

## MORFOLOGIA E HISTOLOGIA DO TRATO DIGESTIVO DE *PROTOPOLYBIA EXIGUA EXIGUA* (HYM., VESPIDAE) E SUAS ESTRUTURAS EXCRETORAS ANEXAS

FLÁVIO HENRIQUE CAETANO <sup>1</sup>  
VERA LIGIA LETIZIO MACHADO <sup>2</sup>

### ABSTRACT

*The digestive tract, Malpighian tubules and rectal pads of Protopolybia e. exigua are very similar to the tract of other Hymenoptera, no variation being observed among the castes studied.*

### INTRODUÇÃO

O trato digestivo dos insetos adultos em geral apresenta poucas variações intimamente relacionadas aos hábitos alimentares (Chapman, 1975). Tais variações ao longo do trato digestivo são relativamente constantes e características para as espécies, porém, dentro da mesma espécie, havendo castas como nos insetos sociais, pouca ou nenhuma variação pode ser constatada (Snodgrass, 1956; Cruz-Landim & Rodrigues, 1967; Caetano, 1977). As variações quando ocorrem são principalmente na região posterior de estomodeo e no mesêntero ou ventrículo. No primeiro caso tem-se o proventrículo (bulbo, pescoço e válvula cardíaca) o qual se mostra bastante variado em diversos estudos realizados, servindo mesmo como característica sistemática para determinados grupos de Hymenoptera (Tosi, 1895; Eisner, 1957 e Caetano, 1977). Quanto ao mesêntero, tais variações dizem respeito ao volume do órgão sendo que apresenta pouca variabilidade na forma (Cruz-Landim & Rodrigues, 1967; Caetano, 1977).

Histologicamente as variações são mais abundantes embora de difícil detecção. Assim sendo, pode-se resumir que tais variações referem-se principalmente a íntima do esôfago; a musculatura do papo, proventrículo, intestino delgado e reto, membrana peritrófica e epitélio ventricular (Snodgrass, 1956; Eisner, 1957; Kapil, 1959; Cruz-Landim & Rodrigues, 1967; Wigglesworth, 1974; Chapman, 1975 e Caetano, 1977).

<sup>1</sup> Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, UNESP. 13.500, Rio Claro SP.

<sup>2</sup> Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, UNESP. 13.500, Rio Claro SP.

Anexos ao trato digestivo, encontram-se os túbulos de Malpighi com função excretora e as papilas retais com função na manutenção do equilíbrio hídrico-iônico do organismo.

Os túbulos de Malpighi abrem-se na região de ligação do mesêntero com o proctodeo e podem ou não ter as extremidades distais livres. No caso dessas extremidades estarem ligadas à parede do reto, o grau de intimidade dessa ligação pode variar um pouco (tipo criptonefridial). Ao que parece esse último tipo que ocorre em lepidópteros (Wigglesworth, 1974) e formigas do gênero *Solenopsis* (Caetano, 1977).

Os túbulos de Malpighi podem ainda variar o número entre espécies e dentro da mesma espécie, nas diferentes castas (Tiegs, 1922; Cruz-Landim, & Melo, 1969; Caetano & Cruz-Landim, 1972; Chapman, 1975 e Caetano, 1977) e em comprimento entre as espécies (Cruz-Landim et al., 1971).

As papilas retais tem número, forma e posição na parede do reto, variáveis de acordo com a espécie. Em vespas *Nasonia* sp., ocorrem somente duas papilas retais (Tiegs, 1922), em formigas *Camponotus pennsylvanicus* ocorrem seis (Forbes, 1956) e para *Atta*, três, tanto para espécies diferentes como na mesma espécie, dentro das castas (Caetano & Cruz-Landim, 1972). Em outros casos tais papilas podem estar ausentes como ocorre em machos de *Oxaea flavescens*, *Thygater analis* e *Bombus atratus* e em lugar dessas, aparecem grupos de células mesodérmicas junto ao reto (Ferreira & Cruz-Landim, 1969).

Histologicamente os túbulos de Malpighi dos insetos, são formados por células cúbicas com bordos estriados bastante desenvolvidos e em secções transversas aparecem até cinco dessas células. Já as papilas retais apresentam-se com dois grupos de células; as primeiras, são altas e ficam projetadas no lúmen do reto as quais se mostram altamente acidófilas e as segundas, são células baixas que ficam delimitadas pela parede do reto, com grande afinidade por corantes básicos. Quase sempre as diferenças entre indivíduos de espécies diferentes ou dentro da mesma espécie, entre as castas, são pequenas ou pouco conspícuas na maioria dos casos. Assim sendo, neste trabalho pretendeu-se determinar possíveis diferenças e/ou igualdades entre as castas mais constantes no ninho, ou seja, operárias, intermediárias e rainhas de *Protopolybia exigua exigua* quando a morfologia e histologia do trato digestivo e estruturas excretoras anexas.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Para a morfologia usou-se material fresco, que foi coletado e transportado para o laboratório, anestesiado com vapor de éter e dissecado em placa de dissecção contendo solução fisiológica para insetos, tamponada sob estereoscópio Wild.

Retirado o trato digestivo das castas femininas (operárias, intermediária e rainha), este foi estirado em uma lâmina para microscópio com solução fisiológica. Em seguida, usando-se ocular micrométrica, foram obtidas as mensurações do comprimento das diversas partes, tendo sido a conversão para micrômetros, feita com o auxílio de um micrômetro com escala micrométrica impressa.

O material após ter sido medido, foi desenhado com o auxílio da câmara clara Zeiss, adaptada ao estereoscópio.

A válvula cardíaca devido ao seu tamanho não foi desenhada com auxílio da câmara clara e está, portanto, fora de escala.

Para a histologia, as vespas foram dissecadas na mesma solução fisiológica e o trato digestivo imediatamente colocado em Formol cálcio de Baker, para a fixação por no mínimo 24 horas; após o que se seguiu a inclusão em parafina. O material incluído foi então cortado com  $7 \mu\text{m}$  de espessura ao microtomo e corado com hematoxilina-eosina (H-E).

O material foi examinado e fotografado ao fotomicroscópio Zeiss.

## RESULTADOS

### I. Morfologia

#### Trato Digestivo

O trato digestivo das vespas estudadas apresentou-se com a constituição normal encontrada para a maioria dos Hymenoptera: cavidade bucal, faringe, esôfago, papo, proventrículo, ventrículo, intestino fino, reto e ligação reto-ânus, não apresentando nessas regiões quaisquer alterações dignas de nota (Fig. 1).

No tocante ao proventrículo (Fig. 2), observou-se que o bulbo é formado por 4 lábios deixando no contato desses uma pequena passagem ou orifício e encontra-se embutido no papo. A válvula cardíaca localizada dentro do ventrículo, apresenta-se bastante longa sendo que a sua forma é mais ou menos cilíndrica com a extremidade distal levemente dilatada assemelhando-se a um funil, porém o canal central não acompanha tal ampliação. Na tabela I são apresentados os resultados em micrômetros, das mensurações obtidas nas três castas estudadas, para as diferentes regiões do trato digestivo. Para tais mensurações foram suprimidas as regiões do palato, faringe e ligação reto-ânus, por considerar-se de pouco significado morfológico no presente estudo.

As medidas de comprimento e largura foram realizadas à guiza de comparação, com o intuito de verificar possíveis variações morfométricas entre as castas estudadas, uma vez que as mesmas apresentam igual tamanho.

#### Túbulos de Malpighi

Os túbulos de Malpighi são em número de 14 a 18 e apresentam-se como estruturas longas e finas com a sua extremidade proximal ligada à região de passagem mesêntero-proctodeo e a sua extremidade distal solta na cavidade do corpo, enrolada no próprio tubo digestivo e demais órgãos abdominais. Sua configuração é comum às três castas estudadas.

#### Papilas Retais

As papilas ou glândulas retais são pequenas estruturas salientes na parede do reto e são em número de 6, ocupando a região anterior da referida porção do trato digestivo.

Assim como as demais estruturas já descritas acima, as papilas retais não sofreram variação nas três castas estudadas.

TABELA I

Mensurações do trato digestivo de *Protopolybia exigua exigua*

## 3. Resultados

|   | Operária                                |                                   | Intermediária                           |                                   | Rainha                                  |                                   |
|---|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
|   | Comprimen-<br>to médio<br>$\mu\text{m}$ | Largura<br>média<br>$\mu\text{m}$ | Comprimen-<br>to médio<br>$\mu\text{m}$ | Largura<br>média<br>$\mu\text{m}$ | Comprimen-<br>to médio<br>$\mu\text{m}$ | Largura<br>média<br>$\mu\text{m}$ |
| Esôfago   | 2150                                    | 300                               | 2100                                    | 300                               | 2250                                    | 300                               |
| Papo  | 800                                     | 1250                              | 800                                     | 1350                              | 850                                     | 1350                              |
| Pescoço do<br>Proventrículo                           | 250                                     | 250                               | 250                                     | 250                               | 300                                     | 250                               |
| Ventrículo  | 1450                                    | 1350                              | 1500                                    | 1350                              | 1500                                    | 1350                              |
| Intestino<br>Fino                                     | 1000                                    | 400                               | 950                                     | 350                               | 900                                     | 400                               |
| Reto  | 2000                                    | 1550                              | 1900                                    | 1550                              | 2000                                    | 1550                              |
| Comprimento<br>total do Trato<br>Digestivo<br>(Média) | 7750                                    |                                   | 7750                                    |                                   | 7800                                    |                                   |
| Comprimento<br>total do animal<br>(Média)             | 7166                                    |                                   | 7499                                    |                                   | 7833                                    |                                   |

## II. Histologia

## Trato Digestivo

Histologicamente o trato digestivo de *P. exigua exigua*, não mostra muita diferença com relação a outros Hymenoptera.

O esôfago apresenta-se formado por uma cutícula fina, um epitélio simples levemente basófilo e uma camada de musculatura pouco desenvolvida. O papo mostra-se com uma musculatura já bastante desenvolvida em alguns pontos, porém de um modo geral, tal musculatura é incipiente (Fig. 3A).

O bulbo do proventrículo, que se projeta no interior do papo, divide-se em 4 lábios cujos bordos são recobertos por uma partícula muito espessa. Abaixo desta, nota-se a presença de camadas musculares bastantes desenvolvidas, sendo a primeira camada de fora para dentro, de musculatura circular que envolve todo o lúmen e segunda longitudinal situada particularmente em cada lábio móvel, fazendo estreita ligação com a musculatura circular (Figs. 3A, B e C). Entre um lábio móvel e outro, nota-se em alguns pontos a presença de material cuticular afibroso (Fig. 3C). As musculaturas observadas são fortemente acidófilas. No tocante ao pescoço do proventrículo, este apresenta-se com a musculatura aparentemente contínua àquela do bulbo e o seu lúmen mostra-se parcialmente estrangulado por quatro dobras longitudinais, provavelmente, continuação das capas musculares que constituíam o lábio móvel (Fig. 3D). Na região de ligação do proventrículo com o ventrículo, vê-se a válvula cardíaca formada por duas camadas de células uma cujos ápices ficam voltados para o lúmen e outra, cujos ápices ficam voltados para a parede do ventrículo, mostrando claramente ser esta válvula um dobra muito longa do epitélio do intestino anterior, cujas características são semelhantes as do pescoço do proventrículo, evidenciando assim sua origem. As células do epitélio que formam o lúmen da válvula cardíaca mostram-se com uma íntima muito delgada porém bastante evidente (Fig. 3D) com características basófilas, assim como a cutícula que reveste internamente o papo.

O ventrículo mostra-se com um epitélio intensamente dobrado (Fig. 4A), no qual notam-se dois tipos de células. Aquelas em maior número são as células digestivas, altas, colunares com núcleo mediano dotado de um ou dois nucléolos, muita microvilosidade no ápice e fortemente acidófila (Figs. 4A, B e C). O segundo tipo são células minúsculas, fortemente basófilas, que ocorrem em grupos na base das células digestivas, estão assentadas sobre uma membrana basal, pouco evidente. Estas células apresentam distribuição descontínua ao longo da superfície do ventrículo e são denominadas de células generativas, dada à sua função de reposição das células digestivas (Fig. 4C).

Não se observou a presença de membrana peritrófica.

Externamente ao epitélio encontram-se camadas de musculatura longitudinal e circular muito delgadas.

Na região de passagem do ventrículo para o intestino fino, ocorre a válvula pilórica com células baixas levemente acilófilas com características iguais às células do intestino fino, o que vem sugerir a sua origem a partir de uma dobra dessa região do trato digestivo (Fig. 4D).

O intestino fino mostra-se com uma camada de células cúbicas em cujos ápices encontra-se uma íntima delgada; externamente vêm-se as camadas de musculatura pouco desenvolvidas (Fig. 4D). Na passagem do intestino fino para o reto, ocorre uma dobra do epitélio que se projeta para o lúmen deste, a válvula retal a qual mostra-se com o epitélio semelhante àquela do intestino fino (Fig. 4D).

O reto não apresenta qualquer alteração do padrão conhecido, células achatadas e levemente basófilas, epitélio intensamente dobrado com musculatura incipiente.

#### Túbulos de Malpighi

Os túbulos de Malpighi apresentam-se formados por células prismáticas com ligeira acidofilia e com microvilosidades no ápice. Em secção transversal

encontram-se geralmente quatro células ao redor do lúmen, as quais possuem núcleos achatados fortemente basófilos. Essas células assentam-se sobre a membrana basal a qual é bastante conspícua (Fig. 5A e B). Não se encontra qualquer indício da existência de musculatura nessas estruturas.

O material contido no lúmen mostra-se levemente acidófilo.

### Papilas retais

Essas estruturas situadas na parede do reto, apresentam-se formadas por células altas, acidófilas com núcleos arredondados, com dois ou três nucléolos bastante evidentes, e levemente basófilos. Na face voltada para o lúmen do reto ocorre uma íntima delgada. No contato da papila com a parede do reto, encontra-se um grupo de células com características diversas daquelas do reto e do epitélio colunar da papila retal; são células levemente prismáticas fortemente basófilas com núcleo achatado (Fig. 5C).

## DISCUSSÃO

### Trato Digestivo

O aspecto morfológico do trato digestivo dos insetos, tem sido utilizado com a finalidade de se obter diferenças e/ou semelhanças entre espécies diferentes ou diferentes castas de uma mesma espécie (Chapman, 1975).

Em formigas do gênero *Atta*, as várias castas (5) apresentam tamanhos diferentes redundando em um comprimento do trato digestivo também diferente. Nessas formigas as relações papo-ventrículo, papo-reto e ventrículo-reto são muito pequenas nas operárias, porém nas rainhas e machos tais relações aumentam bastante (Caetano, 1977).

Nas vespas *P. exigua exigua* algumas estruturas podem ser equiparadas, assim sendo, a relação papo-ventrículo foi aproximadamente 1:1,5; a relação papo-reto 1:2,5 e a relação ventrículo reto 1:1,5, ocorrendo nas três castas variações que podem ser consideradas desprezíveis.

Como nos demais insetos estudados por outros autores (Cruz-Landim & Rodrigues, 1967; Caetano & Cruz-Landim, 1972; Caetano, 1977), o esôfago é a região do trato digestivo que apresenta o maior comprimento e tal fato ocorre também nas 3 castas por nós estudadas.

No que se refere ao papo em alguns insetos, principalmente os sociais, o tamanho deste varia de uma para outra casta (macho e fêmea nos não sociais e macho e fêmea e operária nos sociais), como acontece com *Apis*, onde as operárias têm papo maior que machos e fêmeas (Snodgrass, 1956). Tal variação deve-se ao fato da utilização, pelas operárias, do papo para o transporte de alimento. Nos machos de *Camponotus pennsylvanicus* o papo ocupa a maior parte da região anterior do 1.º segmento abdominal (Forbes, 1956). Em *P. exigua exigua* tal variação não acontece, sendo que o papo tem igual tamanho nas 3 castas estudadas.

Segundo Wheeler (1926) o proventrículo de formigas em geral é muito mais que uma simples ligação entre o papo e o ventrículo, funciona como filtro, selecionando os alimentos que devem seguir pelo trato digestivo. Em *Apis*, o bulbo do proventrículo separa os grãos de pólen do néctar, sendo o

primeiro encaminhado para o ventrículo e o segundo regurgitado para a formação do mel (Snodgrass, 1956). Tal função parece ocorrer também com algumas formigas (Eisner, 1957).

Quanto ao bulbo do proventrículo, *Protopolybia exigua exigua* o tem muito semelhante ao descrito para outros Hymenoptera.

A válvula cardíaca dessas vespas é muito longa quando comparadas particularmente com as abelhas (Tosi, 1895; Snodgrass, 1956 e Cruz-Landim e Rodrigues, 1967) e formigas (Wheeler, 1926; Eisner, 1957; Caetano & Cruz-Landim, 1972; Caetano, 1977).

Histologicamente o intestino anterior de *Protopolybia exigua exigua*, não apresenta qualquer alteração em relação ao já conhecido para os demais Hymenoptera. No que diz respeito ao ventrículo, essa região apresenta-se como uma estrutura cilíndrica, e em secção longitudinal, o epitélio mostra-se ondulado, da mesma maneira encontrada para várias espécies de abelhas (Cruz-Landim & Rodrigues, 1967).

No tocante à membrana peritrófica, essa estrutura não foi detectada talvez pela metodologia utilizada, contudo acredita-se em sua existência nesses insetos, devido ao aspecto compactado que o alimento apresenta no interior do ventrículo.

O intestino posterior de *Protopolybia exigua exigua*, não mostra variação alguma no padrão morfológico ou histológico daquele descrito por outros autores para outros Hymenoptera, nem mesmo variações entre as castas foram observadas.

### Túbulos de Malpighi

O número dessas estruturas, encontradas nos insetos, tem sido usado como padrão para a determinação de castas. Meinert (1860 in Wheeler, 1926) encontrou, para formigas *Lasius flavus* a seguinte variação: fêmeas com 7 a 14, machos 6 a 16 e operárias 7 a 8 túbulos. Caetano (1977) encontrou em *Atta*, uma variação muito grande entre as castas das espécies estudadas, sendo que o número de túbulos de Malpighi decresce das içás até as jardineiras, porém, sem seguir qualquer padrão estabelecido e, ao que parece, o número desses está relacionado com o tamanho do indivíduo. Para *Protopolybia exigua exigua* o número de túbulos foi de 14 a 18 para as três castas estudadas. Histologicamente os túbulos de Malpighi também não mostraram alteração e aparecem, como em outros Hymenoptera, formados por uma camada de células triangulares com bordos estriados e os núcleos bastante evidentes, tendo o corte transversal 1 a 8 células formando o diâmetro do túbulo. Em *Protopolybia exigua exigua* ocorrem em geral 4 a 5 células e em nenhum dos casos constatou-se a presença de fibras musculares como descreve Chapman (1975) para alguns insetos. Isso está de acordo com o observado por Caetano (1977) para formigas da subfamília Myrmicinae.

### Papila Retal

Essas estruturas, em geral com formas arredondadas ou alongadas, são pequenos pacotes formados de uma camada de células altas que fazem salien-

cia na face interna do reto, tendo na base dessas, um grupo de células mais baixas de origem mesodermal.

A localização dessas papilas varia muito ao longo da superfície do reto, bem como a sua forma pode variar de uma para outra espécie (Chapman, 1975).

Em abelhas, o número dessas estruturas é 6 (Snodgrass, 1956) nos Apoidea esse número é igual, porém, a posição e a forma das papilas variam (Ferreira & Cruz-Landim, 1969). Em formigas *Camponotus pennsylvanicus*, o número é 6 e elas estão distribuídas ao longo da superfície do reto (Forbes, 1956); Em *Myrmica rubra*, ocorrem 3 papilas onde 2 são iguais e uma outra maior, localizada mais anteriormente (Janet, 1902). Em algumas espécies de formigas da sub-família Myrmicinae, o número foi de 3 papilas, porém, a forma e a posição variaram muito (Caetano, 1977). Em *P. exigua exigua* o número, posição e forma das papilas foram constantes nas castas, não tendo as variações que outros autores encontraram para outros insetos sociais.

Quanto à histologia das papilas, o aspecto geral é idêntico ao descrito por outros autores para outros Hymenoptera.

#### CONCLUSÕES

O tubo digestivo de *P. exigua exigua* e suas estruturas anexas é, tanto morfológica como histologicamente, muito semelhante ao de outros himenópteros, principalmente ao das abelhas.

Não foram encontradas diferenças numéricas, anatômicas ou histológicas entre as castas presentes na colônia. Este fato sugere que nesta espécie, as castas são diferenciadas apenas fisiologicamente e funcionalmente o que corresponderia a divisão de trabalho. Ainda, tais diferenças podem ser determinadas pelo grau de desenvolvimento de certos órgãos nas diversas fases da vida adulta do inseto.

#### REFERÊNCIAS

- Caetano, F. H. & Cruz-Landim, C. da, 1972. Morfologia comparada do trato digestivo de formigas do gênero *Atta* (Hymenoptera, Formicidae). Vol. Homenagem a W. E. Kerr:22-36.
- Caetano, F. H., 1977. Morfologia comparada do trato digestivo de formigas da sub-família Myrmicinae (Hymenoptera:Formicinae). Dissertação apresentada ao I. B. da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Zoologia, V + 152 pp.
- Chapman, R. F., 1975. The insects, structure and function. American Enselvier Publishing Company, Unc. New York. XII + 819 pp.
- Cruz-Landim, C. da & L. Rodrigues, 1967. Comparative anatomy and histology of the alimentary canal of adult Apinae. Journal of Apicultural Research 6:17-18.
- Cruz-Landim, C. da; M. L. S. Mello & L. Rodrigues, 1969. Nota sobre o número de tubos de malpighi em abelhas. Ciênc. e Cultura, 21:733-735.
- Cruz-Landim, C. da et al., 1971. Variation of the total length of Malpighian tubules as a function of the ambient humidity in some *Melipona*. Ciênc. e Cult., 23:68-71.
- Eisner, T., 1957. A comparative morphological study of the proventricles of ants (Hymenoptera:Formicidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 116:438-490.
- Ferreira, A. & C. Cruz-Landim, 1969. A comparative study of the rectal gland of Apoidea (Hym.). An. Acad. Brasil. Ciênc., 41:591-600.

- Forbes, J., 1956. Observations on the gastral digestive tract in the male Carpenter ant, *Camponotus pennsylvanicus* Degeer (Formicidae, Hymenoptera). *Insectes Sociaux*, 3:505-511.
- Janet, C., 1902. Anatomie du gaster de la *Myrmica rubra*. 68 pp. + 4 pranchas, Paris, Ed. Georges Carré et C. Naud.
- Kapil, R. P., 1959. Anatomy and Histology of the alimentary Canal of honeybee, *Apis indica* Fab. (Apidae:Hymenoptera). *Zoologischer Anzeiger*, 163:306-323.
- Snodgrass, R. E., 1956. Anatomy of the honeybee. XIV + 334 pp. Ithaca, New York, Comstock Publishing Association.
- Tiegs, O. W., 1922. Researches on the insect metamorphosis. *Trans. Proc. Roy. Soc. S. Zustr.*, 46:319-527 + 16 pranchas.
- Tosi, A., 1895. Osservazioni sulla valvola dela cardias in varii generi della famiglia della Apidi. *Ric. Lab. Anat. Norm. R. Univ. Roma*, 5:6-26.
- Wheeler, W. M., 1926. *Ants. Their structure, development and behavior.* XXV + 663 pp., New York, Columbia University Press.
- Wigglesworth, V. B., 1974. *The principles of insect physiology.* VIII + 827 pp. New York, John Wiley & Sons. Inc.

## ABREVIATURAS PARA AS FIGURAS DE 1 A 5

|                 |   |                                       |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| a               | = | ânus                                  |
| bpv             | = | bulbo do proventriculo                |
| c               | = | cutícula                              |
| cd              | = | célula degistiva                      |
| cg              | = | célula generativa                     |
| ep              | = | epitélio                              |
| epp             | = | epitélio basal da papila              |
| es              | = | esôfago                               |
| if              | = | intestino fino                        |
| in              | = | íntima                                |
| l               | = | lúmen                                 |
| lm              | = | lábio móvel                           |
| lra             | = | ligação reto - ânus                   |
| m               | = | musculatura                           |
| ma              | = | material afibroso                     |
| mb              | = | membrana basal                        |
| mc              | = | musculatura circular                  |
| mi              | = | microvilosidades                      |
| ml              | = | musculatura longitudinal              |
| ml <sub>2</sub> | = | musculatura longitudinal <sub>2</sub> |
| n               | = | núcleo                                |
| p               | = | papo                                  |
| pç              | = | pescoço do proventriculo              |
| pr              | = | papila retal                          |
| r               | = | reto                                  |
| ra              | = | resíduo alimentar                     |
| tm              | = | túbulos de Malpighi                   |
| v               | = | ventrículo                            |
| vc              | = | válvula cardíaca                      |
| vp              | = | válvula pilórica                      |
| vr              | = | válvula retal                         |

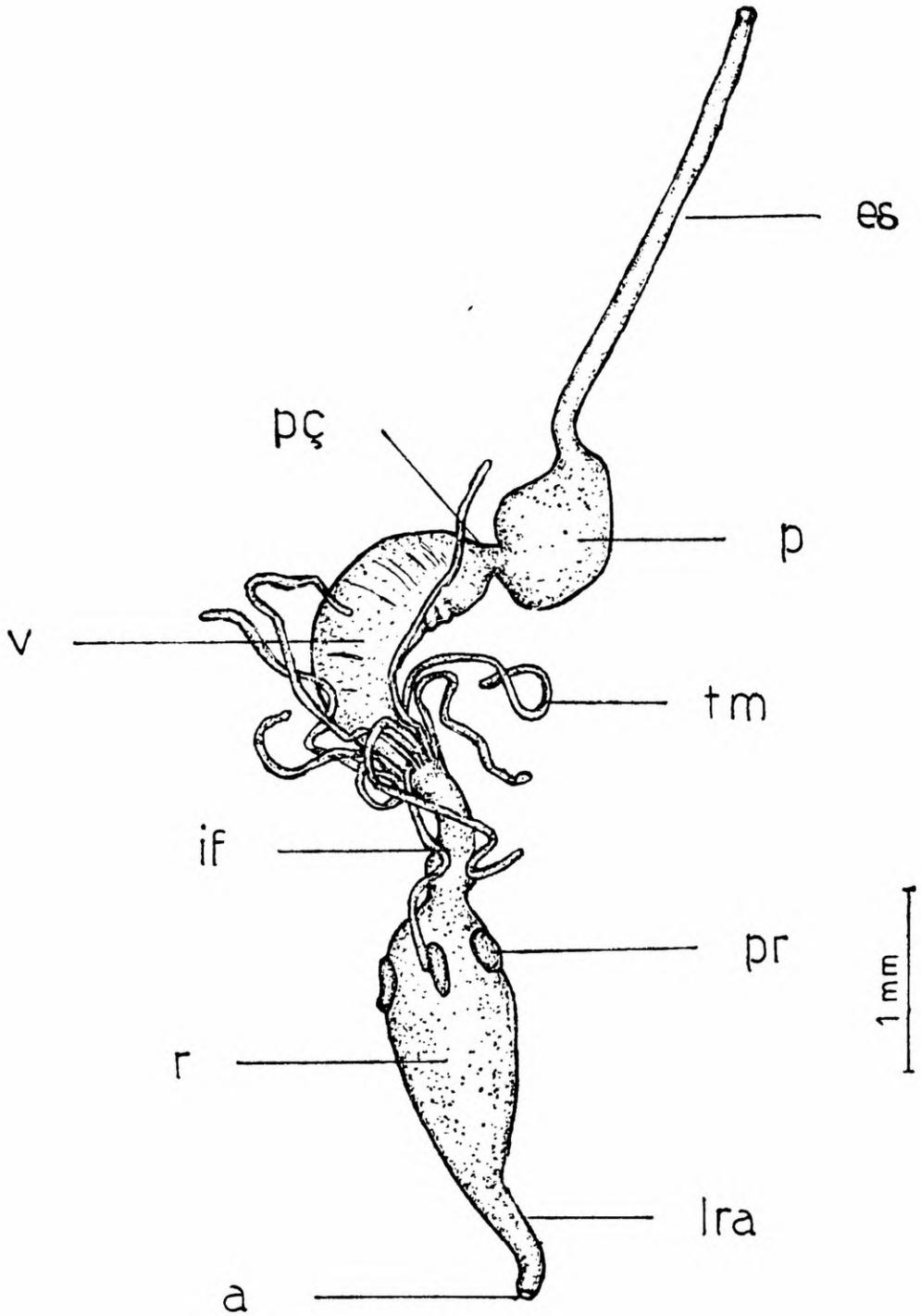


Fig. 1. Trato digestivo de operária de *Protopolybia exigua exigua*.

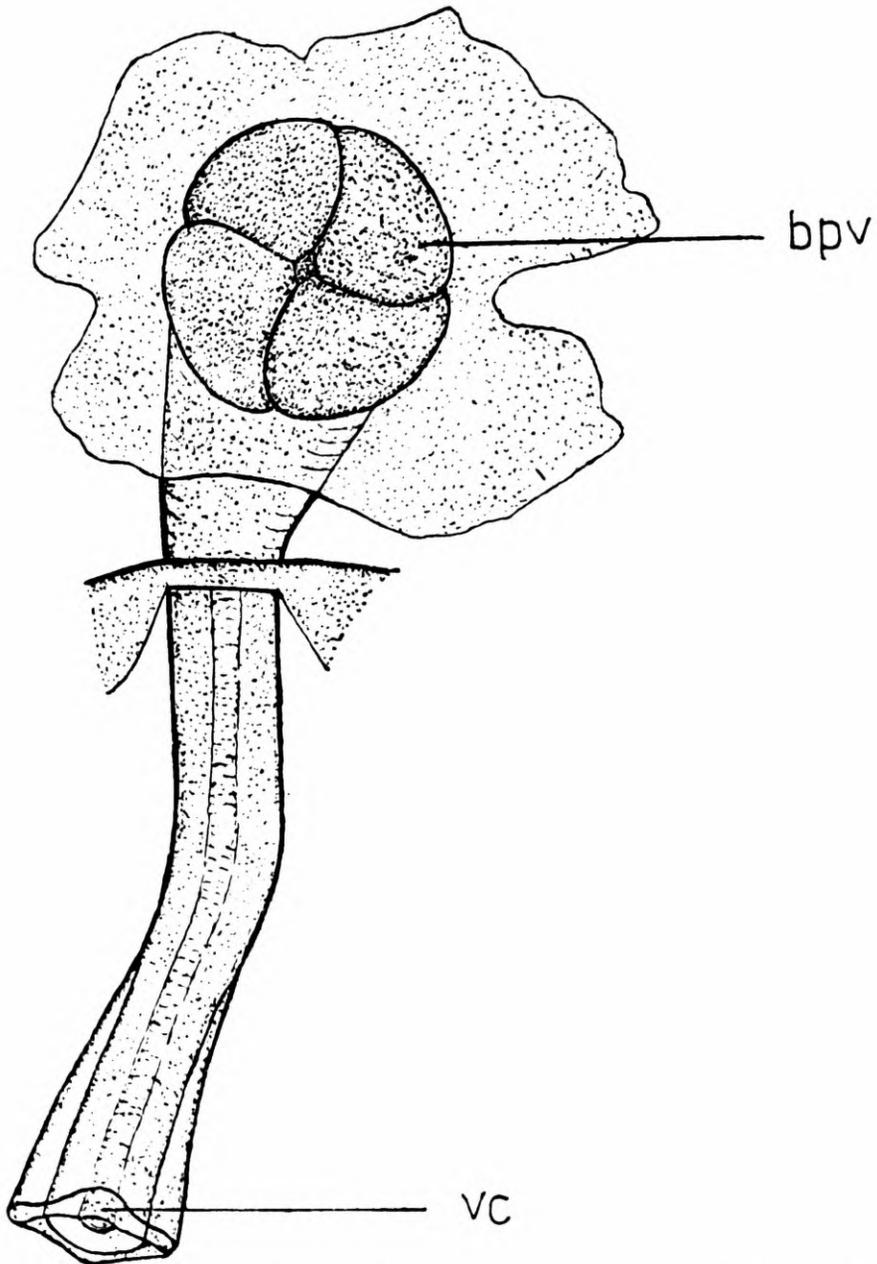


Fig. 2. Proventriculo de *Protopolybia exigua exigua* mostrando em detalhe o bulbo e a válvula cardíaca.

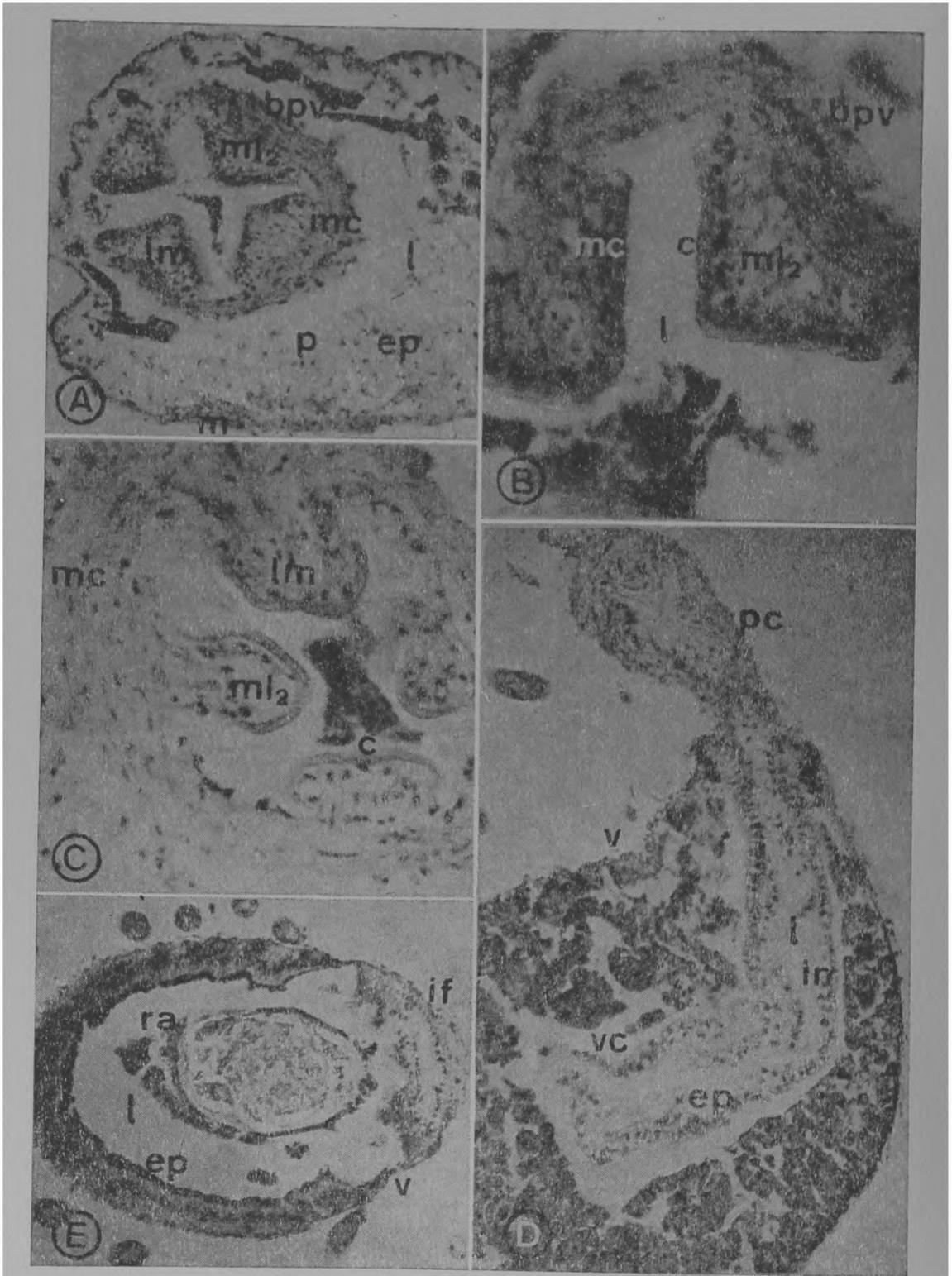
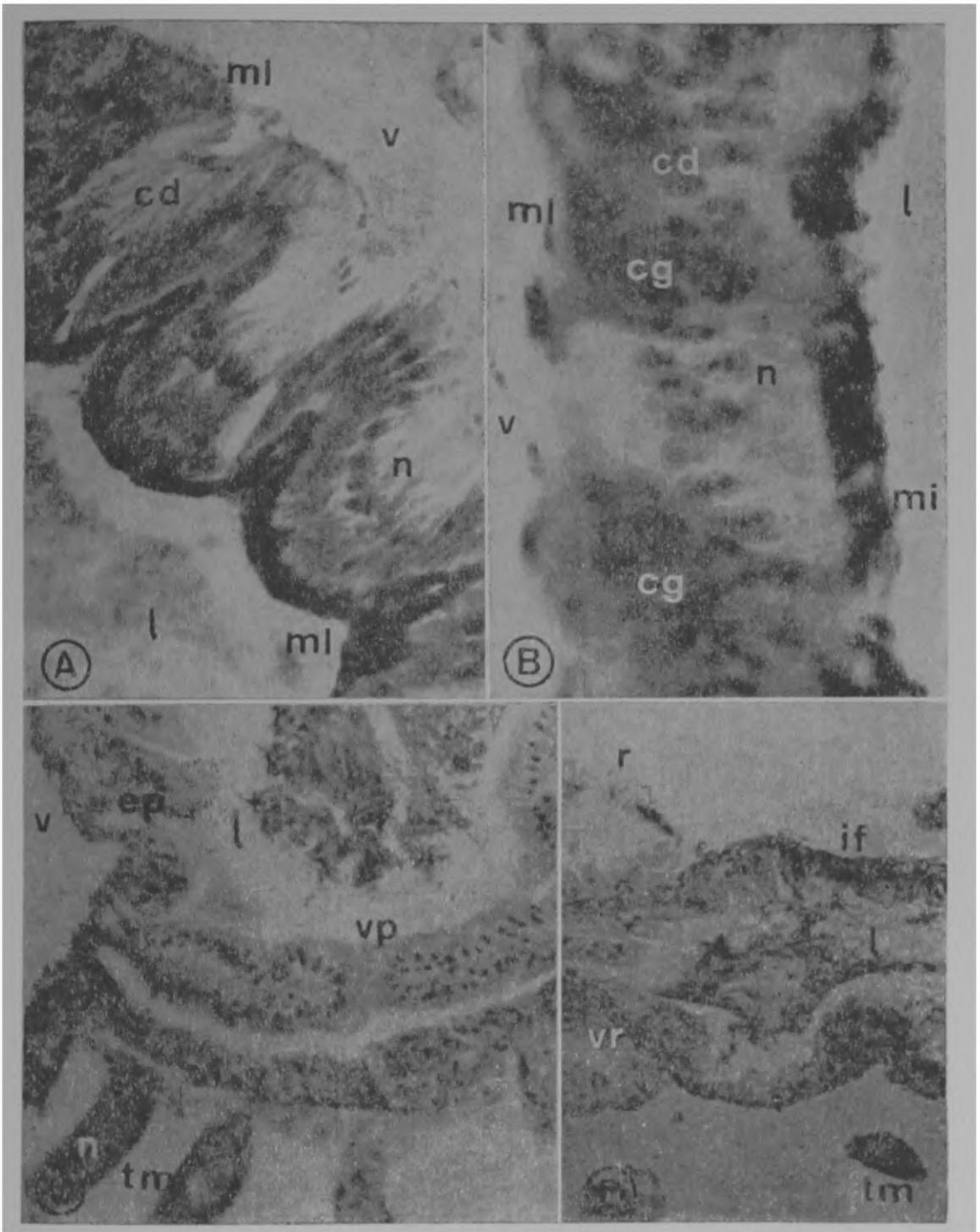


Fig. 3A, corte transversal do papo e do bulbo do proventriculo. O papo tem o epitélio muito dobrado e a musculatura mais evidente em alguns pontos. O bulbo do proventriculo mostra a musculatura circular muito desenvolvida, os lábios móveis e suas musculaturas. 220 x; fig. 3B, detalhe do bulbo da figura anterior que mostra a intensa quitinização do bordo do lábio móvel. 550 x; fig. 3C, corte transversal da região proximal do pescoço do proventriculo. Observa-se que os aspectos histológicos do bulbo praticamente continuam inalterados aqui. 550 x; fig. 3D, corte oblíquo do pescoço do proventriculo e longitudinal do ventriculo. No interior deste, vê-se a válvula cardíaca muito longa e revestida internamente por uma íntima delgada. 170 x; fig. 3E, corte transversal do ventriculo e sagital da porção inicial do intestino fino. É mostrado também o aspecto compacto dos resíduos alimentares no interior do ventriculo. 220 x.



**Fig. 4A**, detalhe do ventrículo em corte longitudinal onde é mostrado o aspecto ondulado do epitélio. As células digestivas têm microvilosidades muito grandes. 550 x; **fig. 4B**, epitélio ventricular mostrado em maior aumento onde são vistos grupos de células generativas na base das células digestivas. 1360 x; **fig. 4C**, corte longitudinal na região da válvula pilórica e de desembocadura dos túbulos de Malpighi. 550 x; **fig. 4D**, região de passagem do intestino fino para o reto com a válvula retal. No lúmen do intestino fino notam-se restos de alimento. 340 x.

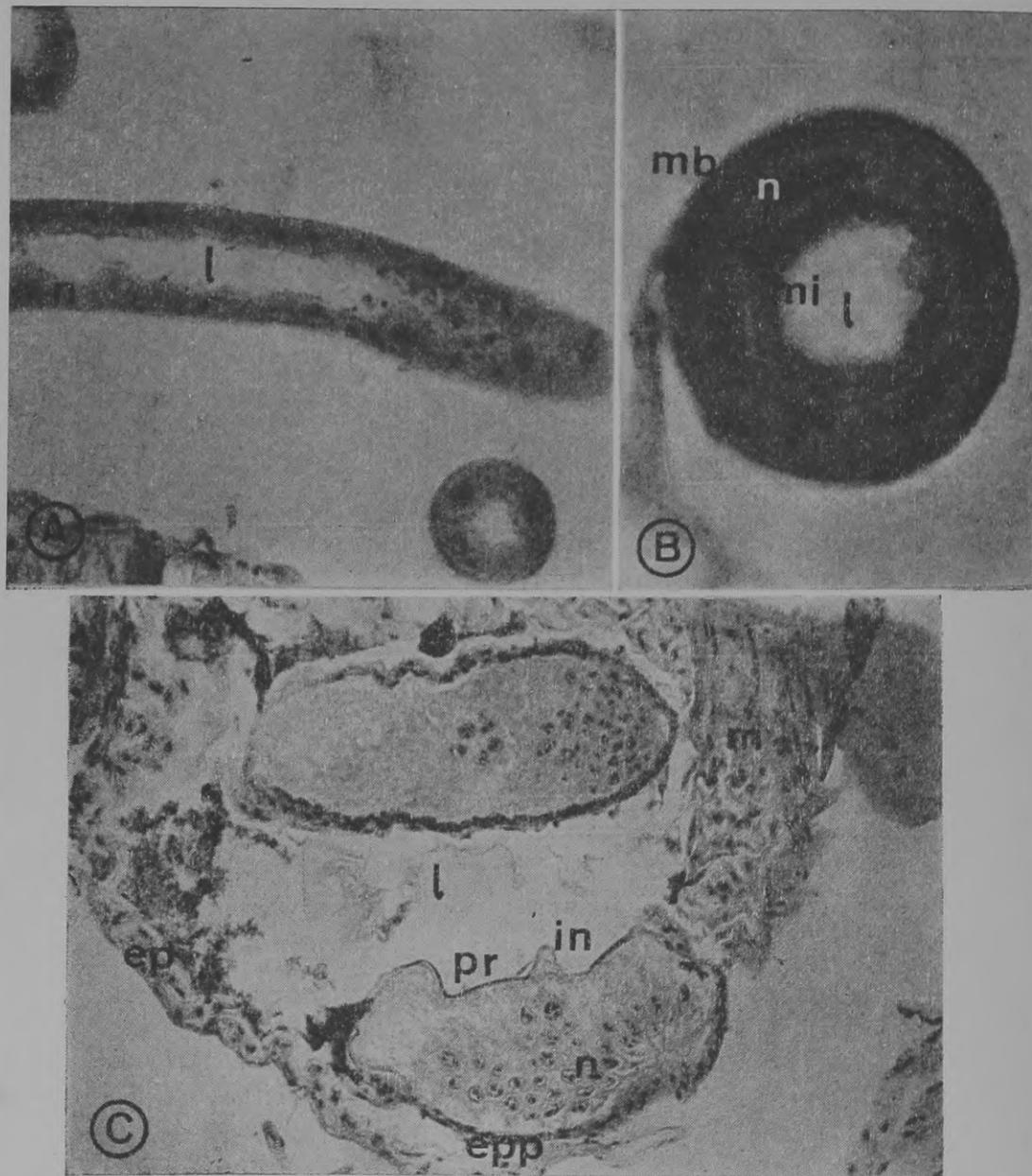


Fig. 5A, corte longitudinal que mostra o grande espaço do lúmen de um túbulo de Malpighi. 560 x; fig. 5B, túbulo de Malpighi em secção transversal. As células que compõem o túbulo, têm microvilosidades bem desenvolvidas, núcleo alongado com nucléolos bem evidentes. A membrana basal é bem conspícua. 1800 x; fig. 5C, reto e papilas em corte transversal. Nas papilas aparecem a íntima voltada para o lúmen do reto. Na parede do reto junto à papila, está o epitélio basal da papila. 290 x.



