

**“ANATOMIA DO APARELHO EXCRETOR DE GLOSSOSCOLEX  
PAULISTUS MICHAELSEN, 1926 (OLIGOCHAETA,  
GLOSSOSCOLECIDAE)”**

**Nelson Buck**

Departamento de Zoologia — Instituto de Biociências.  
UNESP — Campus de Rio Claro, Estado de São Paulo — Brasil.

(Recebido em 25.10.1979)

**RESUMO**

O aparelho excretor de *Glossoscolex paulistus* (Oligochaeta, Glossoscolecidae) é estudado pela sua topografia, morfologia e percurso do duto nefridial. Os nefridios posclitellares são semelhantes entre si do segmento XXX para trás; para a frente tornam-se sucessivamente maiores e mais complexos. Entre nefróstoma e nefridióporo reconheceram-se 12 regiões no duto nefridial, diferenciadas pela organização, respostas à fosfatase alcalina de Gomori e topografia. Não há relação entre o tamanho dos nefridios e dos funis nefridiais. Nos nefridios de X e posteriores, encontram-se dilatações ampuliformes (glomérulos), com possível função excretora, entre os ramos dos vasos sanguíneos aferentes e eferentes.

**ABSTRACT**

The location and morphology of the excretory organs of *Glossoscolex paulistus* were studied, with special attention to the pathway of the canal in the nephridial loops. The post-clitellar nephridia from segment XXX backwards are similar to each other; from here to segment III they become successively larger and more complex. On the nephridial intercellular duct twelve regions are recognized between the nephrostome and nephridiopore. The regions differ in organization, topography, and intensity of reaction to alkaline phosphatase. There is no relation between the size of the nephridia and of the nephridiostome. Ampuliform dilatations (“glomeruli”), between the afferent and efferent nephridial capillaries, occur only in nephridia from segment X and backwards. A possible function of these “glomeruli” as filters is suggested.

**INTRODUÇÃO**

Desde o último quarto do século passado, numerosos pesquisadores preocuparam-se com os nefridios dos Annelida. A afluência destes estudos deve-se às relações dos nefridios com a cavidade do corpo e consequentemente suas implicações em teorias da origem do celoma.

Os avanços nos conhecimentos dos nefrídios de *Oligochaeta*, posteriores à revisão de Beddard (1895), estão em sua maior parte sintetizados nas monografias de Stephenson (1930: 195) e Stolte (1938: 494), bem como na revisão de Goodrich (1946: 234).

Entre os megadriles (sensu Reynolds & Cook, 1976: 2) são melhores conhecidos os nefrídios das *Megascolecidae* s.l. e das *Lumbricidae*. As primeiras são abundantes na Índia e apresentam grande variabilidade no aparelho excretor. Seus estudos devem-se especialmente a Bahl (1919-1947) que em 1947 sintetizou o que se conhecia sobre a estrutura e função desses órgãos nos *Oligochaeta* e propôs uma classificação morfológica que é seguida até hoje. As *Lumbricidae* são predominantemente européias e constituem a família de *Oligochaeta* mais conhecida pela sua anatomia que, no entanto, é muito homogêneo. Destas, os nefrídios mais conhecidos são os de *Lumbricus terrestris* Lineu, 1758 estudados por numerosos pesquisadores como, Benham (1891), Maziarski (1903), Rosen (1911) e Goodrich (1933). Ainda Cordier (1934) abordou aspectos histofisiológicos e Graszynski (1963, 1965) a ultraestrutura, histoquímica e bioquímica das alças nefridiais desta espécie.

Das demais famílias dos megadriles, os estudos são poucos e via de regra superficiais. Da família *Glossoscolecidae*, apenas a espécie peregrina *Postoscolex corethrurus* (Fr. Muller, 1857) teve seus nefrídios estudados superficialmente por Perrier (1874: 377) e em maiores detalhes por Bahl (1944: 1). Ainda Michaelsen (1897: 372) fez algumas observações em *Tykonus peregrinus* hoje *Glossodrilus peregrinus* (Michaelsen, 1897) e Pickford (1940: 6) encontrou funis múltiplos nos nefrídios de *Thamnodrilus crassus* hoje *Martiodrilus crassus* (Rosa, 1895).

A pobreza de informações sobre a anatomia dos *Glossoscolecidae* e o seu endemismo na Região Neotropical, levou-nos a estudá-los. Escolhemos *Glossoscolex paulistus* Michaelsen, 1926 por ser uma espécie de fácil obtenção e de organização pouco complicada. Propusemo-nos a estudar a anatomia de seu aparelho nefridial, a fim de fornecer subsídios à anatomia comparada e a futuros estudos histo-fisiológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizamos 30 exemplares clitelados de *Glossoscolex paulistus*, coletados nas proximidades de Rio Claro, Estado de São Paulo, em local de solo argiloso, muito úmido e cuja cobertura vegetal é constituída predominantemente por gramíneas.

Os animais coletados foram transportados para o laboratório, envolvidos em pedaços de panos úmidos.

Grupos de até 6 animais foram mantidos em caixotes de madeira de 0,40m x 0,60m x 0,40m de altura, contendo terra do próprio local e conservada a umidade original. A cada 20 dias, mais ou menos, adicionamos à terra fragmentos de esterco de gado, que serviu de alimento. Os animais assim tratados sobreviveram até três meses.

### 1. Anestesia, fixação e dissecação.

Os animais foram anestesiados até completa imobilização segundo três técnicas: 1.º — Resfriamento entre 0-2°C durante 30 minutos. 2.º

— Etanol a 10% em água (Righi, 1966: 11). 3.º — Propileno fenoxetol a 0,5% em água (Johansen & Martin, 1965: 334).

O processo físico do resfriamento foi usado para posterior reação com fosfatase alcalina. Dos processos químicos, o propileno fenoxetol revelou-se o mais eficiente, pois além de ser mais rápido, surtindo efeito em 15 minutos, provocou um melhor relaxamento dos tecidos.

Os animais anestesiados foram fixados de diferentes maneiras, conforme o objetivo: 1.a dicromato acético segundo Bahl (1919: 114) por 18 horas; 2.a acetona P.A. segundo Gomori (1952: 175); 3.a líquido de Allen PFA3 segundo Mclung (1937: 558); 4.a formol 10%.

As disseções foram feitas a partir de uma incisão longitudinal, mediana e dorsal em animais recém-mortos ou conservados. Os nefrídios foram retirados com a menor porção possível dos septos intersegmentares.

## 2. Preparações totais

Para a observação dos tubos nefridiais, os nefrídios foram preparados "in toto" segundo três métodos, como segue: 1.º Paracarmim de Mayer (Lee & Mayer, 1907: 160). Este corante foi empregado no material conservado. Devido a sua rapidez, 10 minutos, este método é vantajoso no estudo comparativo da forma dos nefrídios, ao longo do corpo do animal. Contudo, as imagens dos tubos nefridiais que se obtêm não são tão precisas quanto às resultantes do segundo método; 2.º Fosfatase alcalina, segundo Gomori (1925: 175). Esta reação topoquímica foi feita em nefrídios retirados de animais anestesiados por resfriamento. O controle foi feito segundo dois métodos. 1. O material foi tratado segundo Gomori (1952), porém usando-se solução incubadora sem B — glicerofosfato de sódio; 2. Antes de sofrer a ação do meio incubador completo o material foi aquecido durante 30 minutos a 60°C. 3.º Nankim. Preparações a fresco também feitas após a injeção de tinta nankim Pelikan 17, na cavidade celômica de animais, usando-se seringa hipodérmica com agulha n.º 4. Os nefrídios assim tratados foram retirados do animal por meio de pinças e mantidos vivos em solução fisiológica de Zimmermann & Prosser (1943: 105) para observação da anatomia funcional.

A topografia do sistema capilar nas alças nefridiais foi estudada de acordo com os seguintes métodos:

b.1. — Injeção de carmim-gelatina (McCLung, 1937: 558). Injetamos no vaso dorsal de animais anestesiados, na altura do segmento XIII, utilizando agulha hipodérmica n.º 4. Imediatamente após a injeção os animais foram fixados no líquido de Allen PFA3, segundo McC-Lung (1937: 561). Esta técnica mostrou-se excelente no estudo dos "glomérulos".

b.2 — Digestão em KOH (Costa & Chaves, 1943: 145). Nefrídios fixados e isolados foram submetidos à ação do KOH a 5% por 24 horas. Obtivemos assim a remoção das partes moles do envoltório das alças I e II, o que permitiu observar o arranjo dos capilares sanguíneos e seus "glomérulos". Contudo, esta técnica não permite uma boa visualização dos capilares no interior dos "glomérulos".

## RESULTADOS

Nos trinta exemplares de *Glossoscolex paulistus* estudados, o comprimento do corpo variou de 160-340 mm, em média 210 mm. O diâmetro pré-clitelar variou de 9-12 mm, em média 11 mm e o pós-clitelar de 6-10 mm, com média de 8 mm. O número de segmentos foi de 334-378, em média 356. Externamente, reconhecem-se três regiões distintas pré-clitelar (segmentos I-XIV), clitelar (segmentos XV-XXIII) e pós-clitelar (segmentos XXIV até o último). Em cada segmento, a partir do XIV, há quatro pares de cerdas equatoriais, que se dispõem ao longo do corpo, segundo oito séries longitudinais regulares. Outros dados topográficos e anatômicos encontram-se em Michaelsen (1926: 293) e Righi (1971: 48; 1872a: 19).

Os nefrídios situam-se dos lados do tubo digestivo, presos aos septos intersegmentares e são em número de um par em cada segmento, a partir do terceiro. Percebe-se, à simples observação, que o tamanho dos nefrídios varia acompanhando as variações do diâmetro do corpo. Observa-se, também, que há heterogeneidade não só quanto ao tamanho, mas também quanto à forma dos nefrídios, nas diferentes regiões do corpo.

Ao compararmos estes órgãos, ao longo do corpo do animal, verificamos que do segmento XXX para trás, eles se reparam com o mesmo aspecto. Do segmento XXIX para a frente, nota-se gradativa variação anatômica, que se acentua nos nefrídios dos primeiros segmentos do corpo.

Com o objetivo de simplificar a apresentação e interpretação de nossos estudos, os nefrídios foram agrupados em duas categorias: a — nefrídios da região pós-clitelar. b — nefrídios das regiões clitelar e pré-clitelar.

Iniciamos com o estudo dos nefrídios pós-clitelaes por serem mais numerosos, mais homogêneos e de organização mais simples. Adotamos, para as partes dos nefrídios, a nomenclatura usada por Maziarski (1903) para *Lumbricus terrestris*, com pequenas modificações nossas.

### 1 — Nefrídios pós-clitelaes

Interpretamo-los como os nefrídios típicos de *Glossoscolex paulistus* por serem os mais numerosos. Constituem-se de órgãos alongados, dispostos perpendicularmente ao plano sagital mediano do animal e presos à superfície posterior de cada septo intersegmentar. Ocupam a parte da cavidade geral, situada entre a parede do corpo e o intestino (Fig. 1).

Cada nefrídio é formado essencialmente por um "funil" ciliado, aberto na cavidade do corpo, que continua por um duto nefridial longo e complexo, desembocando em um reservatório ou bexiga, a qual se abre na superfície do corpo no nefridióporo, entre a linha de cerdas b e c. O "funil" é sempre pré-septal e a restante, maior porção do nefrídio, é pós-septal e sustentada por lâminas conjuntivo-musculares. O duto nefridial em suas circunvoluções é envolvido por tecido conjuntivo e epitelial e resolve-se em três alças principais I, II e III (Figs. 1

e 2). Cada órgão pode medir até doze milímetros de comprimento, de uma extremidade à outra da alça III (bexiga). Corresponde ao tipo denominado por Bahl (1947: 112) de holonefrídio aberto (exonefrídio).

O "funil" (Fig. 2,f) consiste essencialmente de uma estrutura piriforme que segue por um "canal primário" delgado (cpr), o qual transpõe o septo (s) e após breve percurso penetra na alça I.

A alça I é a mais curta das três e a única formada de dois ramos, que chamamos "ramo aferente" (ra I) é "ramo eferente" (re I), ligados entre si por uma fina lâmina epitélio-conjuntiva. Seus nomes advêm do sentido do percurso do duto nefridial. Esta alça ocupa, topograficamente, uma posição mais interna em relação às alças II e III (Figs. 1,I). Do segmento XXX para trás, os dois ramos da alça I são mais ou menos retilíneos. Do XXIX para frente, começam a diferenciar-se sinuosidades, as alças subsidiárias, que trataremos com os nefrídios clitelares e pré-clitелares, por ser onde melhor se evidenciam.

A alça II é mais longa do que a primeira e topograficamente, a de posição mediana (Fig. 1, II). A alça III, ou bexiga do nefrídio (Figs. 1-2, III) é a parte de posição mais externa, isto é, parietal, e constitui uma vesícula onde há armazenamento de urina. Comunica-se através de um curto "canal terminal" (Figs. 1-2,ct) com o nefridióporo (Figs. 1,np).

Na descrição que se segue, denominamos "extremidade proximal" (epr) a região próxima a confluência das três alças.

#### a. Funil

O "funil" (Fig. 1,f) é a parte mais ventral e anterior do nefrídio, localizando-se pouco lateral e superiormente à cadeia nervosa ventral (cnv) e sempre pré-septal. É piriforme e achatado, medindo de comprimento 600 - 900  $\mu\text{m}$ , em média 650  $\mu\text{m}$ . O diâmetro maior é muito uniforme, medindo aproximadamente 210  $\mu\text{m}$ , podendo variar 10  $\mu\text{m}$  para menos ou para mais. Sua abertura na cavidade geral, o "nefróstoma", é circundada por dois lábios, um superior e outro inferior (Fig. 3). O "lábio superior" (ls) é ciliado e em forma de ferradura, com as extremidades voltadas para dentro. O "lábio inferior" (li) é semi-circular, muito menor do que o superior e com a forma de pequena lâmina transversal. Um grande número de celomócitos (cel) está sempre presente, aglomerado na entrada do "funil" e entre os cílios do "lábio superior".

Foram tomadas medidas dos animais estudados, quanto à altura e à largura máximas do "nefróstoma" ao longo da região pós-clitelar, com a finalidade de obter a ordem de grandeza de sua abertura na cavidade geral. A altura foi medida na reta que passa pelo "lábio inferior" e pelo ponto mais distante do "lábio superior". A largura foi tomada no maior diâmetro à altura. A altura variou de 122 a 127  $\mu\text{m}$ , com média de 124  $\mu\text{m}$  e a largura de 165-175  $\mu\text{m}$ , com média de 170  $\mu\text{m}$ .

Já por transparência, verifica-se que o "nefróstoma" prolonga-se no inferior do "funil" nefridial por um cone curto, de luz ciliada. Este segue-se por um canal central, também ciliado, que denominamos "canal primário" (cpr). Após o "funil", o "canal primário" continua como

um tubo com diâmetro externo de 40  $\mu\text{m}$ , que transpõe o septo e após breve percurso penetra no ramo aferente da alça I (Fig. 2, raI), situada no segmento posterior.

### b. Alça I

Os dois ramos da alça I apresentaram diâmetro externo uniforme, cuja média girou em torno de 160  $\mu\text{m}$ . As medidas variaram entre 100 - 279  $\mu\text{m}$ . As medidas de comprimento da alça foram tomadas do ponto proximal em que ela recebe o "canal primário", até sua extremidade mais distal. As medidas foram tomadas ao longo de toda a região pós-clitelar, adotando-se sempre os mesmos pontos de referência. Não foram computadas as voltas descritas pelas alças subsidiárias, que existem na alça I dos nefridios dos segmentos XXIV a XXIX. Verificamos que do segmento XXI para trás, o comprimento dessa alça diminui gradativamente. Ela atingiu 3.100  $\mu\text{m}$  no segmento XXIX e 2.000  $\mu\text{m}$  no CCCXXX; o comprimento médio foi de 2.300  $\mu\text{m}$ .

O "canal primário" (Fig. 2, cpr) penetra na alça I pouco após o septo intersegmentar e altera seu aspecto bruscamente. Sua parede, que era lisa, apresenta agora inúmeras evaginações em forma de dedos de luva, dispostas irregularmente, cujo diâmetro varia ao redor de 30  $\mu\text{m}$ . Este trecho do duto nefridial, que designamos "canal lobado" (Figs. 2, 4 e 5, cl), percorre toda a extensão do ramo aferente da alça I. A cavidade central do canal tem diâmetro mais ou menos constante, em torno de 40  $\mu\text{m}$  e ele descreve uma trajetória helicoidal irregular, em torno de outro trecho do duto nefridial, que foi denominado "canal claro" (cc). O "canal lobado" apresenta forte positividade para a fosfatase alcalina, corando-se em preto. Contrasta muito com o "canal claro", que apresenta fraca reação àquela enzima, e daí o seu nome. Este é largo e transparente, com luz regular e uniforme, cujo diâmetro é de 60  $\mu\text{m}$ . No primeiro terço do ramo aferente da alça I, o "canal lobado" muda repentinamente suas características morfológicas. Desaparecem as projeções laterais e o duto assume aparência cilíndrica com calibre homogêneo em torno de 50  $\mu\text{m}$ , enquanto a conformação sinuosa e espiralada torna-se mais acentuada. Esta porção do tubo nefridial, que denominamos de "primeiro segmento contornado" (Fig. 2, tcI), percorre o ramo aferente da alça I e, ao deixá-lo, penetra na alça II. Ele também é Gomori-positivo (Figs. 4-5, tcI).

### c. Alça II

As medidas de comprimento da alça II, ao longo da região pós-clitelar também decrescem antero-posteriormente. Atingem 4.400  $\mu\text{m}$  em XXIX, a 3.800  $\mu\text{m}$  em CCCXXX, com média de 4.000  $\mu\text{m}$ . O diâmetro externo varia de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , atingindo em média 160  $\mu\text{m}$ .

Na alça II, o duto nefridial modifica bruscamente seu aspecto. O "primeiro segmento contornado" continua nesta alça por um tubo mais ou menos retilíneo, com cerca de 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Esta porção, que designamos de "segmento delgado" percorre a alça II até a extremidade distal e retorna ao seu ponto de origem, em sentido inverso. Denominamos a primeira parte de "segmento delgado" do ramo aferent

(Fig. 2, sda) e a segunda de ramo eferente (sde). O ramo eferente ocupa, na alça, uma posição mais interna que a do aferente. Os dois ramos são bem uniformes em diâmetro e conformação, correndo um paralelo ao outro e ambos apresentam fraca reação para a fosfatase alcalina (Figs. 6 e 7; sda, sde). O ramo eferente, ao atingir a extremidade proximal da alça II, muda bruscamente de aspecto, constituindo o "segundo segmento contornado".

O "segundo segmento contornado" (Figs. 2 e 7: tcII) mede cerca de 50  $\mu\text{m}$  de diâmetro e percorre toda a extensão da mesma alça II, até sua extremidade distal, descrevendo uma trajetória helicoidal irregular ao redor do trecho seguinte do duto nefridial, o "tubo ciliar". O "tubo ciliar" (Fig. 2 e 7, tci), inicia-se na extremidade distal da alça II como continuação do "segundo segmento contornado" e segue mais ou menos retilíneo até a região proximal da alça. Como seu nome diz, apresenta forte ciliação e é um pouco mais largo do que o trecho anterior do duto nefridial, com diâmetro em torno de 60  $\mu\text{m}$ . O duto nefridial penetra novamente na alça I e a percorre inteiramente, nos dois ramos. A parte do canal situada no ramo aferente da alça I, é a que referimos anteriormente como "canal claro" (Figs. 2 e 5, cc). Este canal é mais ou menos retilíneo e seu diâmetro de 60  $\mu\text{m}$ , como vimos. Ele continua no ramo eferente da alça, como um canal de aproximadamente 75  $\mu\text{m}$  de diâmetro, que nas preparações a fresco, é a parte do luto que se nota primeiro por apresentar pigmentação castanho-escura. A pigmentação distribui-se segundo um gradiente, que aumenta em direção à confluência das duas alças. Devido à pigmentação, chamamos esta região do duto de "canal pigmentado" (Fig. 2, cpg). A continuação deste canal emerge na extremidade proximal da alça I e forma o "canal intermediário" (ci), com aspecto ligeiramente contornado, unindo o conjunto das alças I e II à alça III (bexiga). Sua comunicação com a extremidade proximal da alça III faz-se através de uma pequena vesícula (ve).

O diâmetro externo do canal intermediário varia de 65-95  $\mu\text{m}$  com média de 85  $\mu\text{m}$  e o comprimento é bastante uniforme, em torno de 90  $\mu\text{m}$ .

### 1. Alça III

Deixamos de apresentar as medidas da alça III, porque estas variaram muito de acordo com o conteúdo de líquido em seu interior, pois nunca são inferiores a 4.500  $\mu\text{m}$  de comprimento por 600  $\mu\text{m}$  de diâmetro mediano.

É formada pela bexiga, que é a sua maior porção, e o "canal terminal", que se abre na superfície do corpo. A bexiga tem a forma de um tubo arqueado, cuja curvatura acompanha a da parede de corpo (Fig. III).

Sua extremidade proximal (epr), assim como nas outras alças, em posição ventral. Dispõe-se paralelamente e logo após o septo intersegmentar, ligando-se a ele por numerosas lâminas conjuntivo-musculares. De sua face convexa, parietal, emerge o curto "canal terminal" (Fig. 1 e 2, ct), que a comunica ao exterior pelo nefridióporo (Fig. 1, np).

Em preparações a fresco, nota-se que a maior parte da bexiga é ansparente, devido à pequena espessura de sua parede. Nas duas ex-

tremidades, correspondendo a cerca de 1/4 do total da alça III, esta tem aspecto opaco, devido a maior espessura de suas paredes. Nestas duas regiões, a superfície externa é rugosa e percorrida por numerosos sulcos irregulares e pouco profundos. Nos 3/4 medianos a superfície é lisa, podendo ocorrer dobras irregulares.

#### e. Vascularização

Uma das características notadas à primeira vista nos nefrídios, é sua riqueza em vasos sanguíneos (Fig. 8 e 9, v). Estes vasos formam extensa rede capilar, que percorre todas as partes do órgão, concentrando-se particularmente, na região proximal das alças.

Em nefrídios totais, de material previamente injetado com carmim-gelatina e parcialmente digerido pelo KOH, nota-se a existência de um arranjo dicotômico dos capilares (ca) com uma via aferente, de calibre menor, e outra eferente, com diâmetro maior. Os capilares aferentes provêm do Vaso Nefridial Aferente que é uma das ramificações do Vaso Ventro-tegumentar. Os capilares eferentes reúnem-se no Vaso Nefridial Eferente que pertence ao sistema dos Vasos Comissural e Septo-intestinal. Estas observações confirmam os achados de Righi (1972a: 21 e 23, fig. 1). As ligações das vias aferente e eferente são feitas através de "glomérulos" ou de delgadas alças capilares. Denominamos "glomérulos" a pequenas dilatações, arredondadas ou ovóides (Figs. 8 e 9, g, g'), que contém em seu interior um fino novelo capilar. Existe maior concentração de "glomérulos" na região proximal das alças I e II, predominando particularmente na alça I. Seu número diminui gradativamente na direção distal desta alça.

A parede da alça III, em sua região proximal, apresenta "glomérulos", mas nas partes em que ela é mais delgada, existem apenas alças capilares (ac), fazendo a ligação entre as duas vias sanguíneas. Observa-se na parede da alça III a transição do tipo mais esférico de glomérulo (g), para um tipo alongado (g'), menor (Fig. 9).

## 2 — Nefrídios clitelares e pré-clitелares

### a. Funil

O "funil" mantém-se em posição pré-septal nos segmentos onde existe um septo contínuo, característica esta que desaparece do segmento VI para a frente. Nos segmentos anteriores, até o VI, os nefrídios situam-se entre espessas faixas musculares, que deixam entre si numerosos espaços vazios, resultando uma cavidade geral irregular e contínua. Estas faixas musculares são responsáveis pela movimentação da massa faríngea.

Dos segmentos posteriores até o XX, o "funil" mantém o mesmo aspecto que foi descrito para os segmentos pós-clitелares. Deste segmento para a frente, os "funis" estão, sucessivamente mais afastados das alças nefridiais e sua forma difere da observada anteriormente. O afastamento relaciona-se com o alongamento sucessivo da parte pós-septal do "canal primário" (Fig. 17-22, cpr). Este canal percorre agora



grande parte da cavidade do corpo, mais ou menos paralelamente ao "canal terminal" (ct), que também se torna cada vez mais longo. A forma diferente do "funil" acentua-se nos segmentos mais anteriores, notadamente entre III e X (Fig. 10). O aspecto piriforme dá lugar gradativamente a uma estrutura alongada, chegando ao ponto de não se perceber, na região pré-septal, o limite com o tubo do "canal primário". Além disso, o "funil" e o "canal primário" que tinham seção circular, tornam-se achatados, chegando, quando muito alongados, a adquirirem o aspecto de uma fita. A única característica mantida do órgão típico da região pós-clitelar é a existência do "nefróstoma" bilabiado. O comprimento do "funil" desta região varia de 650  $\mu\text{m}$  a 1.500  $\mu\text{m}$ , sendo sucessivamente maior a partir do último segmento clitelar (XXIII) para a frente, até o segmento VI. Deste segmento para a frente, o tamanho do "funil" decresce, atingindo 1.200  $\mu\text{m}$  no segmento III. A média de comprimento dos "funis" desta região situa-se por volta de 1.000  $\mu\text{m}$ . Quanto a seu diâmetro transversal maior, mantém-se mais ou menos constante em torno de 210  $\mu\text{m}$ . As medidas de altura e diâmetro máximos do nefróstoma são as mesmas encontradas nos nefrídios pós-clitelaes.

#### b. Alça I

A alça I destes nefrídios apresenta um comprimento mínimo de 2.200  $\mu\text{m}$  no último segmento clitelar (XXIII), e aumenta para a frente, atingindo o máximo de 4.200  $\mu\text{m}$  no segmento III. A média de comprimento é de 2.800  $\mu\text{m}$ . O diâmetro externo também varia, apresentando um mínimo de 150  $\mu\text{m}$  e um máximo de 280  $\mu\text{m}$  a média é de 200  $\mu\text{m}$ . Os maiores diâmetros correspondem aos maiores comprimentos.

A partir do segmento XXIX para diante, diferenciam-se, sucessivamente, alças subsidiárias, uma curvatura constante de um dos ramos de uma alça principal. Esta curvatura é de início sutil, até que se caracteriza uma sinuosidade, com uma volta completa do ramo da alça principal sobre si mesma. Isto, logicamente, implica num aumento de superfície da alça principal. Em *Glossoscolex paulistus* as alças subsidiárias diferenciam-se apenas na alça I. A primeira alça subsidiária, que se esboça no ramo aferente dos nefrídios do segmento XXIX (Fig. 11, 1), já está bem demarcada nos de XXVIII (Fig. 12, 1). No segmento XXVI, surge bruscamente a segunda alça subsidiária (Fig. 13, 2). Em XXIII observam-se as duas alças subsidiárias e o esboço de uma terceira (Fig. 14, 3); esta aparece definida em XXII, juntamente com uma quarta alça incipiente, que começa a se esboçar no ramo eferente da mesma alça I (Fig. 15, 4). Esta quarta alça subsidiária está bem delineada nos nefrídios do segmento XX (Fig. 16, 4). Até os nefrídios do segmento XX, a alça I e suas subsidiárias estão mais ou menos distendidas. Desta região para frente elas estão cada vez mais enoveladas e unidas entre si por um tecido conjuntivo frouxo e pelo epitélio celômico. O conjunto, formado pela alça principal mais as subsidiárias, apresenta agora um aspecto helicoidal, que pode ser visto nos nefrídios da região anterior do corpo, tais como os do segmento XVIII (Fig. 17).

No segmento XIV, surge mais uma alça subsidiária (Fig. 19, 5) no ramo eferente da alça I, totalizando cinco. Este número permanece até o segmento VI, onde surge a sexta alça subsidiária também no ramo eferente (Fig. 22, 6). As alças I e II dos nefrídios dos segmentos III e VI são extremamente enoveladas, mas podemos distinguir neles as seis alças subsidiárias da alça I, número máximo que ocorre (Figs. 22-24: 1, 6). A presença de alças subsidiárias e o seu enovelamento modificam a alça I, tanto em aspecto como em comprimento e, logicamente, em superfície. Ainda em nosso material, o aumento de superfície dado pelas alças subsidiárias na alça I coincide com uma maior extensão da parte Gomori-positiva do canal nefridial.

### c. Alça II

Como a alça I, a II torna-se mais longa no sentido pósterio-anterior. Ela mede 4.000  $\mu\text{m}$  no segmento XXIII e 5.200  $\mu\text{m}$  no III, em média atinge 4.400  $\mu\text{m}$ . O diâmetro é bastante uniforme, variando em torno de 200  $\mu\text{m}$ . Não há variação anatômica notável, apresentando sinuosidades que não se repetem regularmente em segmentos correspondentes de exemplares diferentes.

### d. Canal intermediário

O "canal intermediário", que faz a ligação do "canal pigmentado" à alça III, é um tubo que, do último segmento clitelar para a frente, torna-se gradativamente mais longo e sinuoso (Figs. 14-24, ci). Ele alcança o comprimento máximo no segmento IV (Fig. 23) e torna-se pouco mais curto em III (Fig. 24). Nos segmentos XIV-III o canal tem o aspecto de uma massa enovelada que se dispõe ao lado da face côncava da alça III. Seu diâmetro em cada nefrídio é uniforme em toda a extensão, porém torna-se pouco maior quanto mais anterior o nefrídio, alcançando, no segmento III, 200  $\mu\text{m}$ .

Até o segmento XV, a ligação do "canal intermediário" com a alça III situa-se na extremidade proximal da mesma, em posição apical (Fig. 18, ci). A partir de XIV para diante, a ligação torna-se gradativamente medial (Figs. 19, 20 e 21, ci) e depois sub-apical na extremidade distal, permanecendo nesta posição do segmento VI para a frente (Figs. 22, 23 e 24).

A parede do "canal intermediário" é pouco transparente, não sendo possível observar sua luz em comparações totais.

### e. Alça III

A alça III mantém seu aspecto comum aos nefrídios pós-clitелares, até a altura do segmento XXI, começando a modificar-se do segmento XX para a frente. A maior parte da cavidade geral nos segmentos XVII-XXI é ocupado por um par de volumosas câmaras copulatórias, o que obriga os nefrídios a situarem-se mais afastados da parede do corpo. O afastamento é maior nos segmentos XVII a XX, onde as câmaras são mais espessas. Associado à presença das câmaras copulatórias, o "canal terminal" (Fig. 16, ct), unindo a alça III ao nefrídioro, torna-se mais

longo em comparação com o dos nefrídios posteriores. Nestes segmentos, a alça III é mais estreita na região mediana que se apõe à câmara copulatória e volumosa nas extremidades, mais na extremidade ectal (Figs. 16 e 17, III). Também o tamanho da alça III destes nefrídios é menor que nos demais segmentos, pois o espaço disponível é reduzido. Em todos os nefrídios clitelares, esta alça é geralmente menor do que a correspondente dos nefrídios anteriores e posteriores. Suas paredes são sempre mais espessas, fato que se percebe à primeira vista, por não serem transparentes como as dos nefrídios pós-clitелares. Ainda nos segmentos desta região, a alça III situa-se mais próxima dos septos intersegmentares. No segmento XV, a alça III volta a ocupar uma posição mais próxima da parede do corpo, o que determina o encurtamento do "canal terminal" (Fig. 18, ct).

Entre XII e XV encontram-se as vesículas seminais e glândulas calcíferas, que, ao lado do tubo digestivo, ocupam a quase totalidade do espaço da cavidade geral. Nos nefrídios desta região, as alças III estão novamente afastadas da parede do corpo. Apresentam um típica forma de clava, que se mantém daí para a frente. O "canal terminal", que era sub-apical na região proximal da alça III (Fig. 17, ct), torna-se apical (Figs. 19-24, ct).

O nefrídio de XI dispõe-se sob o lobo da extremidade anterior da vesícula seminal e prende-se ao último septo espessado, o 10/11. Deste modo, o nefrídio fica comprimido pela vesícula, contra o septo e o intestino. Sua alça III é pouco volumosa e o "canal terminal", mais curto que o do nefrídio anterior, corre paralelo ao saco testicular, até alcançar a parede do corpo.

Os septos 6/7 — 10/11 são muito espessos, musculosos e com a forma de cones interpenetrados, deixando pouco espaço entre eles, nos segmentos VII-X. Como consequência, a maior parte dos nefrídios desses segmentos ocupa posição mais dorsal do que nos demais. As extremidades distais das alças III destes nefrídios cruzam no lado dorsal, com as do lado oposto, ultrapassando a linha média do corpo. Os nefrídios do segmento X são os mais dorsais de todos. Nesta região do corpo, as alças nefridiais apresentam aspecto laminar devido a compressão exercida pelos septos, e o "canal terminal" é muito longo, atingindo cerca de 2.000  $\mu\text{m}$  (Fig. 21, ct).

Os nefrídios anteriores ao segmento VII já não estão comprimidos entre septos. Eles são um pouco mais ventro-laterais que os do trecho anteriormente descrito e suas alças III são recurvadas em forma de um "C", com as alças I e II no interior da curvatura (Figs. 22-24). O extenso "canal terminal" está presente, embora um pouco mais curto que o dos nefrídios de VII a X.

#### f. Vascularização

A irrigação dos nefrídios das regiões clitelar e pré-clitelar é feita pelos mesmos vasos da região pós-clitelar. Os "glomérulos" dos capilares nefridiais são constantes até o segmento X, faltando completamente nos nefrídios anteriores. De IX para a frente, ocorrem apenas alças capilares ligando as vias sanguíneas aferente e eferente.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os nefrídios de *Glossoscolex paulistus* são todos do mesmo tipo, embora sofram variações anatômicas ao longo do corpo.

A primeira parte do nefrídio objeto de nossos estudos é o "funil" cujo nefróstoma possui um lábio superior formado de células altas cilíadas, que correspondem às células marginais dos nefróstomas de *Lumbricus terrestris* (Benham, 1891: 295; Goodrich, 1933: 170), *L. agricola* (Rosen, 1911: 141), *Allolobophora caliginosa* (El Duweini, 1940: 118) *Lampito mauritti* (Bahl, 1924: 75), *Hoplochaetella bifoveata* (Bahl 1942: 442) e *Martiodrilus crassus* (Pickford, 1940: 2). O lábio inferior não é ciliado. Neste particular, *G. paulistus* e as espécies acima diferem de *Tonoscolex depressus*, *T. montanus* e *T. birmanicus*, cujo lábio inferior do nefróstoma é ciliado (Bahl, 1941: 455, fig. 7).

Segundo Bahl (1947: 114), ao diâmetro do corpo do animal corresponde o tamanho do nefrídio, mas o nefróstoma não pode crescer na mesma proporção que o restante do órgão, pois a abertura para o celoma tem um limite, além do qual perde sua eficiência como filtro. Daí, explica ele, o aparecimento de funis múltiplos em nefrídios de grandes dimensões, que podem ser todos funcionais na excreção, como em *Martiodrilus crassus*, ou vestigiais como em *Hoplochaetella bifoveata* (Bahl, 1942: 452 e 455) e *Lampito mauritti* (Bahl, 1924: 77), onde teriam apenas a função de agitar o líquido celomático com seus movimentos ciliares.

As pequenas variações nas dimensões da abertura do "funil" de *Glossoscolex paulistus* parecem confirmar a idéia de que o nefróstoma não pode ultrapassar determinados limites de dimensões. Contudo, a relação tamanho do nefrídio e número de funis preconizada por Bahl não existe em *G. Paulistus*, pois seus nefrídios anteriores são muito maiores que os pós-clitelaes e não ocorre, em nenhum deles, a subdivisão do funil.

O papel do funil nefridial na eliminação de partículas do líquido celomático foi estudado por Willen & Minne (1900). Em suas pesquisas com *Lumbricus terrestris* L. estes autores concluíram que mesmo partículas finas são rejeitadas pelo funil; contudo eles não informaram sobre o tamanho e a natureza destas partículas. Posteriormente Cordier (1934: 457), trabalhando com a mesma espécie, verificou a penetração através dos funis, de partículas de tinta Nanquim Pelikan 541 com diâmetro ao redor de 1000 Å. Em nosso trabalho verificamos que o funil nefridial de *Glossoscolex paulistus* admite a passagem de partículas de tinta Nanquim Pelikan 17 que, segundo informação do fabricante, tem partículas com diâmetro de 1.200 Å, aproximado do tipo 541, utilizado por Cordier.

Bahl (1944: 115) descreve, em nefrídios pré-clitelaes de *Pontoscolex corethrurus*, um nefróstoma muito largo que permite a passagem de partículas sólidas em suspensão no líquido celomático. Segundo, ele, em virtude deste fato, existe no pescoço delgado do funil, um receptáculo onde estas partículas são decompostas e liquefeitas para depois prosseguirem pelo duto nefridial. Este receptáculo corresponde a uma dilatação do duto. Em *G. paulistus*, a despeito do tamanho dos nefrí-

dios, cujos funis chegam até 1.600  $\mu\text{m}$  de comprimento por 210  $\mu\text{m}$  de diâmetro maior, com diâmetro da abertura interlabial de 175  $\mu\text{m}$ , não existe receptáculo. Próximo à entrada do canal ciliado visto por transparência, encontramos sempre um grande número de celomócitos junto ao lábio superior do nefróstoma. Estes, provavelmente são arrastados pelo fluxo de líquido criado pelo movimento ciliar. A penetração deve ocorrer após degeneração do plasma, pois o que se observa no interior do "canal primário" são núcleos semelhantes aos dos celomócitos, porém desprovidos de plasma, deixando a impressão de estarem em degradação. Notamos também, que os núcleos de celomócitos não são vistos além da região inicial do canal, fato que reforça a idéia de sua decomposição.

Além de permitir a passagem dos celomócitos, o "funil" de *G. paulistus* admite a passagem de partículas da tinta, anteriormente citada. Após injeção deste material na cavidade geral, encontramos grande quantidade de partículas no "canal primário", nos dois "segmentos contornados", no "tubo ciliar" e no "canal claro". As preparações a fresco obtidas com nanquim, permitem visualizar muito bem a atividade ciliar ao longo do tubo nefridial, e coincidem com as observações de Cordier (1934: 457).

Os funis não precisam ser obrigatoriamente a única via de entrada do material a ser excretado. A existência de nefrídios do tipo meronefrídios fechados em *Pheretima* (Bahl, 1919: 99, 1947: 112), *Eutiphoeus* (Bahl, 1942: 434), entre outros e os experimentos de Cordier (1934: 447 e Ramsay (1949: 73), sobre a diferente composição da urina ao longo do tubo nefridial, fazem-nos aceitar a suposição de Laverack (1963: 64) da existência de uma filtração através das paredes dos túbulos nefridias. Portanto, uma maior capacidade filtradora do nefrídio, não exige necessariamente um nefróstoma maior, mas sim uma superfície maior de seus túbulos. Isto percebemos em *G. paulistus*, onde os nefrídios clitелares e pré-clitелares apresentam um aumento de área total com aparecimento de alças subsidiárias. Devemos ressaltar que as regiões clitelar e pré-clitelar, pela sua organização, devem ter uma atividade metabólica maior do que a pós-clitelar.

Os nefrídios de *G. paulistus* repetem-se com o mesmo aspecto na maior parte da região pós-clitelar. Esta é formada, nos animais adultos, de até 348 segmentos, como já observou Righi (1971). As variações anatômicas no sentido pósterio-anterior acentuam-se do segmento XXIX para a frente. Estas variações abrangem o desenvolvimento gradativo das chamadas alças subsidiárias, à semelhança do que ocorre nos nefrídios pós-clitелares e clitелares de *Pontoscolex corethrus* (Bahl, 1944). Nos segmentos pré-clitелares de *P. corethrus*, o número máximo de alças subsidiárias atinge a 6, no que coincide com os nefrídios de *Glossoscole paulistus*, no segmento VI e anteriores. As alças subsidiárias resultam em aumento de superfície da alça principal afetada. Em *G. paulistus* elas ocorrem na alça I e em *P. corethrus* existem tanto na alça I como na alça II. Porém, tanto em nosso material como no de Bahl, não ocorre a subdivisão do "funil", como consequência deste aumento de superfície. Os nefrídios mais anteriores de *P. corethrus* apresentam um grande número destas alças subsidiárias, resultando

no que Bahl denominou "nefrídios em tufo". Para o autor, cada elemento subsidiário deve ser interpretado como um meronefrídio, com funcionamento próprio e independente, como os meronefrídios fechados de *Pheretima* e outras *Megascolecidae*. Ainda segundo Bahl, a evolução do tipo mais simples de nefrídio, o holonefrídio, em um mais evoluído, o meronefrídio, deu-se com o aparecimento de alças subsidiárias e posterior subdivisão do "funil". A transição entre os dois tipos de nefrídios pode ser observada, segundo ele, em um mesmo animal, *Pontoscolex corethrurus*. O estágio intermediário entre os dois tipos seria representado pelos nefrídios anteriores com alças subsidiárias. Contudo, como já dissemos, não ocorre nesta espécie bem como em *G. paulistus*, a subdivisão do "funil", fato que pode ser observado em *Martiodrilus crassus*, outro *Glossoscolecidae*. Porém, do aparelho nefridial desta última espécie só se conhece a observação de funis múltiplos em um único nefrídio (Pickford, 1940).

Em *Glossoscolex paulistus*, as diferenças observadas nos nefrídios das três regiões do corpo, no referente às alças subsidiárias, parecem corresponder apenas a um aumento de superfície e não a transformação de holo, em meronefrídio. O aumento de superfície torna-se importante se lembrarmos dois fatores que serão discutidos adiante: 1 — as diferentes respostas à reação de Gomori ao longo do duto nefridial; 2 — o papel do aparelho circulatório, com alças capilares e "glomérulos".

Em *Pontoscolex corethrurus* (Bahl, 1944: 6-7, fig. 8), os túbulos nefridiais são descritos como dois canais intracelulares paralelos no interior de cada alça. Este arranjo paralelo coincide com o encontrado nos nefrídios de *G. paulistus*, porém o número e conformação dos canais ao longo das alças não coincide com o descrito naquela espécie. O "canal lobado" no interior da alça I é dotado de projeções que representam um grande aumento de sua superfície, além de promover através de suas expansões um contato mais íntimo com o segundo canal de diâmetro maior, o "canal claro". Esta topografia diverge também daquela encontrada em *Lumbricus terrestris* (Benham, 1891), que na mesma alça apresenta três canais em cada um de seus ramos, todos com diâmetro muito semelhante e parede regular, cilíndrica.

Conforme Gomori (1952: 175) a presença de fosfatase alcalina nos túbulos renais de vertebrados está ligado a processos de reabsorção. Por analogia, Graszynski (1965) em *Lumbricus terrestris* e Dev (1965) em *Hirudinaria granulosa* (Hirudinea) admitem nos nefrídios de Annelida comportamento semelhante, nas diferentes regiões dos túbulos, que apresentam reações para fosfatase alcalina, com intensidades diversas. (Graszynski (1965: 406) mostra a existência de diferentes concentrações de fosfatase alcalina ao longo do nefrídio de *Lumbricus terrestris* e em nefrídios das diferentes regiões do corpo. Também coloca em evidência o fato de existir um gradiente de atividade excretora nos nefrídios de cada região diferente, com um mínimo de atividade nos segmentos de XXXVII a LX.

As nossas preparações totais, tratadas pela técnica da fosfatase alcalina de Gomori (1952: 175), tiveram por finalidade precípua evidenciar o trajeto do túbulo nefridial através das alças I e II. Contudo, pudemos também verificar respostas diversas nas diferentes regiões do nefrídio, no que se refere àquela enzima.

Além disso, notamos que, a região percorrida pelo canal é a mais densa em “glomérulos” sanguíneos de todo o nefrídio. Esta organização reforça a idéia de um mecanismo de reabsorção nesta área do nefrídio, como indicam Ramsay (1949: 73) e Laverack (1963: 66) em *Lumbricus terrestris*. Também a forma como esta parte do duto nefridial envolve o “canal claro” sugere uma estreita relação entre eles, com possível troca de substâncias.

A mudança de forma do “canal lobado”, ao continuar pelo “primeiro segmento contornado”, sugere menor interrelação entre este último, o “canal pigmentado” e os tecidos adjacentes. Contudo a atividade de reabsorção deve estender-se pelos dois segmentos do “tubo contornado”, considerando-se sua forte reação para a fosfatase. A reabsorção provavelmente é muito menor no “segmento delgado”, dada a sua fraca resposta à técnica de Gomori.

O pigmento castanho no tubo ciliar médio e na ampola do nefrídio de *Lumbricus terrestris* é um hemocromógeno segundo Bahl (1947: 140) que sugere ser retirado do sangue pelo órgão excretor. Em seu esquema do possível funcionamento do nefrídio de *Lumbricus*, Laverack (1963: 67, fig. 21) denomina de tubo largo, (wide tube) a região com hemocromógeno, o que não concorda com a nomenclatura de Benham (1891), Maziarski (1903), Bahl (1947) e Ramsay (1949). Segundo estes autores, a região pigmentada é denominado tubo ciliar médio ou tubo médio, sendo o tubo largo a parte seguinte e mais longa, sem pigmento, do canal nefridial e que se abre na bexiga. Em *G. paulistus* o pigmento é castanho e distribui-se no “canal pigmentado” onde é depositado segundo um gradiente que diminui em direção à extremidade distal da alça. De acordo com Cordier (1934: 440) em *L. terrestris*, a pigmentação estaria depositada obedecendo um gradiente de filtração ao longo da alça, sendo que as partículas maiores seriam filtradas na parte proximal, enquanto as menores se deslocariam para as partes mais distais.

Segundo Bahl (1947: 140) o tubo ciliar médio de um exonefrídio de *Pheretima posthuma* não admite circulação de partículas maiores de 14 um de diâmetro, que podem provocar obstrução dos túbulos. Este fato parece explicar a existência de um mecanismo de filtração capaz de retirar da luz do tubo nefridial as partículas sólidas (pigmento), que são armazenadas ao longo da parede do mesmo, obedecendo a uma ordem de tamanho e peso. Caracteriza-se assim o “rim de armazenamento” indicado em *Lumbricus terrestris* (Schneider, 1896: 377; Cordier, 1934: 464; Bahl, 1947: 139) e em *Lampito mauritii*, *Hoplochaetella khandalensis*, *Pheretima posthuma*, *Eutyphoeus foveatus* (Bahl, 1947: 139). A presença de pigmento no tubo nefridial de *Glossoscolex paulistus* poderia ser encarada da mesma maneira. Entretanto, Bahl (1947: 140), considera que o pigmento acumulado no nefrídio seria retido por toda a vida do animal. Isto parece não corresponder plenamente ao que ocorre em *G. paulistus*, pois observamos fragmentos de material pigmentado soltos na luz do túbulo nefridial, fazendo parte do material de excreção a ser eliminado.

Na alça II de *G. paulistus* existem quatro canais: o “canal ciliar”, o “segundo segmento contornado” e os dois ramos de “segmento delgado”. Este arranjo é similar ao da alça correspondente de *Lumbricus*

*terrestris* (Benham, 1891: 301, fig. 2; Maziarski, 1903: 9, fig. A), onde existem dois ramos do canal estreito (narrow tube), o tubo-ciliar médio (middle tube) e o primeiro ramo do canal largo (wide tube). O "canal ciliar" de *G. paulistus* parece corresponder ao tubo ciliar médio de *L. terrestris* pela topografia e ciliação, mas diverge deste pela ausência de pigmentação na parede do canal de *Glossoscolex*. Além disso, não existe na extremidade da alça II de nosso material, a estrutura denominada "ampola", situada entre o tubo médio (middle tube) e o canal largo (wide tube), bem característica dos nefrídios de *Lumbricus terrestris* (Benham, 1891; Cordier, 1934) e *Allolobophora caliginosa* (El Duweini, 1940).

*Pontoscolex corethrurus* (Bahl, 1944: 6, fig. 8) apresenta dois canais paralelos na alça II, anatomicamente semelhantes, e também não possui ampola. Neste animal a alça II apresenta numerosas alças subsidiárias nos nefrídios anteriores enquanto que em *Glossoscolex paulistus* é a alça que praticamente não sofre nenhuma variação anatômica em todo o corpo.

Comparando-se com os tratos ciliares localizados em diferentes regiões do nefrídio de *L. terrestris* (Benham, 1891: 300, fig. 2), podemos afirmar que a área ciliada no nefrídio de nosso material é muito mais extensa, fato que também o diferencia de *P. corethrurus*, cujo nefrídio segundo Bahl (1944: 6) apresenta cílios apenas no funil.

Nos nefrídios de *P. corethrurus* (Bahl, 1944: 8), existe um duto glandular intermediário entre as alças I, II e a bexiga. Nos nefrídios pré-clitelaes, inúmeras alças subsidiárias abrem-se no duto glandular que por sua vez, liga-se à bexiga. Em *Glossoscolex paulistus* os nefrídios pré-clitelaes são mais enovelados e anatomicamente mais complexos, com o aparecimento das alças subsidiárias, mas são sempre formados de um único tubo contínuo. Não existe nenhuma parte com estrutura nitidamente glandular como o chamado "duto glandular" de *Pontoscolex*. Pela topografia, a parte do tubo nefridial de *Glossoscolex* equivalente, é o que denominamos "canal intermediário". Pelas ilustrações de Bahl (1944: 4, figs. 2-4) percebe-se haver uma variação nas dimensões do duto glandular, que é maior nos nefrídios anteriores. Isto coincide com as nossas observações do "canal intermediário" de *G. paulistus*.

Uma interessante variação ocorre nos nefrídios de *Glossoscolex paulistus*, no sentido pósterio-anterior do corpo, com referência ao "canal intermediário" e a posição relativa das alças I, II e III entre si.

Nos nefrídios pós-clitelaes, o "canal intermediário" é curto e se une ao ápice da extremidade proximal da alça III. Deste modo as alças I e II também se localizam junto da região proximal da alça III, à qual estão intimamente associadas. Do último segmento clitelar para diante até o IV, o "canal intermediário" torna-se cada vez mais longo e enovelado. Seu ponto de união, a partir de XIV, passa sucessivamente a uma posição subapical e depois mediana. As alças I e II situam-se agora próximas da região média da alça III e não estão mais intimamente associadas. Assim, é anatomicamente possível que as alças I e II possam ser deslocadas de sua posição original quando ocorrem contrações mais violentas da parede do corpo e septos, que são espessos e



musculosos nesta região. Nos nefrídios posteriores, pela sua anatomia e topografia, a movimentação entre as alças nefridiais, se ocorrer, deve ser mínima.

De todas as variações anatômicas que ocorrem nos nefrídios, as que mais chamam a atenção são as que dizem respeito à alça III.

Quanto à forma da alça III, percebemos que ela é uniforme nas regiões média e posterior do corpo, modificando-se na região anterior. Nesta, os septos musculosos e espessos limitam entre si espaço reduzido e os nefrídios ocupam uma posição mais dorsal, com o conseqüente alongamento da alça III, que passa a apresentar o extenso "canal terminal" que a liga ao nefridióporo. A posição do nefridióporo ao longo da parede do corpo não sofre variação. A forma de arco característica da alça III dos nefrídios pós-clitelaes desaparece gradativamente para a frente, deixando lugar a uma alça claviforme, com uma extremidade vesiculosa e outra afilada. A forma de clava da alça III dos nefrídios anteriores pode ser derivada da forma arqueada posterior pelo alongamento da porção mediana convexa e encurtamento da porção côncava, levando ao alongamento do canal terminal.

Nas Lumbricidae, que não têm septos espessos a urina acumula-se por dois a três dias nas bexigas nefridiais (alças III), para então ser expelida (Ramsay, 1949: 70). Em *Glossocolex paulistus* a região anterior é muito móvel, com parede do corpo e septos dotados de espessa musculatura, portanto, sujeita a fortes contrações. Podemos presumir que nesta região, uma alça III volumosa e de paredes finas não resistiria às pressões sobre o líquido no seu interior. Daí a ocorrência da maior espessura da parede desta alça na região pré-clitelar. Além disso, o longo "canal terminal" nas alças III destes nefrídios anteriores, sem dúvida oferece maior resistência à eliminação de urina, que deve exigir um maior esforço muscular. A musculatura mais espessa na parede da alça III, provavelmente traduz não só maior resistência mecânica, como maior eficiência na eliminação da urina.

Nenhum tipo de "glomérulo" é indicado em nefrídios de *Oligochaeta* e outros não Chordata (Beklemishev, 1969: 325). As dilatações ampulares observadas nos capilares sanguíneos dos nefrídios de *Pontodrilus* (Perrier, 1881, pl. 7, fig. 35), *Hoplochaetella* (Bahl, 1942: 444, fig. 8b), *Trigaster* (Benham, 1887: 96, pl. 9, figs. 33-37), *Lampito* (Bahl 1926: 29, pl. 11, fig. 11), *Ramiellona* (Righi, 1972b: 225, fig. 27) e *Lumbricus* (Benham, 1891: 321, fig. 3), parecem corresponder aos "glomérulos" por nós encontrados nos nefrídios de *Glossocolex paulistus*. Eles se localizam no sistema capilar do nefrídio, entre as vias sanguíneas aferente e eferente. São estruturas absolutamente constantes e foram encontradas em todos os exemplares por nós examinados, exclusivamente nos nefrídios do segmento X para trás. Em *Lumbricus terrestris* (Benham, 1891: 321) as dilatações ampulares podem não existir em todos os animais e ocorrem também na rede capilar dos septos intersegmentares.

Segundo Bahl (1947: 141, fig. 28), as dilatações podem ocupar posição terminal nos capilares. O autor admite apenas alças capilares fazendo a ligação entre as vias sanguíneas aferente e eferente. Contudo, ele considera estas dilatações como sendo filtros, sem qualquer alusão ao mecanismo para isto.

Pelo que se conhece da fisiologia do nefrídio em outros Oligochaeta, existe um mecanismo de filtração nestes órgãos, comprovado pelas profundas modificações que o seu conteúdo sofre através deles. Pelos estudos de Cordier (1934), Ramsay (1949), Koehlin (1970), Vinichenko & Lebskii (1975), Zerbst-Borofka (1975) as funções de filtração, reabsorção e secreção tubular do nefrídio, são admitidas em Oligochaeta. Resta saber onde ocorre em *Glossoscolex paulistus* cada uma destas fases, isto é, como funciona o nefrídio por nós descrito.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

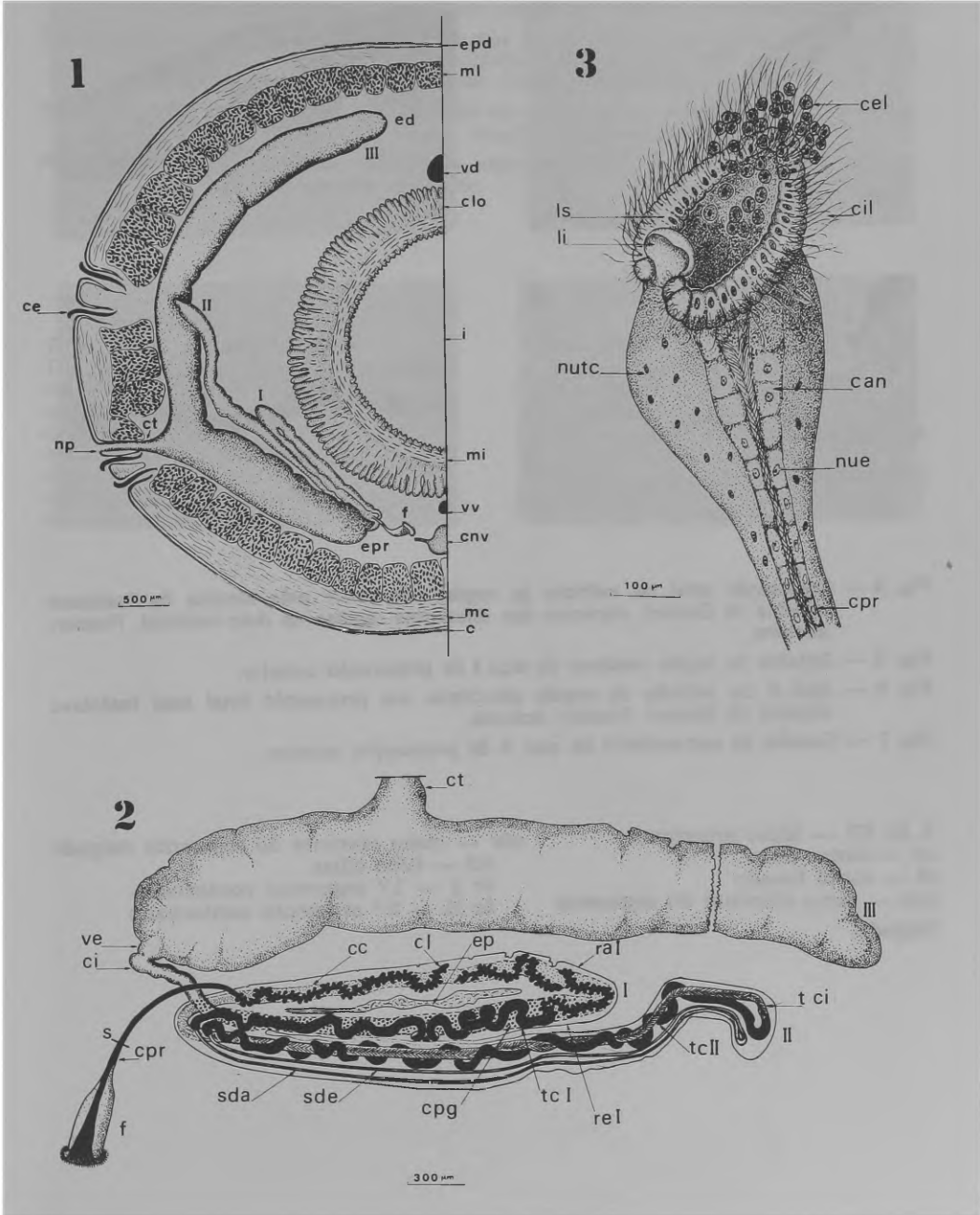
- BAHL, K. N. 1919 — On a new type of nephridia found in Indian earthworms of the genus *Pheretima*. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 64: 67-117.
- 1924 — Enteronephric type of nephridial system in *Lampito*. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 68: 67-99.
- 1926 — The enteronephric system in *Woodwardia*, with remarks on the nephridia of *Lampito dubius*. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 70: 113-134.
- 1941 — The enteronephric type of nephridial system in genus *Tonoscolex* (Gates). *Q. Jl. microsc. Sci.*, 82: 443-66.
- 1942 — Studies on the structure, development and physiology of the nephridia of Oligochaeta. Part I: General introduction, and the nephridia of the Sub-family Octochaetinae, Part II: Multiples funnels of the nephridia. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 83: 423-57.
- 1944 — Studies on the structure, development, and Physiology of the nephridia of Oligochaeta. Part. III: The branching and division of nephridia, and Eisen's so-called "safety valves" in *Pontoscolex*. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 84: 1-17
- 1947 — Excretion in the Oligochaeta. *Biol. Rev. of Cambridge Philos. Society.*, 22: 109-47.
- BEDDARD, W. E. 1895 — A monograph of the order of Oligochaeta. Clarendon Press., 769 p., Oxford.
- BEKLEMISHEV, W. N. 1969 — Principles of comparative anatomy of invertebrates. 2. Organology. University of Chicago Press., 529 p., Chicago.
- BENHAM, W. B. 1887 — Studies on earthworms n.o II. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 27: 77-108.
- 1891 — The nephridium of *Lumbricus* and its blood-supply: with remarks on the nephridia of other Chaetapoda. *Q. Jl. microsc. Sci.*, n.s., 32: 293-334.
- CORDIER, R. 1934 — Études hystophysiologiques sur la nephridie du *Lombric*. *Archs. Biol.*, 45: 431-71.
- COSTA, A. C. & P. R. CHAVES 1943 — Manual de técnica histológica. Portugal, 544 p. Lisboa.
- DEV, B. 1965 — The cytochemical localization on alkaline phosphatase in the testicular nephridia of the Indian leech, *Hirudinaria granulosa* with special reference to the inner lobe. *Q. Jl. microsc. Sci.*, n.s., 106: 31-5.
- EL DUWEINI, A. K. 1940 — The anatomy of *Alloobophora caliginosa* (Savigny) f. *trapezoides* (Dugés). *Bull. Fac. Sci. Egypt Univ. Cairo.*, 21: 59-151.
- GOODRICH, E. S. 1933 — On the nephridiostome of *Lumbricus*. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 75: 165-79.
- 1946 — The study of nephridia and genital ducts since 1895. *Q. Jl. microsc. Sci.*, 86: 113-392.
- GOMORI, G. 1952 — Microscopic histochemistry: principles and practices. University Chicago Press., 226 p. Chicago.
- GRASZYNSKI, K. 1963 — Die Feinstruktur des Nephridialkanals von *Lumbricus terrestris* L., Eine elektronenmikroskopische Untersuchung. *Zool. Beitr.*, 8 (2): 189-296.
- 1965 — Biochemische und Histochemische untersuchungen an der "Alkalischen Phosphatase" in Nephridium des Regenwurms, *Lumbricus terrestris* L., *Z. vergl. Physiol.*, 50: 402-4.

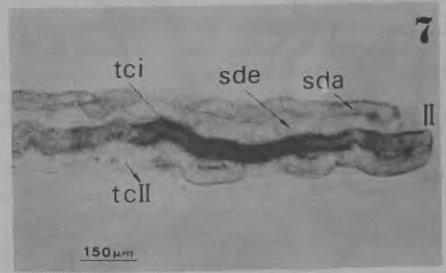
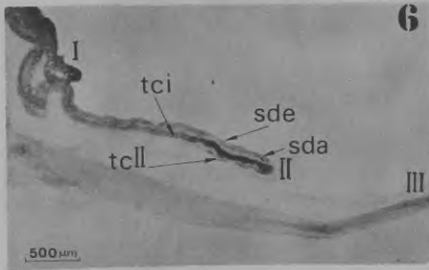
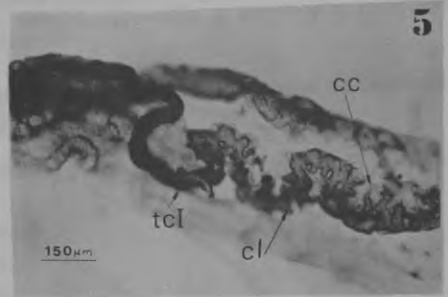
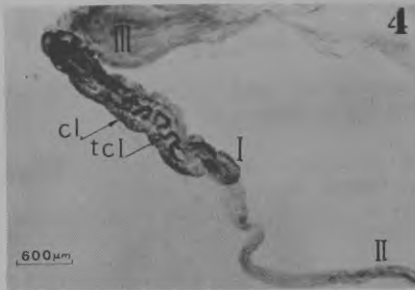
- JOHANSEN, K. & A. W. MARTIN 1965 — Circulation in a giant earthworm *Glossoscolex giganteus*. I. Contractile processes and pressure gradients in the large blood vessels. *J. exp. Biol.*, 43: 333-47.
- KOECHLIN, N. 1970 — Études citophysiological des nephridies thoraciques d'une annélide polichète (Sabelle): I. Bases ultrastructurales de la perméabilité de la paroi des branches montantes, descendantes e des dissépinents *Archs. Anat. microsc. Morph. exp.*, 59 (4): 331-60.
- LAVERACK, M. S. 1963 — The physiology of earthworm. MacMillan, 206 p., New York.
- LEE, A. B. & P. MAYER 1907 — Grundzüge der Mikroskopischen Technick. R. Friedlander & Son., 522 p., Berlin.
- MAZIARSKI, S. 1903 — Recherches cytologiques sur les organes segmentaires des vers de terre. *Poln. Arch. biol. med. Wiss.*, 2: 3-83.
- MCCLUNG, C. E. 1937 — Handbook of microscopical technique. Hoeber, 698 p. New York.
- MICHAELSEN, W. 1897 — Organization einiger neuer oder wenig bekannter Regenwurm von Westindien und Sudamerika. *Zool. Jb. (Anat.)*, 10: 359-88.
- 1926 — Zur Kenntnis einheimisches un ausländischer Oligochaeten. *Zool. Jb. (Syst.)*, 51: 255-328.
- PERRIER, E. 1874 — Études sur l'organization des Lumbricides terrestres (*Urochaeta*). *Archs Zool. exp. gén.*, 3: 331-530.
- 1881 — Études sur l'organization de Lumbricides terrestres (*Pontodrillus*). *Archs Zool. exp. gén.*, 9: 175-98.
- PICKFORD, G. E. 1940 — An account of the anatomy of a giant earthworm from Ecuador. *Turtax News*, 18 (7): 1-6.
- RAMSAY, J.A. 1949 — The site of formation of hipotonic urine in the nephridium of *Lumbricus*. *J. exp. Biol.*, 26: 65-75.
- REYNOLDS, J. W. & D. G. COOK -976 — Nomenclatura Oligochaetológica. Univ. New Brunswick Press., 217 p. Fredericton.
- RIGHI, G. 1966 — Invertebrados: a minhoca. IBCEC, 83 p. São Paulo.
- RIGHI, G. 1971 — Sobre a Família Glossoscolecidae (*Oligochaeta*) no Brasil. *Arch. zool. Est. S. Paulo*, 20 (1): 1-95.
- 1972a — Topography of the circulatory system of *Glossoscolex paulistus* Michaelsen, 1926 (*Oligochaeta*, *Glossoscolecidae*). *Monitore zool. ital., n.s.*, 6: 19-36.
- 1972b — On some earthworms from Central America (*Oligochaeta*). *Stud Neotrop. Fauna.*, 7: 207-228.
- ROSEN, F. 1911 — Wimpertricher der Lumbriciden (Ein Beitrag zur Kenntnis der lymphoiden Organe). *Z. wiss. Zool.*, 98: 135-78.
- SCHNEIDER, G. 1896 — Phagocitare Organe und Chloragogenzellen der Oligochaeten. *Z. wiss. Zool.*, 61: 363-92.
- STEPHENSON, J. 1930 — The *Oligochaeta*. Clarendon Press., 978 p., Oxford.
- STOLTE, H. A. 1938 — *Oligochaeta*. Akademische Verlagsgesellschaft., Bd. 4, abt. 3, buch 3. p. 361-544. Lipzig. (Dr. H. G. BRONNS, Klassen und Ordnungen des Tierreichs).
- VINICHENKO, L. N. & V. K. LEBSKII 1975 — Comparative ultrastructural analysis of the protonephridium of *Eteone longa* and the metanephridium of *Lumbricus terrestris*. *Tsitologiya*, 17 (6): 615-19.
- WILLEN, V. & A. MINNE 1900 — Recherches sur l'excretion chez quelques annélides. *Mem. Acad. r. Belg.*, 58: 1-14.
- ZERBST-BOROFKA, I. 1975 — Function and ultrastructure of the nephridium in *Hirudo medicinalis* L.: III: Mechanisms of the formation of primary and final urine. *J. Comp. Physiol. B. Metab. Trans. Funct.*, 100 (4): 307-316).
- ZIMMERMAN, G. L. & C. L. PROSSER 1943 — Physiological salina for earthworms *Physiol. Zool.*, 16: 77-83.

- Fig. 1** — Corte transversal do animal mostrando a situação topográfica do nefrídio (montagem semi-esquemática, não tendo sido representado o septo e o envoltório peritoneal). Fixador: dicromato acético.
- Fig. 2** — Preparação total de nefrídio da região pós-clitelar pela técnica da fosfatase alcalina de Gomori (semi-esquemático). Fixador: acetona.
- Fig. 3** — Aspecto tridimensional do funil. Preparação total pela técnica do paracarmim de Mayer. Fixador: formol 10%.

### ABREVIATURAS

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| I, II, III — alças principais       | mi — musculatura do intestino                      |
| c — cutícula                        | mc — musculatura circular parietal                 |
| can — canal visto por transparência | ml — musculatura longitudinal parietal             |
| cc — canal claro                    | np — nefridióporo                                  |
| ce — cerda                          | nue — núcleo de célula epitelial da parede do duto |
| cel — celomócito                    | nutc — núcleo de célula conjuntiva                 |
| ci — canal intermediário            | nutc — núcleo de célula conjuntiva                 |
| cil — cílios                        | ra I — ramo aferente da alça I                     |
| cl — canal lobado                   | re I — ramo eferente da alça I                     |
| clo — tecido cloragógeno            | s — septo  |
| cnv — cadeia nervosa ventral        | sda — ramo aferente do segmento delgado            |
| cpg — canal pigmentado              | sde — ramo eferente do segmento delgado            |
| cpr — canal primário                | tcI — tubo ciliar                                  |
| ct — canal terminal                 | tc I — 1.º segmento contornado                     |
| ed — extremidade distal             | tc II — 2.º segmento contornado                    |
| ep — epitélio celômico              | tct II — 2.º segmento contornado                   |
| epd — epiderme                      | ve — vesícula                                      |
| epr — extremidade proximal          | vd — vaso dorsal                                   |
| f — funil                           | vv — vaso ventral                                  |
| i — luz do intestino                |  |
| li — lábio inferior                 |  |
| ls — lábio superior                 |  |





**Fig. 4 — Preparação total de nefrídio da região pós-citelar pela técnica da fosfatase alcalina de Gomori. Aspectos das diferentes regiões do ducto nefridial. Fixador: acetona.**

**Fig. 5 — Detalhe da região mediana da alça I da preparação anterior.**

**Fig. 6 — Alça II de nefrídio da região pós-citelar em preparação total pela fosfatase alcalina de Gomori. Fixador: acetona.**

**Fig. 7 — Detalhe da extremidade da alça II da preparação anterior.**

I, II, III — alças principais  
 cc — canal claro  
 cl — canal lobado  
 sda — ramo aferente do segmento delgado

sde — ramo eferente do segmento delgado  
 tcl — tubo ciliar  
 tc I — 1.º segmento contornado  
 tc II — 2.º segmento contornado

- Fig. 8 — Extremidade da alça II de nefrídio pós-clitelar em preparação total. Material injetado com carmim-gelatina de McClung e digerido pelo KOH segundo Costa & Chaves. Semi-esquemático. Rede sangüínea. Fixador: líquido de Allen PFA3.
- Fig. 9 — Fragmento da região proximal da alça III de nefrídio pós-clitelar. Material injetado com carmim-gelatina de McClung e digerido pelo KOH segundo Costa & Chaves. Rede de vasos sangüíneos. Fixador: líquido de Allen PFA3.
- Fig. 10 — Funil de nefrídio do segmento VII em vista ventral. Preparação total pela técnica do paracarmim de Mayer. Fixador: dicromato acético.
- Fig. 11 — Preparação total de nefrídio do segmento XXIX. Fixador: dicromato acético. Coloração: paracarmim de Mayer.

I, II, III — alças principais

I — alça subsidiária

ac — alça capilar

ca — capilar

cel — celomócito

ci — canal intermediário

cil — cílios

cpr — canal primário

ct — canal terminal

f — funil

g-g' — glomérulo

li — lábio inferior

ls — lábio superior

nue — núcleo de célula epitelial da  
parede do duto

nutc — núcleo de célula conjuntiva

s — septo

v — vaso sangüíneo

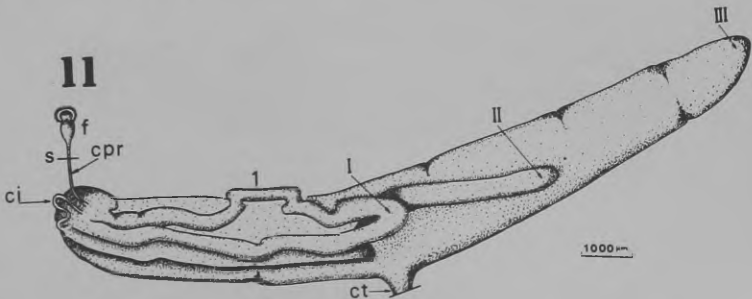
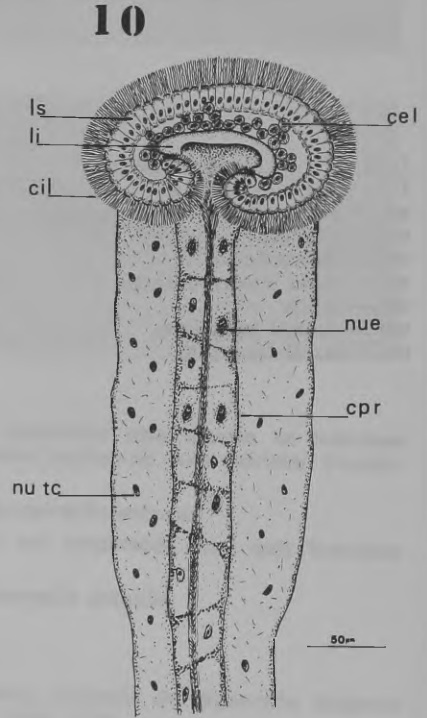
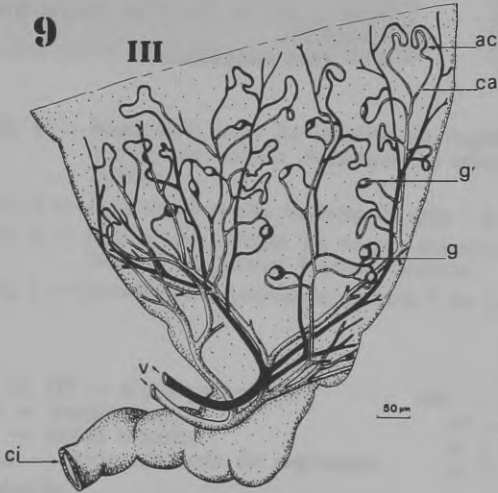
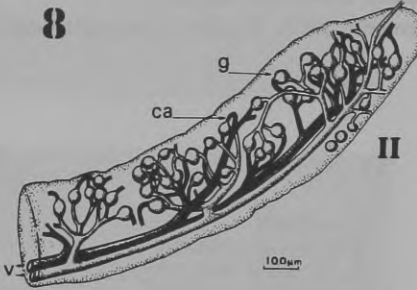




Fig. 12 — Preparação total de nefrídio do segmento XXVIII.

Fig. 13 — Preparação total de nefrídio do segmento XXVI.

Fig. 14 — Preparação total de nefrídio do segmento XXIII.

Fig. 15 — Preparação total de nefrídio do segmento XXI.

(Fixador: dicromato acético. Coloração: paracarmim de Mayer).

I, II, III — alças principais

1, 2, 3 — alças subsidiárias

ci — canal intermediário

ct — canal terminal

cpr — canal primário

f — funil

s — septo

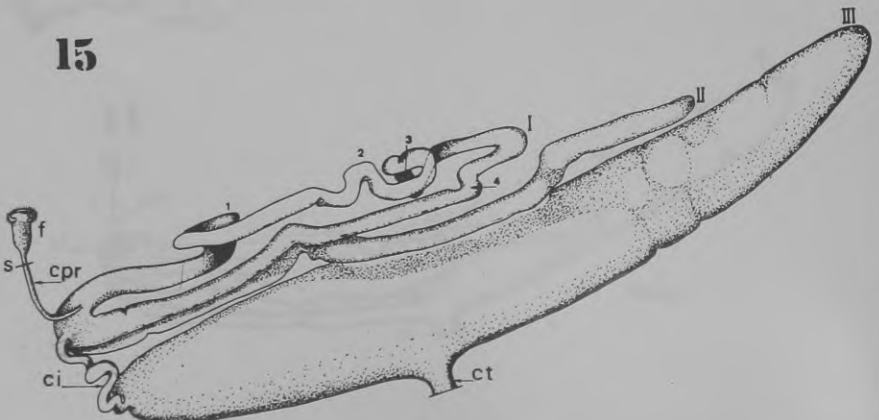
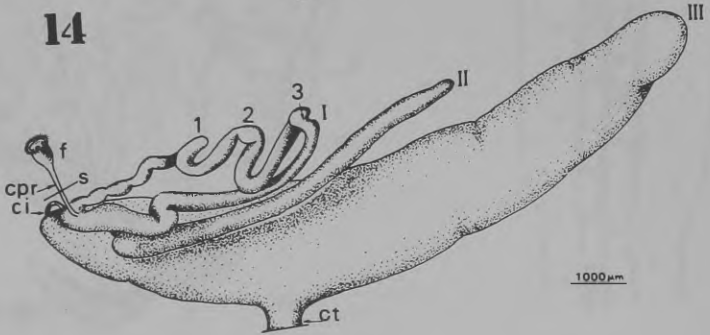
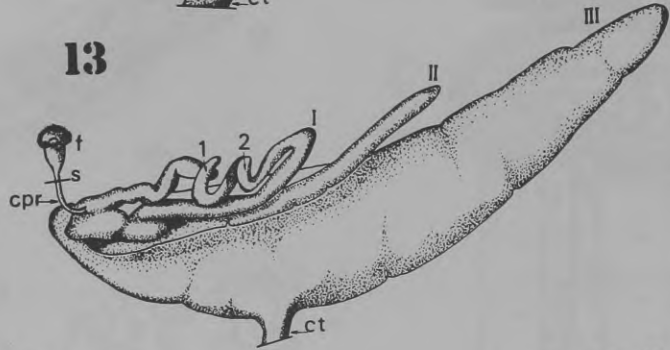
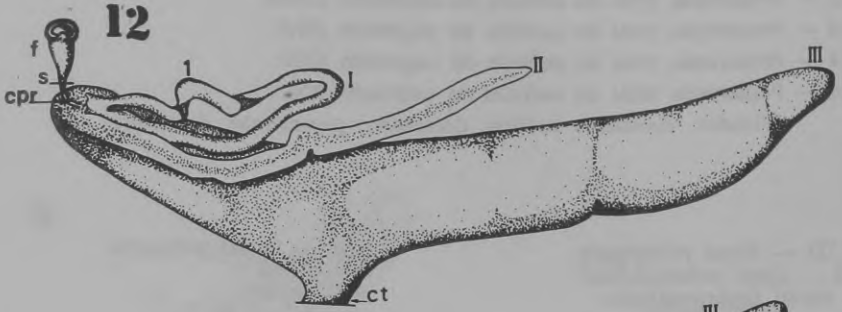


Fig. 16 — Preparação total de nefrídio do segmento XX.

Fig. 17 — Preparação total de nefrídio do segmento XVIII.

Fig. 18 — Preparação total de nefrídio do segmento XV.

(Fixador: dicromato acético. Coloração: paracarmim de Mayer).

I, II, III — alças principais

1, 4 — alças subsidiárias

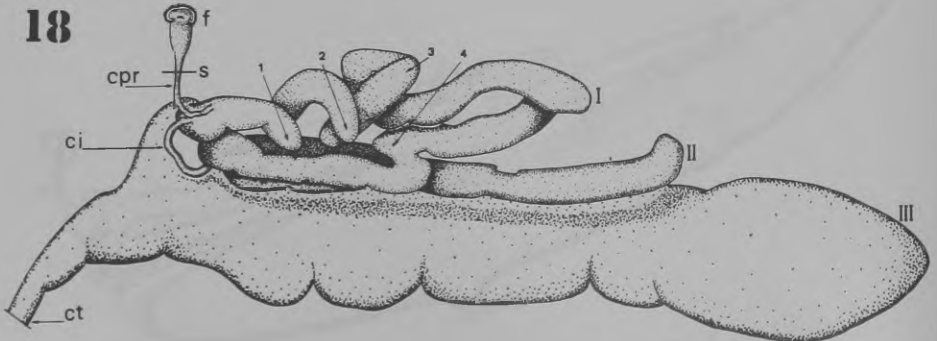
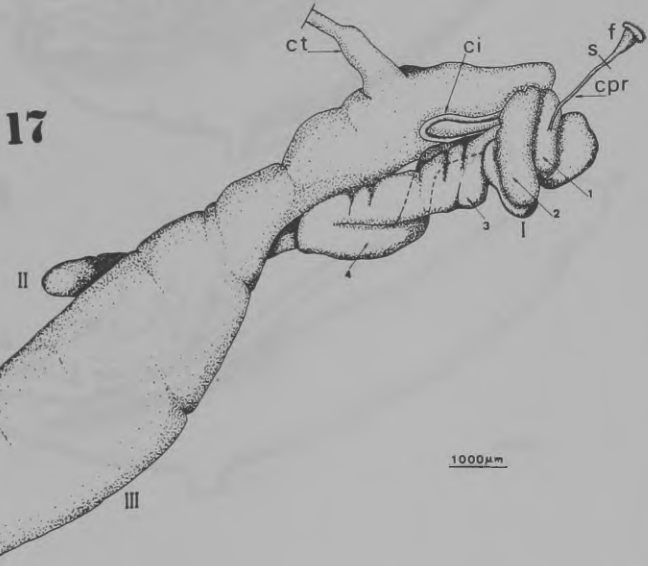
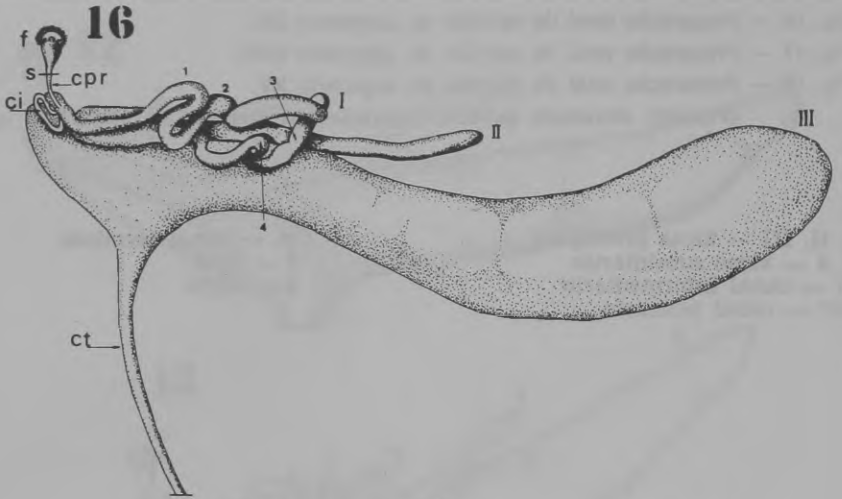
ci — canal intermediário

cpr — canal primário

ct — canal terminal

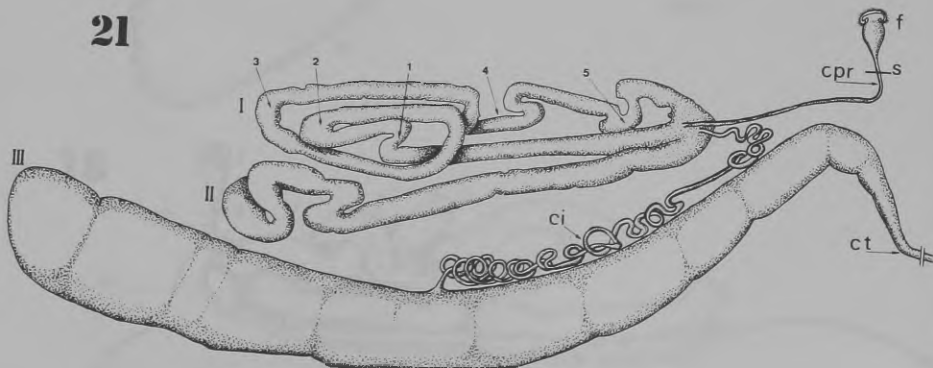
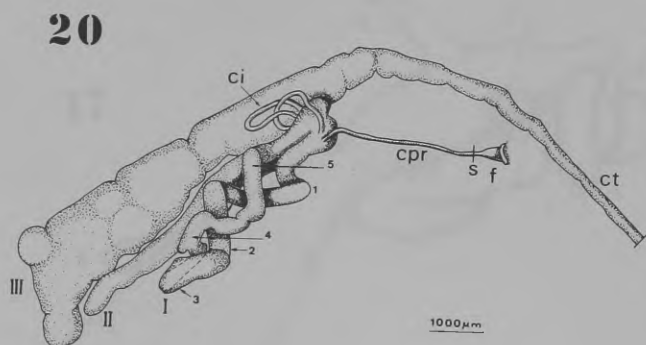
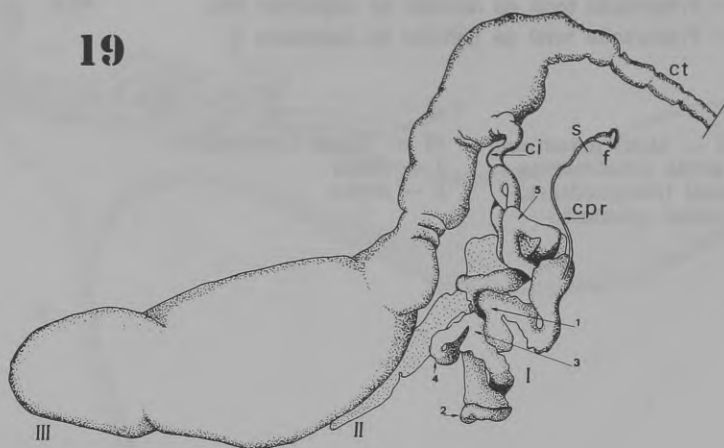
f — funil

s — septo



- Fig. 19 — Preparação total de nefrídio do segmento XIV.  
Fig. 20 — Preparação total de nefrídio do segmento XIII.  
Fig. 21 — Preparação total de nefrídio do segmento X.

I, II, III — alças principais	ct — canal terminal
1, 5 — alças subsidiárias	f — funil
ci — canal intermediário	s — septo
cpr — canal primário	



(Fixador: dicromato acético. Coloração: paracarmim de Mayer).

Fig. 22 — Preparação total de nefrídio do segmento VI.

Fig. 23 — Preparação total de nefrídio do segmento IV.

Fig. 24 — Preparação total de nefrídio do segmento III.

(Fixador: dicromato acético. Coloração: paracarmim de Mayer).

I, II, III — alças principais

1, 6 — alças subsidiárias

ci — canal intermediário

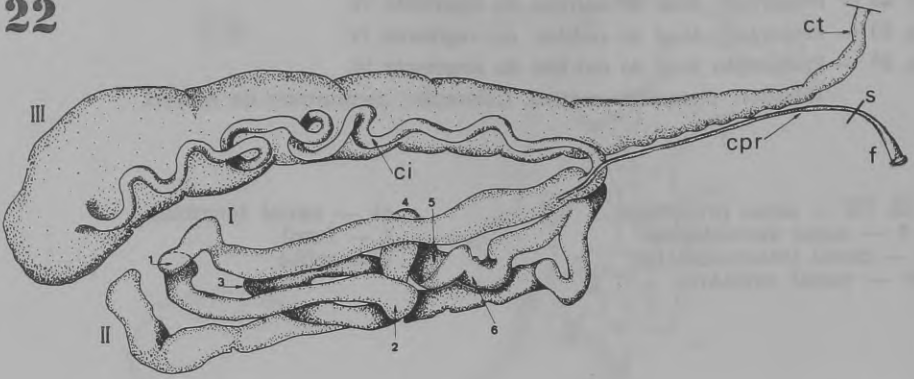
cpr — canal primário

ct — canal terminal

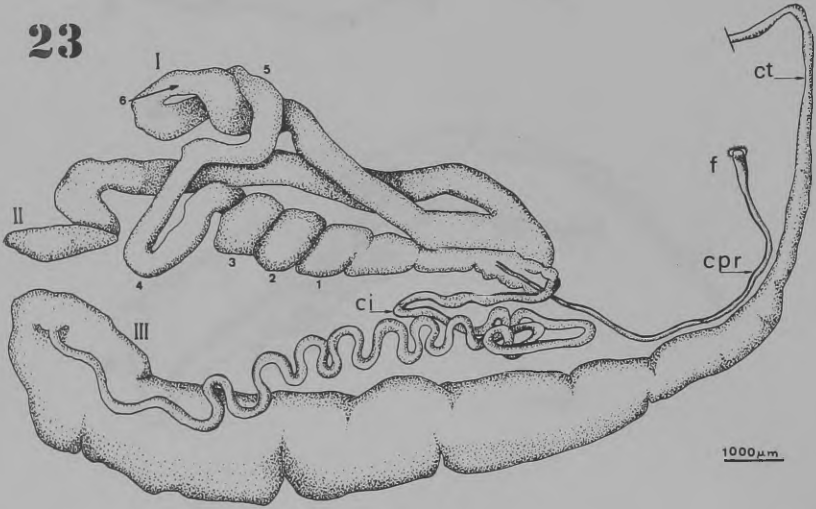
f — funil

s — septo

22



23



24

