: *Apis mellifera*, *Melipona quadrifasciata anthidioides*, *Bombus morio* e *Euglossa townsendi*. Os resultados ultra-estruturais da porção anterior do ventrículo das abelhas corbiculadas obtidos neste trabalho mostram que esta região é diferenciada apenas em Meliponini, que se caracteriza por células altas e finas. Entretanto, tanto em *Melipona quadrifasciata anthidioides* e nas demais espécies estudadas estas células apresentam características típicas de células digestivas. O comprimento dos canais formado pelas invaginações da membrana plasmática basal apresenta muitas aberturas para a hemocela, indicando atividade absorptiva nesta região do intestino médio. A porção anterior do intestino médio de abelhas é caracterizada pela presença da válvula cardíaca, a qual corresponde a uma porção do estomodeu que se projeta no interior do intestino. As células da porção anterior do intestino médio de Meliponini (cárdia) apesar de ser uma região diferenciada anatomicamente e histologicamente é ultra-estruturalmente semelhante àquelas células da porção anterior do ventrículo de Bombini e Apini, estando envolvidas na absorção de água do alimento.

ABSTRACT

RÖNNAU, Milton, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2007.
Ultrastructure of anterior midgut region in corbiculate bees (Hymenoptera: Apidae). Adviser: José Eduardo Serrão. Co-Adviser: Clóvis Andrade Neves and Lucio Antônio de Oliveira Campos.

The peritrophic membrane forms a thin layer that lines the midgut of the insects isolating the food of the midgut epithelium. The peritrophic membrane has mechanical function as well as a physical barrier against microorganisms and performs some physiological roles during food digestion. In bees the origin of peritrophic membrane is unclear and this work described the ultrastructure of the anterior midgut region in corbiculate bees for the understanding of the function of this section of the digestive tract. The species studied were *Apis mellifera*, *Melipona quadrifasciata nanthidioides*, *Bombus morio* and *Euglossa townsendi*. The results showed that the anterior midgut region is a specialized structure only in Meliponini that has cells tall and thin. Meanwhile in *Melipona quadrifasciata anthidioides* and the others studied species cells of this midgut region show ultrastructural features of digestive cells. The basal plasma membrane infoldings have many openings to the haemocoel, suggesting an absorption role in this midgut region. The anterior midgut region of bees is characterized for the presence of the cardiac valve, a foregut section that protrudes into the midgut. The cells of the anterior midgut region of Meliponini (cardia), despite be a section anatomically and histologically differentiated, has cells with ultrastructure features similar to those of Bombini and Apini, and they may play a role in water and food absorption.

INTRODUÇÃO

O trato digestivo dos insetos é dividido em três regiões principais: intestino anterior (estomodeu), intestino posterior (proctodeu), ambos de origem ectodérmica e intestino médio (ventrículo) originado a partir do endoderma.

Na maioria dos insetos o tubo intestinal é reto da boca ao ânus, mas em alguns insetos que se alimentam de fluidos há uma oclusão entre o intestino médio e o posterior.

O intestino anterior e o posterior, por serem de origem ectodérmica, são revestidos internamente por uma cutícula denominada íntima, produzida pelas células epiteliais destas regiões. No intestino médio não existe a camada íntima, no entanto, na maioria dos insetos, está presente um delicado filme acelular que envolve o alimento, denominada membrana peritrófica.

No intestino anterior ocorre o armazenamento do alimento e algumas vezes a sua fragmentação antes que este alcance o intestino médio. No intestino médio, ocorre digestão química e absorção dos produtos da digestão, sendo este órgão o sítio primário de produção de enzimas digestivas dos insetos. O intestino posterior conduz o alimento não digerido para o exterior e também está relacionado com o equilíbrio hidroeletrolítico do organismo (Chapman, 1998).

Nas abelhas a parede do intestino anterior é formada por um epitélio, e uma camada muscular geralmente disposta em uma camada circular interna e uma longitudinal externa, relativamente bem desenvolvida (Cruz-Landim, 1985). Encontra-se subdividido em faringe, esôfago, papo e proventrículo, tendo estas regiões funções especializadas: a faringe é geralmente dilatada e está

relacionada à ingestão de alimentos sendo que em insetos sugadores sua musculatura é bastante desenvolvida; o esôfago é curto e apresenta na sua porção posterior uma dilatação chamada papo que tem a função de armazenar o alimento ingerido; o proventrículo controla a passagem de alimentos do papo para o intestino médio (Snodgras, 1956; Cruz-Landin, 1985).

O proventrículo é a parte do intestino anterior mais especializada localizada entre o papo e o intestino médio (Snodgrass 1956). É subdividido em três partes: a anterior que protraí no lúmen do papo, formando o bulbo proventricular, que consiste de quatro lábios formando uma abertura em forma de "X"; uma válvula cardíaca posterior, situada no lúmen do intestino médio; e uma parte média ou pescoço (Cruz-Landin & Rodrigues, 1967; Serrão & Cruz-Landin 1995a). A válvula cardíaca é uma parede dobrada da parte do intestino anterior que se protraí dentro do lúmen do intestino médio, sendo formada por duas camadas de epitélio (Snodgrass 1956; Serrão & Cruz-Landin 1995a). Uma curta região de células achatadas marca a transição da válvula cardíaca (estomodeu) para o intestino médio, sendo que a porção anterior deste pode apresentar-se modificada em uma cárdia (Serrão & Cruz-Landin 1996a; Peixoto & Serrão, 2001).

A parede do intestino médio apresenta uma camada de tecido muscular circular externa e de músculos longitudinais interna, sendo o epitélio formado por uma camada única de células.

A válvula pilórica separa o intestino médio do posterior, sendo este último subdividido em piloro, íleo e reto, terminando no ânus (Chapman, 1998). As células epiteliais do intestino posterior apresentam diferenciações funcionais e

sua musculatura apresenta apenas uma camada circular. Suas células estão envolvidas na absorção de certos nutrientes e água. No piloro originam-se os túbulos de Malpighi; o íleo apresenta-se como um tubo indiferenciado e o reto é geralmente dilatado, com parede fina e apresenta papilas retais com função de reabsorção de água, íons e algumas vezes de aminoácidos (Cruz-Landim, 1985; Santos & Serrão, 2006).

O epitélio do intestino médio é formado por três tipos celulares: as células digestivas ou principais, as células regenerativas e as células endócrinas. (Cruz-Landim, 1985; Serrão & Cruz-Landim, 1996b; Neves *et al.*, 2003).

As células digestivas podem receber vários nomes como: células colunares, células principais e enterócitos, cobrindo todo o intestino médio. Sua estrutura é variável dependendo da fase do ciclo alimentar e das múltiplas funções durante seu ciclo de vida (secreção de enzimas, glicoproteínas, membrana peritrófica, absorção e armazenamento de produtos inorgânicos), (Martoja & Ballan-Dufrançais, 1984). De uma maneira geral podem ser reconhecidas três regiões distintas entre o ápice e a base da célula digestiva quanto ao aspecto morfológico relacionado com a função na absorção e secreção. A região apical apresenta microvilosidades (Noirot & Noirot-Timotheé, 1972), que pode apresentar um glicocálix bem desenvolvido (Santos *et al.*, 1984; Cruz-Landim & Serrão, 1997). No citoplasma apical das células digestivas estão presentes organelas como retículo endoplasmático rugoso, lisossomas, além de grânulos de secreção, vesículas de micropinocitose e elementos do citoesqueleto (Cruz-Landim, 1985). Na porção média das células digestivas

estão presentes retículo endoplasmático rugoso, complexo de Golgi, núcleo, mitocôndrias e grânulos de secreção. Na região basal, mitocôndrias estão freqüentemente associadas com dobras da membrana plasmática indicando transporte de água e íons (Ferreira *et al.*, 1981; Bignell, 1982; Santos *et al.*, 1984).

De uma maneira geral as células digestivas podem ser classificadas como: tipo I, tipo II e tipo III. As células do tipo I possuem vilosidade apical que terminam com grânulos de secreção e mitocôndrias, as células do tipo II possuem microvilosidades regulares, com invaginações na porção basal, estendendo-se quase até ao topo da célula estando sempre associada com mitocôndrias, as dobras se abrem freqüentemente para a hemolinfa, facilitando a eliminação da água pela célula, e as células do tipo III somente são encontradas em Hemiptera e se diferenciam das do tipo I e II na produção de membrana perimicrovilar (Lane & Harrison, 1979; Ribeiro *et al.*, 1990).

As células digestivas produzem enzimas que são secretadas no lúmen do intestino, porém entre os insetos há muita variação com relação ao mecanismo de eliminação da secreção. Em Coleoptera (Baccetti, 1961), Orthoptera (Baker *et al.*, 1984), Isoptera (Caetano, 1984), Diptera e Hymenoptera (Caetano, 1984; Cruz-Landim, 1985) a eliminação da secreção é merócrina; secreção apócrina é observada em Diptera (Baccetti, 1961; Berner *et al.*, 1983), Isoptera (Bignell *et al.*, 1982), Lepidoptera (Santos *et al.*, 1984), Hymenoptera (Cruz-Landim *et al.*, 1996); e secreção holócrina ocorre em larvas de Trichoptera (Chayara & Farafonova, 1980). Freqüentemente as células digestivas apresentam grânulos com organização lamelar especialmente

localizados na parte posterior do intestino médio. Gouranton (1968) afirma que tais grânulos contêm carbonato e sais de uratos. Em *Rhodnius prolixus* (Reduviidae), Billingsley & Downe (1989) denominaram estes grânulos de esferitos e atribuíram a eles a função de absorção e acúmulo de íons. Grânulos similares foram observados nas abelhas *Apis mellifera* (Raes, 1989; Cruz-Landim & Serrão, 1997) e em *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Cruz-Landim & Serrão, 1997).

Outro tipo celular presente no intestino médio são as células regenerativas, que têm função de substituir as células digestivas que se desgastam. Estão presentes em grupos ou isoladas ao longo do intestino médio (Priester, 1971; Reinhardt *et al.*, 1972; Silva & Souza, 1981; Caetano, 1984; Terra, 1988; Serrão & Cruz-Landim, 1995a; Cruz-Landim & Costa-Leonardo, 1996).

Células endócrinas contêm grânulos similares aos grânulos de secreção, mas com forma particular estando distribuída ao longo de todo o intestino médio (Andries, 1976). As células endócrinas geralmente têm localização basal e podem estender-se ao lúmen do intestino médio (Cassier & Fain-Maurel, 1977; Andries & Beauvillain, 1988; Neves *et al.*, 2003). Sua função está relacionada com a secreção de hormônios conforme demonstrado por Iwanaga *et al.* (1981) e Neves *et al.* (2003).

A membrana peritrófica forma uma delicada camada que reveste o intestino médio dos insetos separando o alimento do epitélio do intestino em muitas ordens de insetos, exceto em Hemiptera, Thysanoptera, Phthiraptera, Psocoptera e Megaloptera (Peter, 1992). Hemiptera e Thysanoptera têm

membrana perimicrovilar que difere morfológica e bioquimicamente da membrana peritrófica (Billingsle & Downe, 1983). A membrana peritrófica tem várias funções, sendo a mais reconhecida a proteção do epitélio contra a ação mecânica do alimento durante seu deslocamento ao longo do sistema digestório, sendo também atribuída à função de barreira física contra infestação de microorganismos e a prevenção de excreção de enzimas pela circulação endo-ectoperitrófica (Terra, 1988).

Quanto à origem, a membrana peritrófica pode ser classificada em tipo I e II. A do tipo I é produzida em todo o epitélio do intestino médio, ou em parte dele, a do tipo II produzida por células especializadas da região anterior do intestino médio em uma região denominada de cárdia (Wigglesworth, 1972). A composição da membrana peritrófica varia de acordo com o tipo e com o estágio de desenvolvimento do inseto, porém quitina e proteína sempre estão presentes (Zimmermam *et al.*, 1975; Lehane, 1997).

Não há consenso em relação ao sítio de produção da membrana peritrófica em Hymenoptera. Green (1931), Mercer & Day (1952), Hassanein (1953), Mello *et al.*, (1971), Cruz-Landim & Mello (1981), Jimenez & Gillian (1990) e Marques-Silva *et al.* (2005) apontaram que a membrana peritrófica é secretada pelas células digestivas em todo o intestino médio, porém Snodgrass (1956) sugere que a membrana peritrófica do tipo I e tipo II são produzidas por larvas de *A. mellifera*, em adultos porém, ocorre somente à produção da membrana peritrófica do tipo II. Por outro lado, Butt (1934) sugeriu que as células na válvula cardíaca sintetizam a membrana peritrófica em larvas de *A. mellifera*. Serrão & Cruz-Landim (1996a) sugeriram que a membrana peritrófica

é produzida em maior quantidade na região anterior do intestino médio em uma região denominada de cárdia, com características anatômicas, histológicas e ultraestruturais semelhante ao encontrado em Diptera (King, 1988; Peter, 1992).

A região da cárdia em Meliponini é longa e segue longitudinalmente a válvula cardíaca, as células da cárdia são mais estreitas e mais altas do que as células digestivas que formam o epitélio do intestino médio (Peixoto & Serrão, 2001). Esta porção do intestino médio é caracterizada pela ausência de dobras apicais típica do epitélio do intestino médio, apesar da membrana peritrófica ser bem evidente nesta região (Peixoto & Serrão, 2001). Em Euglossini ocorre a presença da cárdia como em Meliponini, porém esta região é muito curta, sendo seu epitélio formado por células baixas. A transição entre a válvula cardíaca e o intestino médio em Apini e Bombini é direta sugerindo a ausência de uma cárdia (Peixoto & Serrão, 2001).

Considerando que a membrana peritrófica tem sua origem discutida nas abelhas e que algumas espécies apresentam uma região anterior do intestino médio diferenciada, este trabalho tem por objetivo estudar a ultraestrutura da porção anterior do intestino médio em abelhas corbiculadas contribuindo para a compreensão da função desta região do trato digestivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Abelhas campeiras das espécies *Apis mellifera* (Apini) e *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Meliponini) foram obtidas no Apiário da Universidade Federal de Viçosa, *Euglossa townsendi* (Euglossini) e *Bombus morio* (Bombini) foram capturadas no campo. Após a coleta as abelhas foram dissecadas em solução salina para insetos para a retirada da parte anterior do intestino médio.

Os fragmentos do intestino foram individualizados e identificados conforme a espécie e fixados em solução de formalina Milonig, pH 7,3 por um período de 24 h. Após a fixação, os fragmentos foram lavados em tampão cacodilato de sódio 0,1M, pH 7,2 por 10 minutos. Em seguida os fragmentos foram pós-fixados em tetroxido de ósmio a 1% em tampão cacodilato de sódio por 2 h. Retirados da solução anterior, os fragmentos foram lavados em tampão por 5 minutos e contrastados *in bloc* com acetato de uranila a 1% em álcool a 10% por 16 h. A seguir as peças foram desidratadas em séries crescentes de acetona (30%, 70%, 90% e a 100%) permanecendo 10 minutos em cada concentração. Em seguida os fragmentos foram retirados e embebidos em solução de acetona resina Epon na proporção de 3:1, 1:1, 1:3, embebidos em resina Epon, pura, polymerizados a 60° C. Secções semifinas foram realizadas com o auxílio do ultramicrotomo e corados com azul de toluidina a 1% ou azul de metileno e montadas de forma permanente. Secções ultrafinas foram obtidas com auxílio de navalha de diamante e contrastados com acetato de uranila a 1% e citrato de chumbo (Reynolds, 1963). Em seguida foram observadas em

microscópio eletrônico de transmissão Zeiss EM 109, no centro de microscopia e micro análise da UFV.

RESULTADOS

A organização estrutural da porção anterior de Meliponini (Fig. 1) difere das demais abelhas por apresentar uma cárdia bem evidente e longa, contrastando com uma transição abrupta entre o epitélio do intestino anterior e médio, caracterizado por células baixas em Apini, Bombini e Euglossini (Fig. 2-4).

Em *M. quadrifasciata anthidioides* a cárdia apresenta um epitélio com camada única de células colunares e finas, assentadas numa fina membrana basal. Externamente o epitélio é revestido por camada de células musculares, e uma densa rede de traquéias pode ser vista associada ao epitélio (Fig. 5 e 6).

Na porção basal das células da cárdia estão presentes retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido com cisternas dilatadas e mitocôndrias, além de inúmeras invaginações da membrana plasmática basal (Fig. 5).

Na porção mediana das células, é comumente observado retículo endoplasmático rugoso, mitocôndrias, algumas vesículas e vacúolos com diferentes eletrodensidades (Fig. 7-9). O núcleo, cuja forma é oval, está localizado nesta porção e apresenta predomínio de cromatina descondensada (Fig. 10). No citoplasma, próximo ao núcleo, pode-se observar retículo endoplasmático rugoso e alguns lisossomos (Fig. 10 e 11).

Em contato com o lúmen, a porção apical da célula da cárdia, mostra a presença de retículo endoplasmático rugoso, mitocôndrias, vacúolos secretores, e microvilosidades curtas cobrindo toda a superfície celular (Fig. 12). As células

são unidas por junções celulares apicais apresentando material fortemente eletrondenso e com espaço intercelular estreito abaixo destas (Fig. 13).

Em *A. mellifera* a região de transição entre o intestino anterior e médio é curta. As células da região de transição são baixas e apresentam a superfície apical sem microvilosidades, mas contendo curtas projeções alargadas da superfície celular e a presença de algumas cisternas dilatadas de retículo endoplasmático rugoso (Fig. 14). A partir desta região, abruptamente o epitélio do intestino médio apresenta células digestivas colunares com longas microvilosidades (Fig. 15).

Na porção basal, o epitélio no intestino médio está assentado sobre a lamina basal. Nessa região podem ser vistas numerosas mitocôndrias e retículo endoplasmático rugoso, com cisternas dilatadas, além das invaginações da membrana plasmática basal que se mostram curtas (Fig. 16). O núcleo encontra-se na região mediana, apresentando cromatina descondensada e nucléolo evidente (Fig. 17). No citoplasma próximo ao núcleo observa-se retículo endoplasmático com cisternas dilatadas (Fig. 18 e 19). Nessa região são evidentes alguns vacúolos, com estruturas eletrondensas em seu interior (Fig. 20 e 22). Esferocristais estão presentes na região do ápice das células digestivas, bem como retículo endoplasmático rugoso, distribuído em todo citoplasma (Fig. 21 e 22). As células são unidas por zonas aderentes apicais apresentando material fortemente eletrondenso (Fig. 23).

Em *B. morio* a porção anterior do intestino médio apresenta apenas células digestivas cujo citoplasma se mostra bastante heterogêneo contendo ribossomos livres (Fig. 24 e 25). Na região basal, a membrana basal é evidente

e há invaginações prolongadas da membrana plasmática basal (Fig. 25 e 26). No citoplasma, observam-se poucos ribossomos livres, retículo endoplasmático rugoso e lisossomos (Fig. 26 e 27). O núcleo, na região mediana da célula, apresenta envoltório nuclear de forma irregular, cromatina descondensada, e um ou dois nucléolos (Fig. 28). Na região basal pode ser visto traquéia e invaginação da membrana com estruturas eletrodensas depositadas em suas invaginações (Fig. 29).

Em *E. townsendi* o epitélio da região anterior do intestino médio é cúbico (Fig. 30), assentado sobre uma fina lâmina basal que comumente estende-se entre o espaço intercelular (Fig. 31). A porção basal das células apresenta um labirinto basal desenvolvido podendo atingir a porção mediana da célula com inúmeras aberturas para a hemocela (Fig. 30 e 31). A região mediana mostra um núcleo com predomínio de cromatina descondensada e nucléolos desenvolvidos (Fig. 31 e 32). O citoplasma é rico em ribossomos livres, retículo endoplasmático rugoso, complexo de Golgi, lisossomos, mitocôndrias e figuras mielínicas nas regiões mediana e apical (Fig. 32, 33, 34 e 35). O ápice das células da cárdia apresentam microvilosidades curtas, muitas mitocôndrias (Fig. 35 e 36) e algumas vesículas de secreção sendo eliminadas por entre as microvilosidades (Fig. 37).