



# Introdução ao estudo de nematóides

Arthur Gruber

BMP0222 – Introdução à Parasitologia Veterinária

# Classificação dos helmintos

Organismos celulares  
 Eukaryota  
 Grupo dos Fungi/Metazoa  
 Metazoa  
 Eumetazoa  
 Bilateria

## Bilateria

### Acoelomata

Platyhelminthes (vermes chatos)

**Cestoda** (vermes em fita)

Monogenea

**Trematoda**

Turbellaria



### Coelomata

#### Deuterostomia

Chaetognatha

Chordata (cordados)

Echinodermata (equinodermas)

Hemichordata (hemicordados)

Xenoturbellida

#### Protostomia

Annelida/Echiura/Pogonophora (anelídeos)

Brachiopoda

Bryozoa

Entoprocta

Mollusca (moluscos)

Myzostomida

Nemertea

Panarthropoda

Priapulida

Sipuncula



### Pseudocoelomata

**Acanthocephala** (vermes com cabeça espinhosa)

Cycliophora

Gastrotricha

Kinorhyncha

Loricifera

Micrognathozoa

**Nematoda** (vermes redondos)

Nematomorpha

Rotifera



Fonte: **NCBI Taxonomy Browser**

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/>

# Nematóides – introdução

- Nematoda – (do Grego: *nema* = fio) – são os vermes redondos
- Classificações existentes (não há consenso):
  - Filo Aschelminthes, classe Nematoda
  - Filo Nematoda
- São possivelmente os mais importantes metazoários associados com o parasitismo humano e animal



# Nematóides – características

- Características de vida – a maioria apresenta vida livre: alimentam-se de detritos, decompõem material orgânico, etc.
- Cerca de 5.800 espécies parasitam os vertebrados
- Apresentam dimorfismo sexual, fêmeas são maiores que os machos
- Variam de tamanho – (< 1 mm a > 1 m!)
- Apresentam simetria bilateral, são alongados, não segmentados.
- Crescimento da larva ao adulto se faz por mudas ou ecdises. As formas juvenis não apresentam gônadas e órgão copuladores. Em cada muda a cutícula que reveste o corpo do parasita é abandonada.

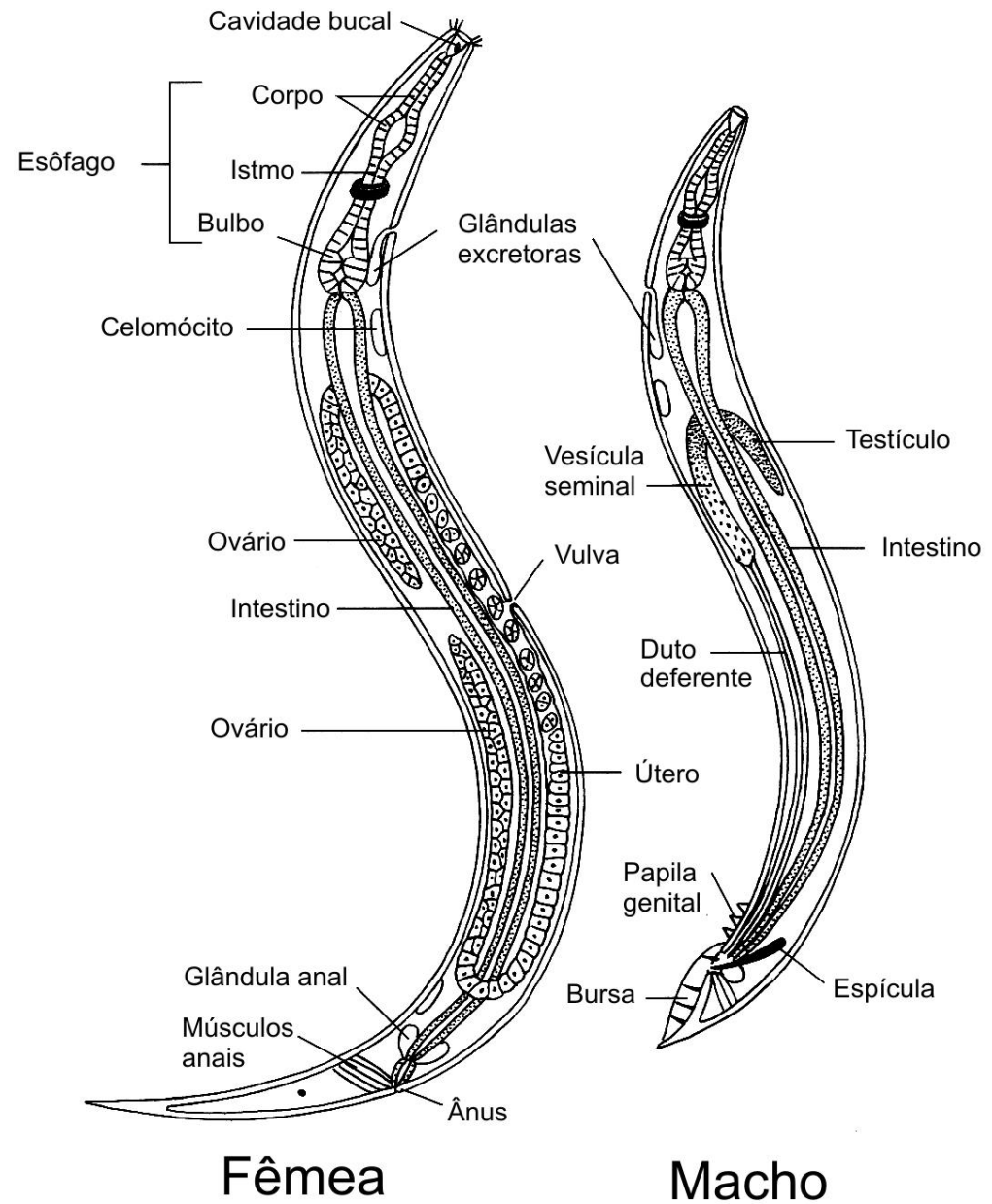
# Nematóides – características

- Sistemas circulatório e respiratório ausentes
- Sistema digestivo completo
- Sistema nervoso
- Sistema reprodutor exuberante



# Nematóides

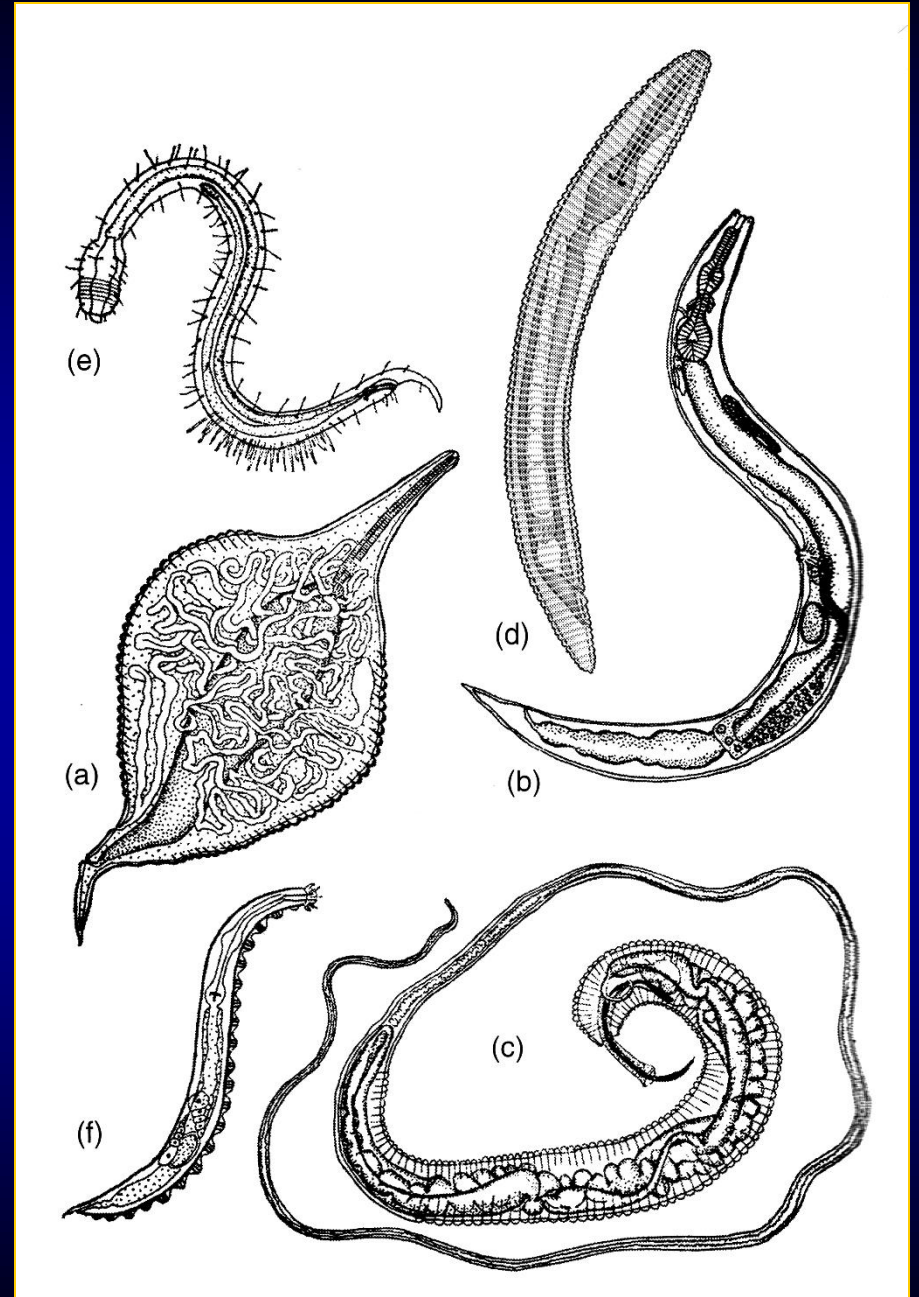
## Corpo



# Nematóides

## Diversidade morfológica

- a. *Tetrameres*
- b. *Rhabditis*
- c. *Criconemoides*
- d. *Draconema*
- e. *Bunonema*



# Nematóides – tegumento

- A hipoderme é sincicial (formada por uma massa celular multinucleada) ou celular.
- Produz uma cutícula acelular, lisa, pouco permeável, resistente e que oferece proteção para o nematóide e funciona como um exoesqueleto (serve de apoio para movimentação dos músculos).
- Abaixo da hipoderme existe uma camada muscular com fibras dispostas longitudinalmente. Não há camada muscular circular.



# Nematóides – tegumento

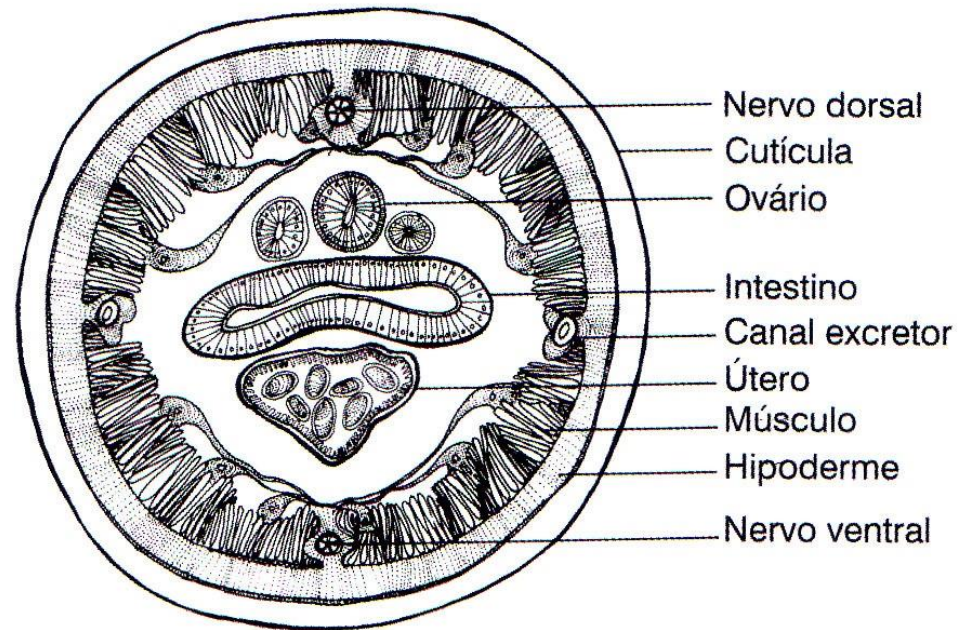
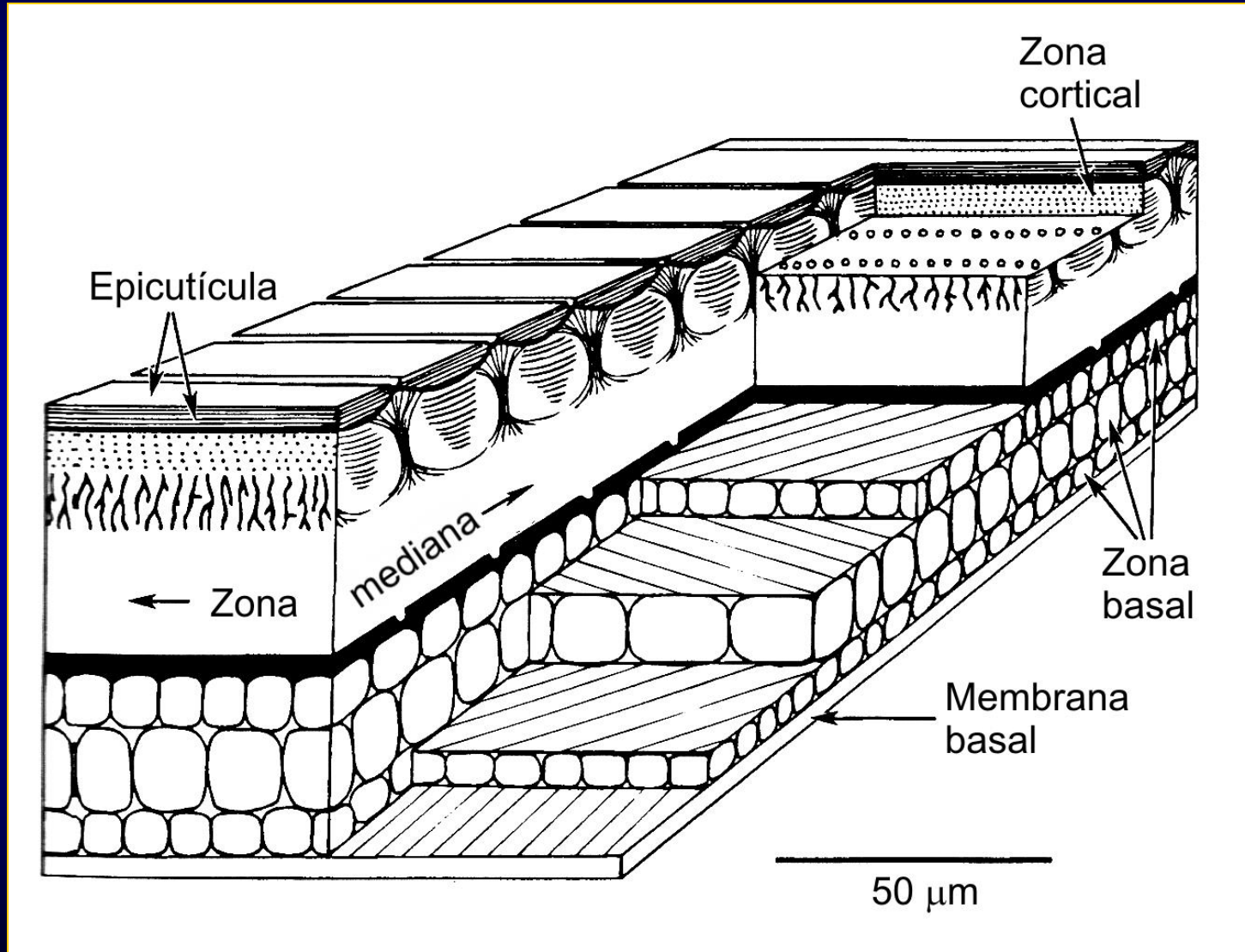


Fig. 1.1 Corte transversal de um nematódeo fêmea generalizado.

# Nematóides – pseudoceloma

- São pseudocelomáticos, a cavidade não apresenta revestimento endotelial delimitando a cavidade.
- Pseudoceloma: Contém líquido que banha todos os órgãos internos. Sob pressão, o líquido funciona como um esqueleto hidrostático. Se a metade posterior contrai, o líquido, ao ser comprimido faz com que a extremidade anterior se alongue.
- Os nutrientes absorvidos e o oxigênio são transportados pelo líquido do pseudoceloma.

# Nematóides – cutícula

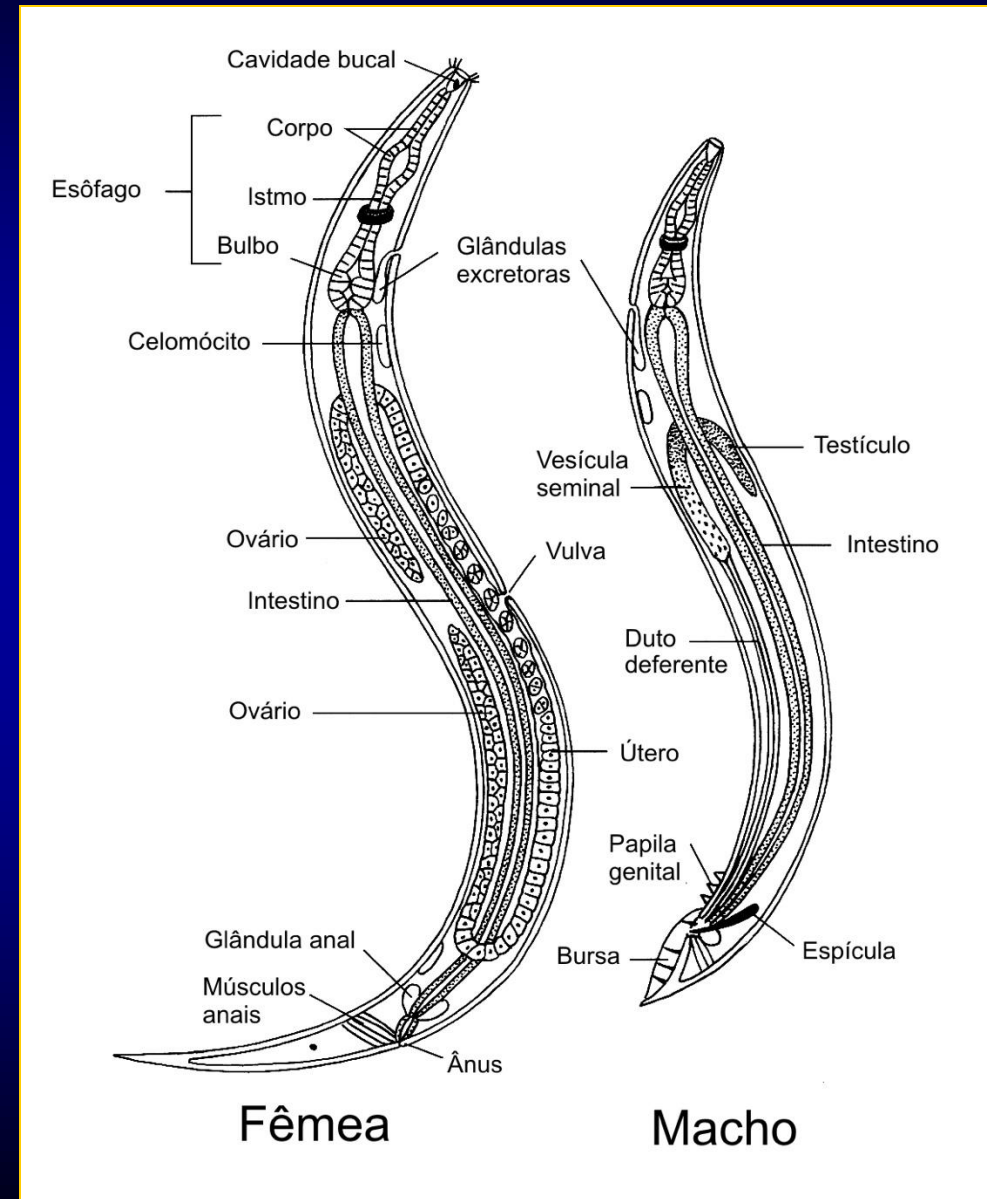


# Nematóides – cutícula

- Tem elasticidade anisométrica (muito elástica no sentido longitudinal e pouco elástica no sentido transversal), permite os movimentos de retração, extensão, ondulatórios e de flexão.
- Durante os movimentos, há pouca alteração de seu diâmetro
- A cutícula sofre mudas para o organismo crescer – 4 mudas até a maturação sexual.

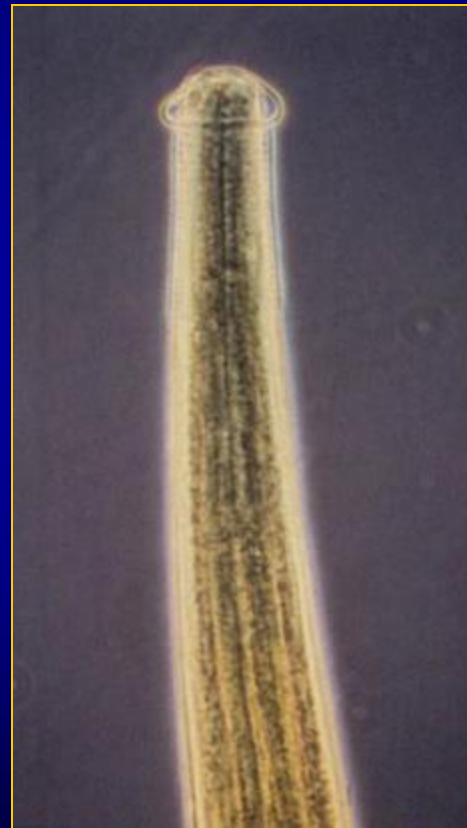
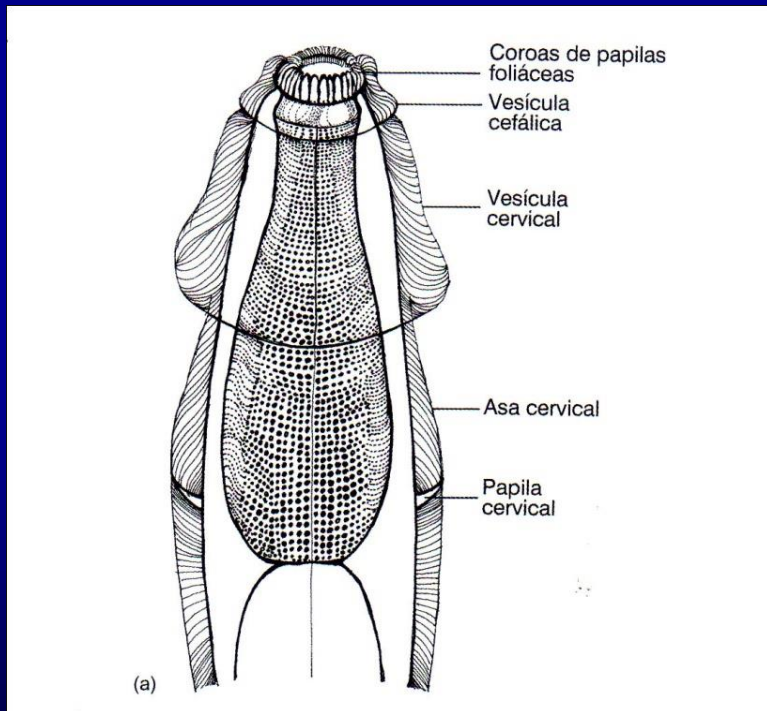
# Nematóides – cutícula

- Reveste a superfície do parasita



# Nematóides – cutícula

- A cutícula pode apresentar estriações, expansões laterais.



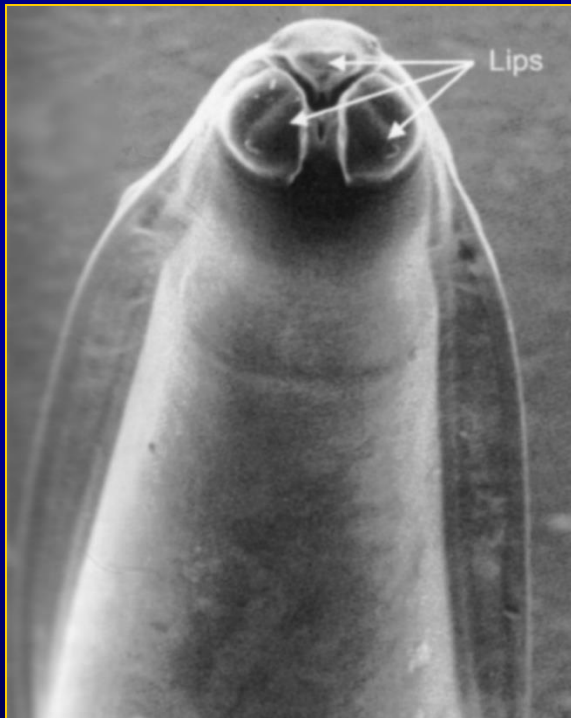
*Cooperia* spp.



*Haemonchus contortus*

# Nematóides

## Estruturas cefálicas



Asas cefálicas em  
*Toxocara*



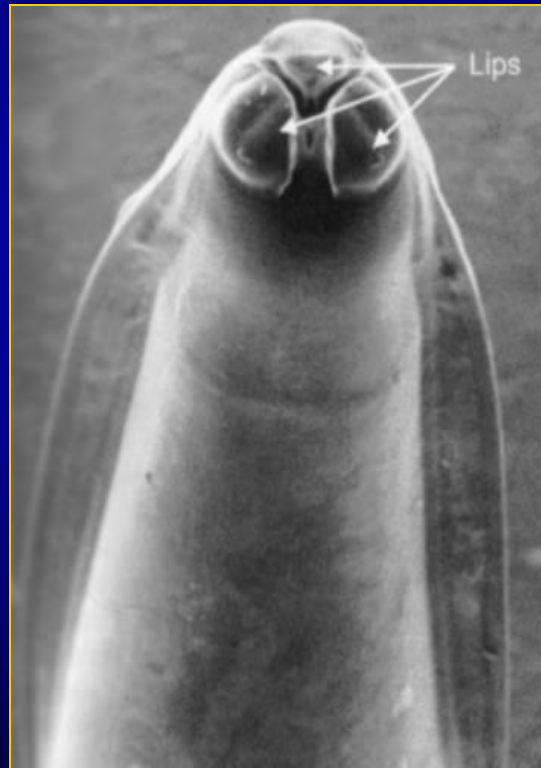
Cordões em  
*Dispharynx*

# Nematóides – cutícula

- Na extremidade anterior: reveste lábios que cercam a boca ou forma lancetas ou expande-se formando a cápsula bucal com dentes ou lâminas cortantes .



Cápsula bucal de  
*Ancylostoma*



*Toxocara canis*



*Haemonchus contortus*



# Nematóides – cutícula

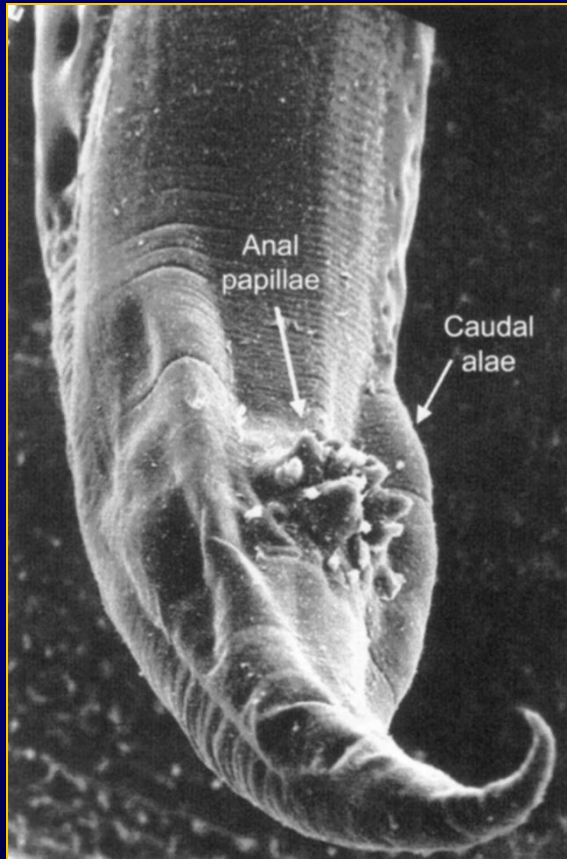
- Na extremidade posterior: Em alguns nematóides pode ocorrer a presença de asas, papilas ou estruturas expandidas (bolsa copuladora) que tem a função de fixar o macho à fêmea durante a cópula.



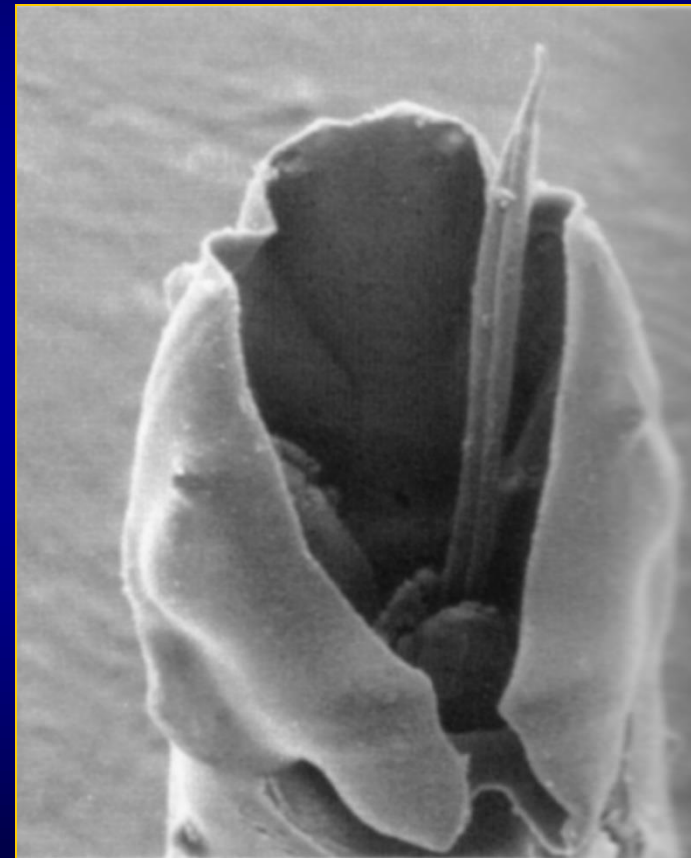
*Haemonchus contortus*

# Nematóides

## Estruturas caudais



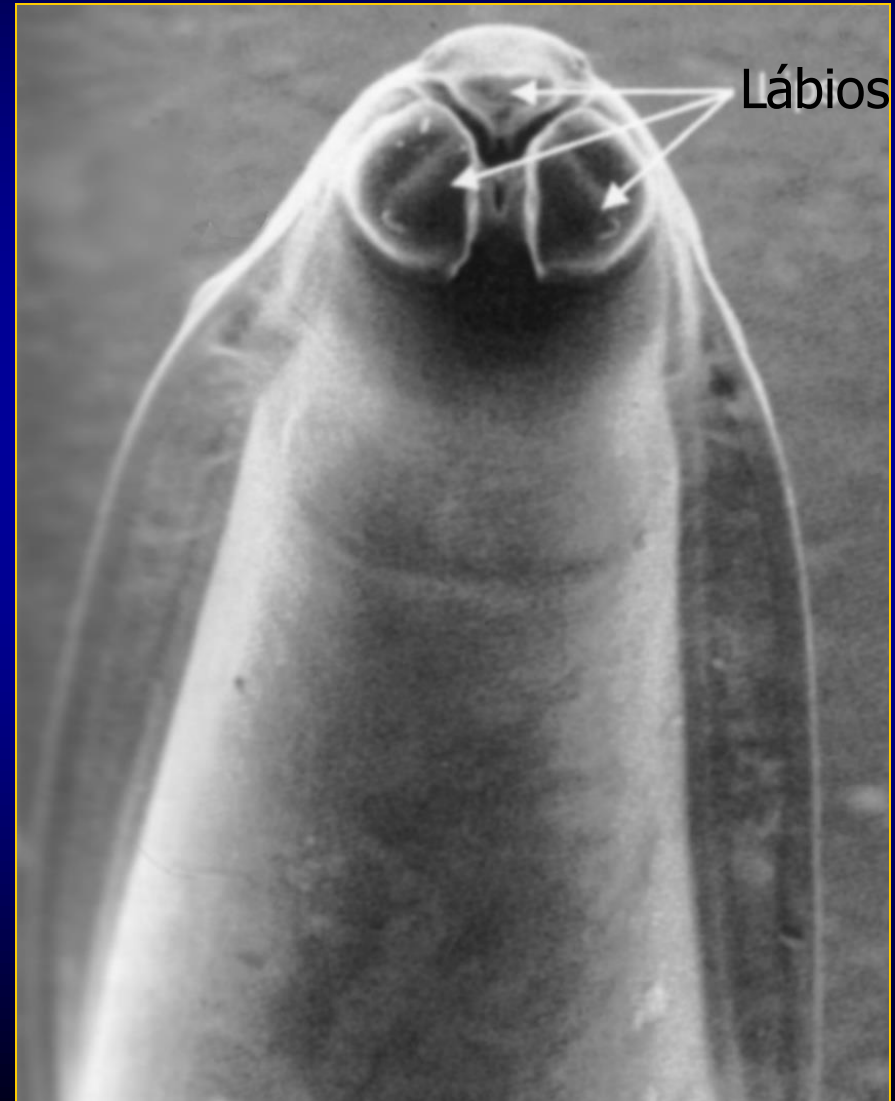
Asas caudais e papilas anais de *Eugenurus*



Bolsa copulatória de *Chabertia* com espículas estendidas

# Nematóides – sistema digestório

- Apresentam tubo digestivo completo – cavidade oral, esôfago, intestino e ânus
- Boca apresenta 6 lábios que podem estar fundidos em pares
- Algumas espécies têm somente 2 lábios ou nenhum
- Pode ter cápsula bucal
- Apresentar dentes ou lâminas
- Papilas sensoriais

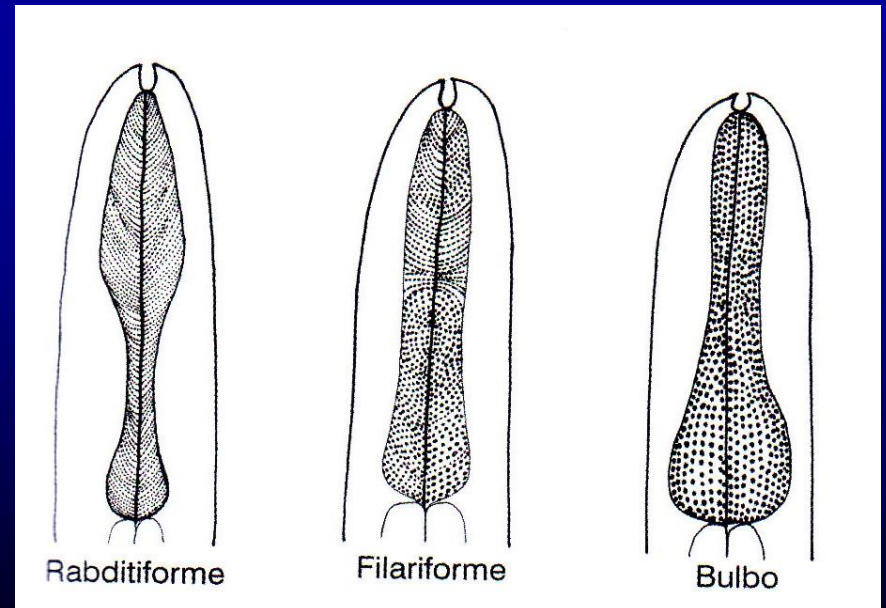
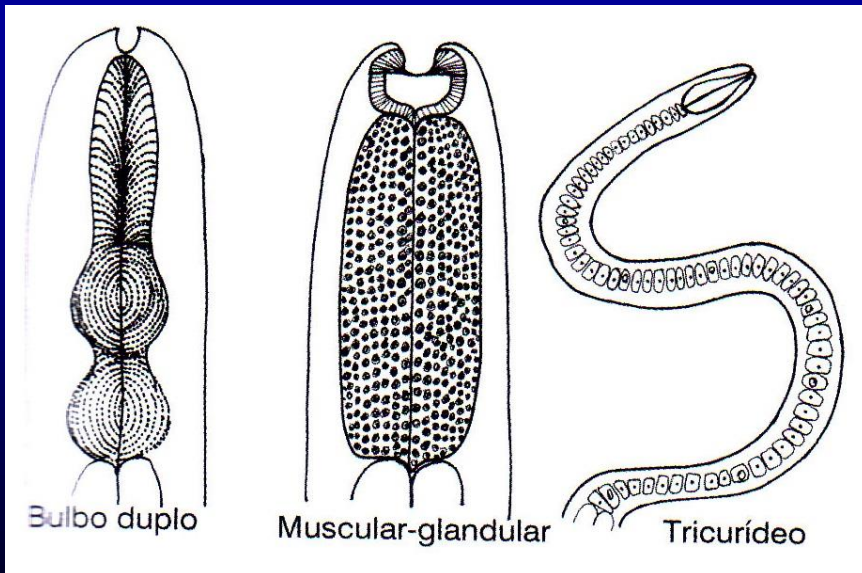


# Nematóides – sistema digestório

- Esôfago: tubo muscular que contém células glandulares.
- Possui um sistema de válvulas que funcionam como uma bomba peristáltica.
- Ingestão do alimento se faz contra a pressão do líquido do pseudoceloma que mantém o esôfago colabado.
- O intestino é tubular, formado por uma única camada de células ou por um sincício.
- O intestino termina no ânus nas fêmeas e na cloaca nos machos.
- A defecação é resultado da contração de um músculo dilatador anal.

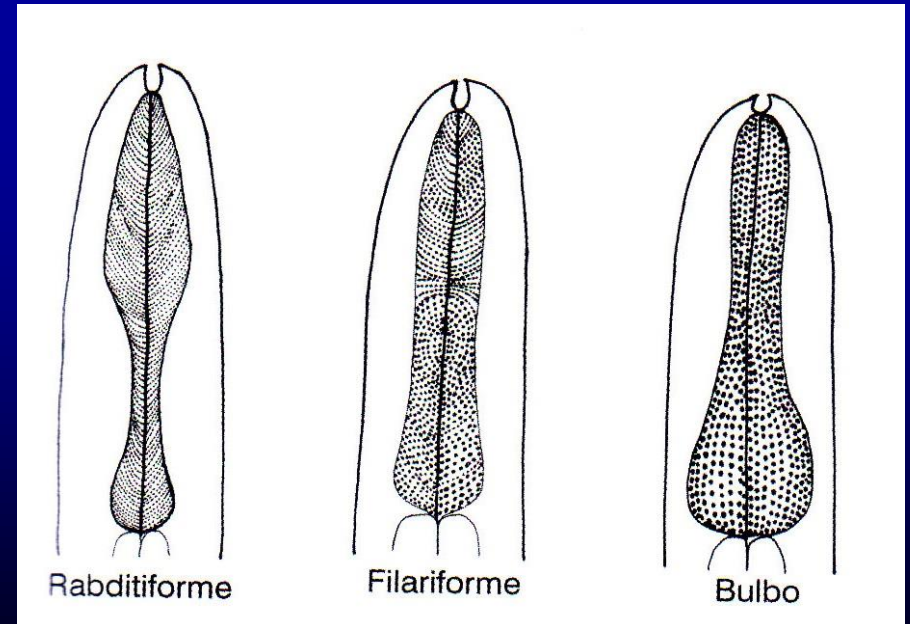
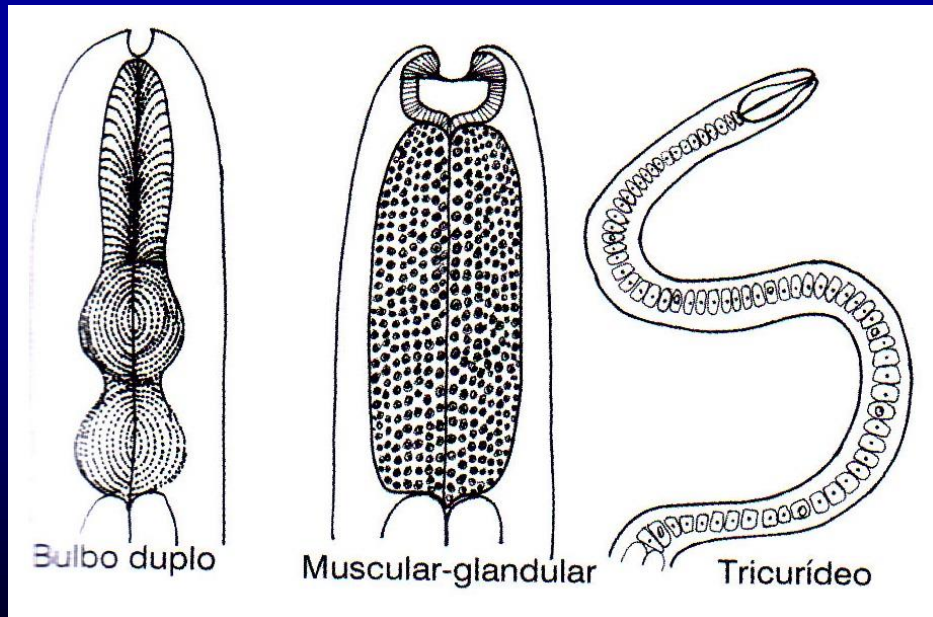
# Nematóides - tipos de esôfago

- Esôfago – pode apresentar uma porção muscular e outra glandular e várias formas.
- Filariforme: nematóides com bolsa copulatória
- Bulbo: ascarídeos
- Bulbo duplo: : oxiurídeos



# Nematóides - tipos de esôfago

- Muscular-glandular: filarídeos e espirurídeos
- Rabiditiforme: larvas pré-parasitárias de muitos nematóides
- Tricurídeo: forma capilar, passa por uma coluna única de células



# Nematóides – forma de alimentação

- Vivem na luz intestinal e se alimentam de microrganismos e materiais presentes na luz. Ex: *Ascaridia*.



*Ascaris suum*

# Nematóides – forma de alimentação

- Nematóides da luz intestinal que se alimentam da mucosa do tubo digestivo, ou através dela. Contém cápsula bucal adaptadas para fixação à mucosa, estiletos, dentes ou placas que dilaceram os tecidos do hospedeiro e o fazem sangrar. Alimentam-se de sangue, linfa intersticial e tecido macerado. Ex: *Ancylostoma*



*Ancylostoma caninum*



# Nematóides – forma de alimentação

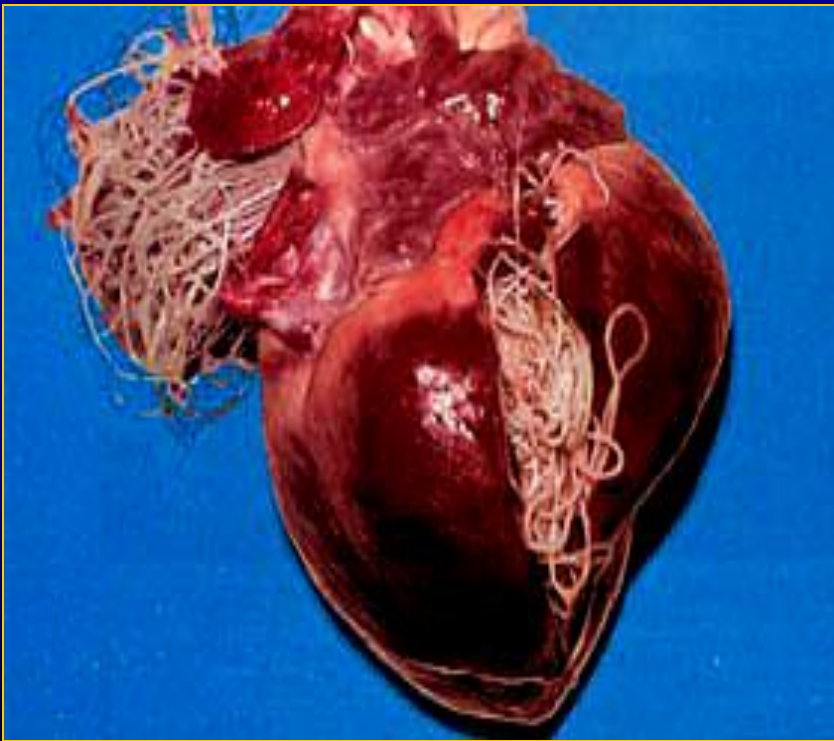
- Nematóides da luz intestinal desprovidos de cápsula bucal mas que se alimentam penetrando parcialmente na mucosa onde produzem histólise e absorvem o material. Ex: *Trichuris* spp.

*Trichuris suis*  
Necrópsia de ceco de suíno



# Nematóides – forma de alimentação

- Nematóides que vivem nos tecidos ou interior de órgãos. Alimentam-se produzindo histólise, ou ingerindo sangue, linfa, líquidos inflamatórios dentre outros. Inclui os filarídeos e larvas migratórias.



*Dirofilaria immitis*



*Dioctophyma renale*

# Nematóides – respiração e consumo de oxigênio

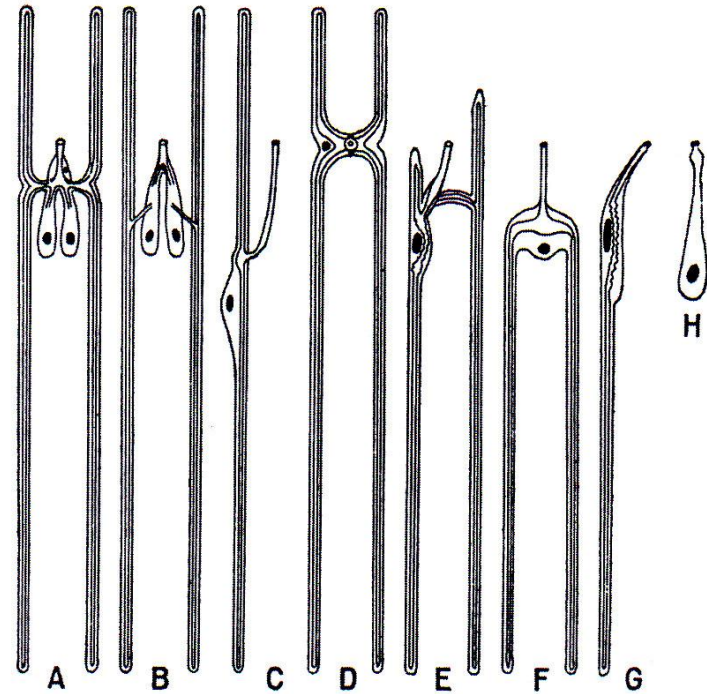
- A maior parte dos nematóides é aeróbio facultativo.
- O oxigênio difunde-se pela cutícula para alcançar os tecidos através do líquido da cavidade pseudocelomática.
- Os movimentos do helminto promove correntes líquidas facilitando a difusão do gás.
- Ancilostomídeos utilizam o oxigênio contido no sangue do hospedeiro
- Alguns nematóides tem “hemoglobina” (alta afinidade pelo oxigênio).
- Estágios de vida livre: geralmente o metabolismo é aeróbico.
- Adultos no hospedeiro: anaeróbicos ou aeróbicos.

# Nematóides – sistema circulatório

- Não possuem sistema circulatório
- O líquido da cavidade possui oxi-hemoglobina
- Distribuição de nutrientes através das contrações da musculatura de revestimento

# Nematóides – sistema excretor

- Principal função de osmorregulação e equilíbrio salino.
- Consiste em glândulas unicelulares pares
- Poro excretor
- Dutos ao longo do corpo



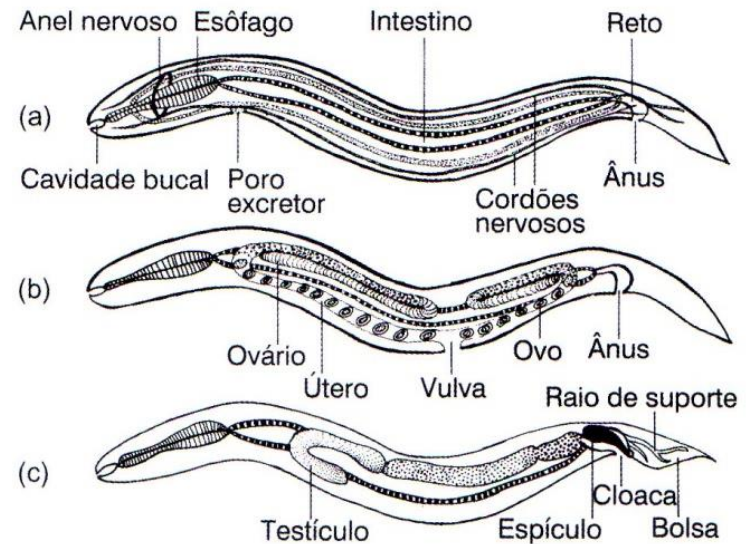
**Fig. 42.10** Principais tipos de aparelho excretor, em nematóides. A. Tipo rabditóide. B. Em *Oesophagostomum*. C. Tilencóide. D. Oxiuróide. E. Ascaróide. F. Cefalobóide. G. Anisacóide. H. Enoplóide. (Segundo Chitwood *et al.*, 1950.)

# Nematóides – sistema nervoso

- Principal componente – anel nervoso – fusão de gânglios ao redor do esôfago
- Feixes nervosos ventral e dorsal
- Anfídio – Órgão sensorial disposto em par lateralmente na parte anterior com função quimiorreceptora
- Pequenos órgãos sensoriais – papilas cefálicas e caudais, anfídeos e fasmídeos (em Rhabditida)

# Nematóides – sistema reprodutor

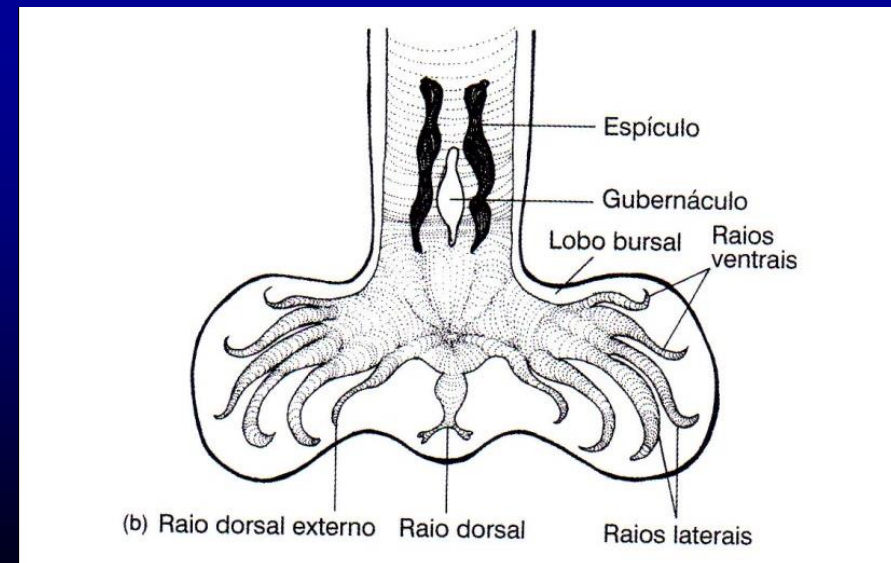
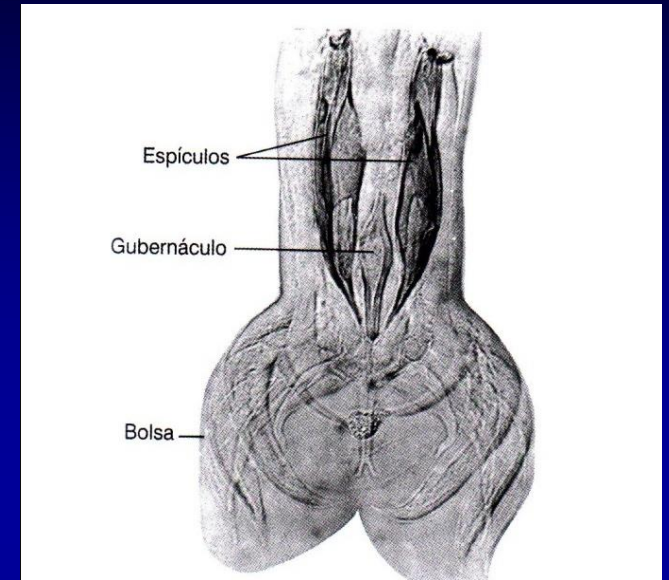
- São dióicos - os sexos se encontram separados em indivíduos diferentes
- Freqüentemente mostram dimorfismo sexual (machos menores do que as fêmeas)



**Fig. 1.2** Cortes longitudinais de um nematódeo generalizado. (a) Sistemas digestivo, excretor e nervoso. (b) Sistema reprodutor de fêmea de nematódeo. (c) Sistema reprodutor de macho de nematódeo.

# Nematóides – sistema reprodutor

- Machos – testículo único, vesícula seminal e ducto deferente, cloaca e ducto ejaculador na cloaca.
- Presença de espículos quitinizados (mantém a vulva aberta). Em algumas espécies pode ser único (*Trichuris*). Possuem grande variação de tamanho e forma sendo utilizados para diagnóstico.
- Alguns grupos de nematóides possuem um gubernáculo (auxilia no direcionamento dos espículos).
- Strongylida há uma bolsa copuladora





# Nematóides – sistema reprodutor

- Extremidade posterior também podem apresentar apêndices como asas caudais, papilas sensoriais, ventosas que auxiliam na cópula.
- Os espermatozóides não contem flagelos – movimento amebóide

# Nematóides

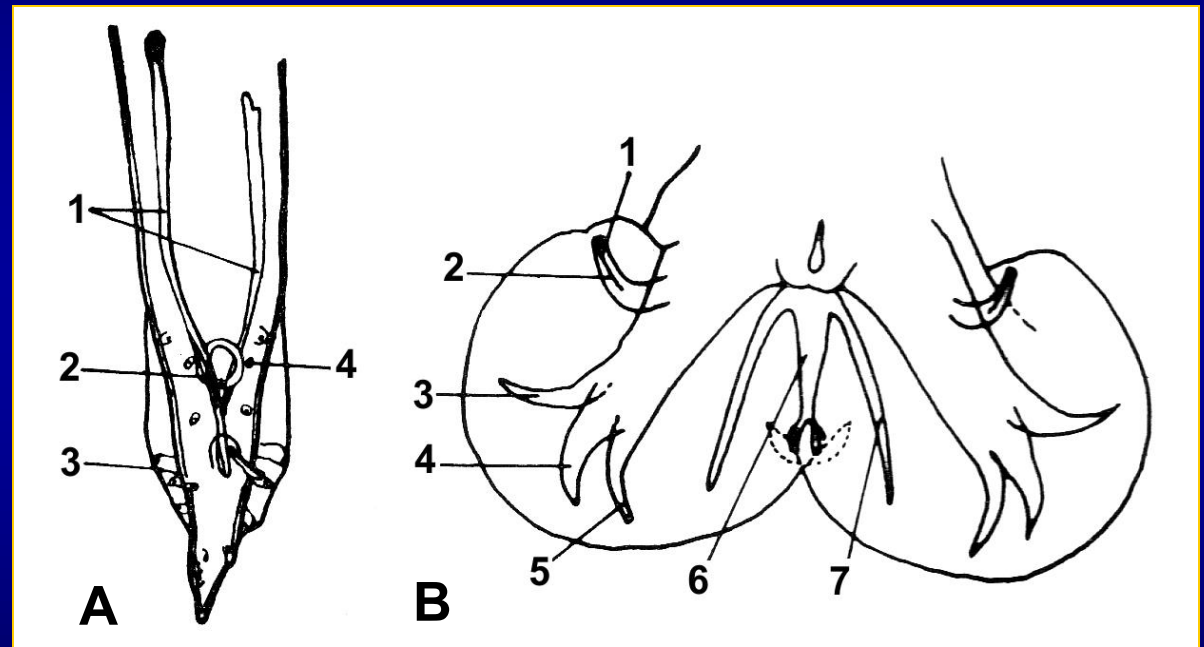
## Extremidade posterior do macho

**A.** Com expansão cuticular formando asas caudais

- 1. Espículos
- 2. Ventosa pré-cloacal
- 3. Papila pendunculada
- 4. Papila séssil

**B.** Com bolsa copuladora

- 1-7. Raios da bolsa copuladora



# Nematóides

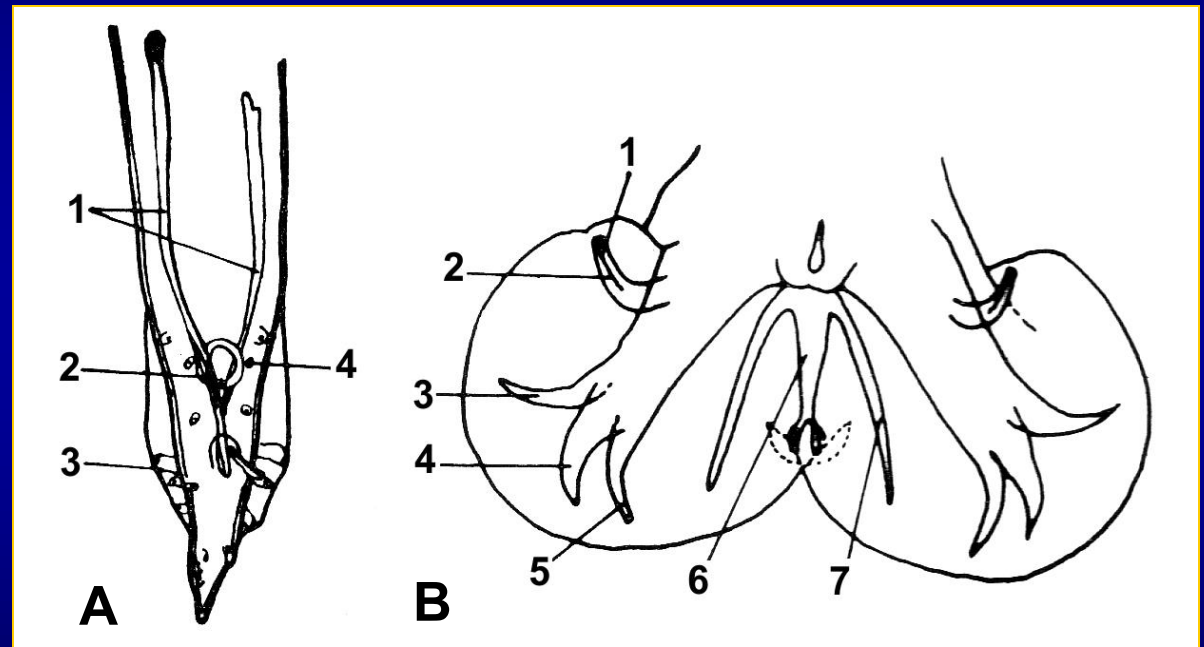
## Extremidade posterior do macho

**A.** Com expansão cuticular formando asas caudais

- 1. Espículos
- 2. Ventosa pré-cloacal
- 3. Papila pendunculada
- 4. Papila séssil

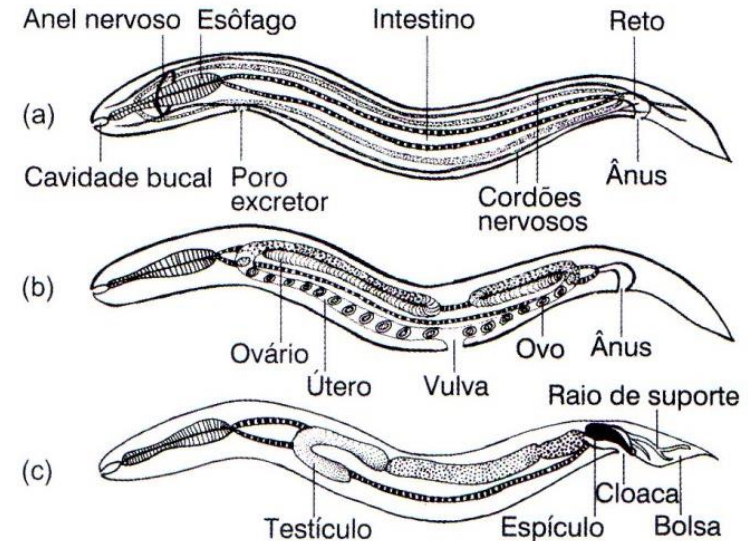
**B.** Com bolsa copuladora

- 1-7. Raios da bolsa copuladora



# Nematóides – sistema reprodutor

- Órgãos femininos compreendem um ovário, oviduto, útero, vagina e vulva. A localização e os aspectos anatômicos especiais da vulva auxiliam na identificação dos parasitas.
- No útero ocorre a fecundação, formação da casca e o processo embrionário (para nematóides que eliminam ovos larvados).



**Fig. 1.2** Cortes longitudinais de um nematódeo generalizado. (a) Sistemas digestivo, excretor e nervoso. (b) Sistema reprodutor de fêmea de nematódeo. (c) Sistema reprodutor de macho de nematódeo.

# Nematóides – sistema reprodutor

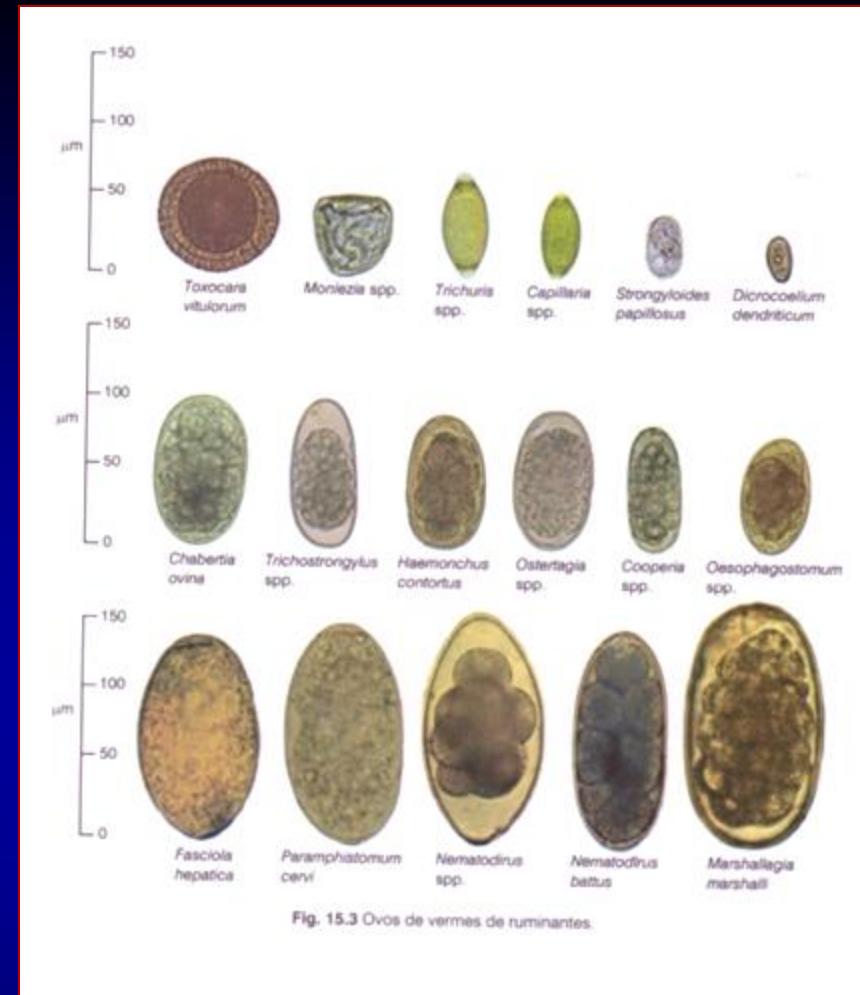
- Também pode estar presente um apêndice vulvar

*Haemonchus contortus*



# Nematóides – ovo

- Diferem muito no tamanho e na forma.
- Alguns apresentam a casca muito espessa (ex. *Toxocara*) e outros muito fina (*Strongyloides stercoralis*)
- O potencial de sobrevivência no meio ambiente varia, parece estar relacionado à espessura da casca que protege a larva contra a dessecação.



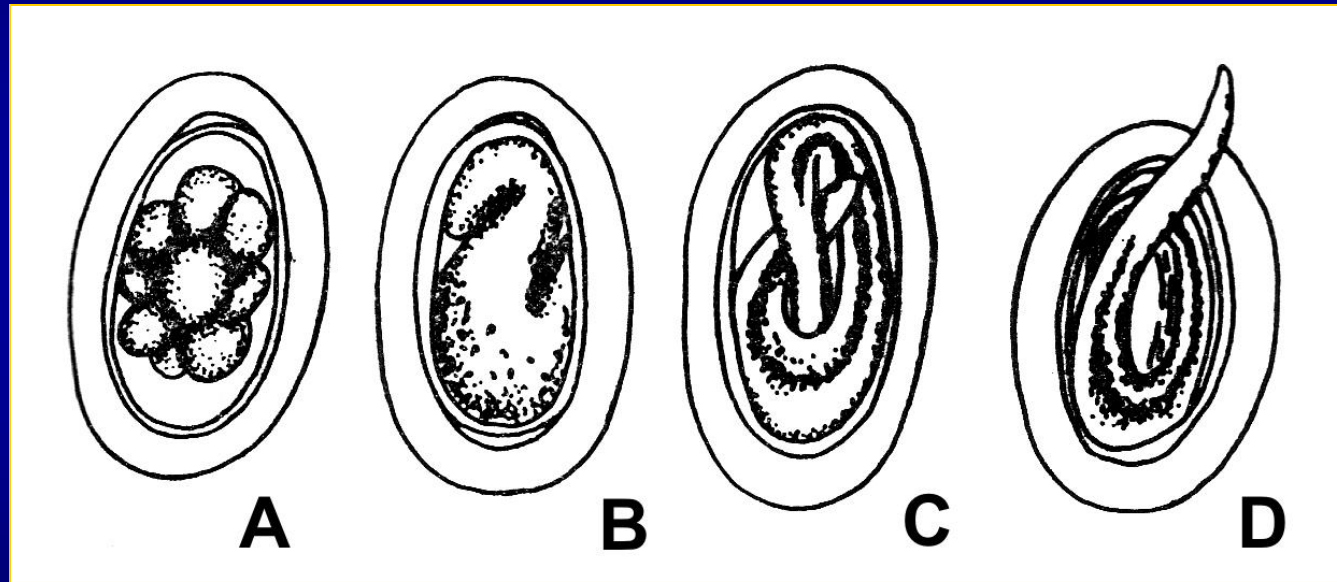
*Strongyloides stercoralis*

Ovos de helmintos parasitas de ruminantes

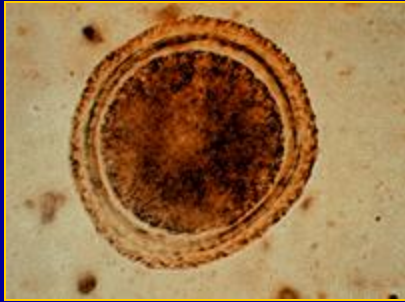
# Nematóides

## Estágio de desenvolvimento do ovo

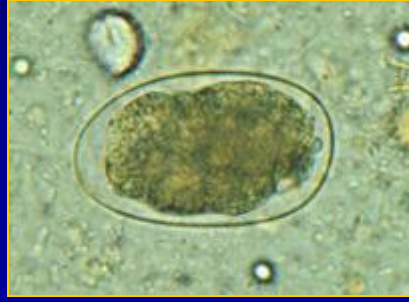
- A. Ovo em estágio de mórula
- B. Ovo em desenvolvimento embrionado
- C. Ovo embrionado
- D. Larva em início de eclosão



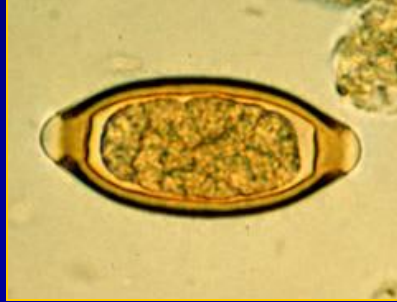
# Nematóides – ovos



*Toxocara*



*Ancylostoma*



*Trichuris*



*Strongyloides*



*Trichostrongylus*



*Oxyuris*



# Nematóides - eclosão

- Eclosão no meio ambiente: regulada pelo desenvolvimento embrionário e pelas condições ambientais, especialmente temperatura e umidade.
- Vantagem: a larva somente eclode sob condições propícias.
- Antes da eclosão as larvas movimentam-se ativamente dentro do ovo
- Há produção de enzimas capazes de destruir as membranas internas do ovo aumentando a permeabilidade da casca à água
- Há entrada de líquido dentro do ovo e da larva que aumenta de tamanho.
- Pressão exercida pela larva e modificações na membrana externa resultam na ruptura da casca e libertação da larva. Em muitas espécies a larva sai pelo opérculo ou tampão.

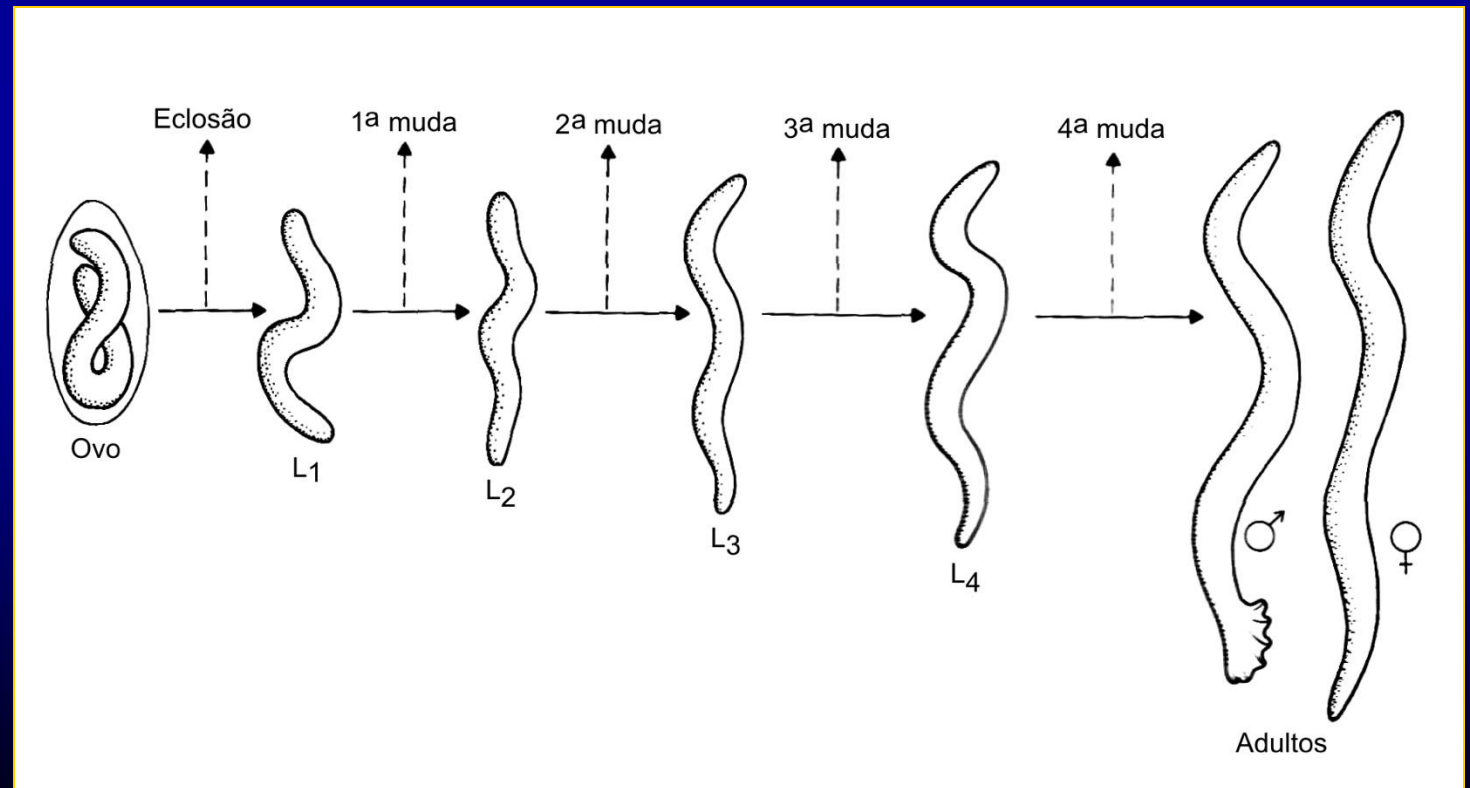
# Nematóides - eclosão

- Quando a eclosão ocorre dentro do hospedeiro, há estímulos específicos envolvidos.
- Presença de agentes redutores, valor de pH, temperatura e presença de sais estão envolvidos.
- Para *Ascaris*, *Toxocara* e *Ascaridia* o gás carbônico estimula a eclosão dos ovos. Há necessidade de CO<sub>2</sub> dissolvido ou ácido carbônico não dissociado para ocorrer eclosão.
- Como as distintas regiões dos intestinos apresentam diferenças quanto ao pH, salinidade, potencial de oxirredução, a eclosão dos ovos pode ocorrer nas regiões onde há condições mais favoráveis.

# Nematóides

## Seqüência típica de desenvolvimento

- O crescimento da larva é interrompido durante a muda por períodos de letargia onde a larva não se alimenta e nem se move



# Nematóides – ecdise ou muda

- Pouco conhecido
  1. Há formação da nova cutícula sob a velha
  2. Separação da cutícula antiga da nova por dissolução enzimática
  3. Os extratos superficiais passam a constituir uma bainha que envolve a larva
  4. Ruptura desta bainha que envolve a larva

# Nematóides - ecdise

- Para triconstrogilídeos, estrogilídeos e os rabditóides a larva do terceiro estágio não se liberta da velha cutícula que permanece como uma bainha encapsulando totalmente a larva. Nesta fase a larva não se alimenta e aguarda o momento propício para eclodir.
- Importante mecanismo de proteção da larva infectante
- Estímulo para desembainhamento semelhante ao da eclosão.
- Alguns (*Ancylostoma* e *Necator*) podem perder a bainha devido ao atrito com as partículas do solo ou no momento de invadir ativamente a pele do hospedeiro.

# Nematóides – ciclo de vida básico

- Há muitas variações, mas de um modo geral:
- **Monoxeno, direto:** as larvas de vida livre sofrem duas mudas após a eclosão e há infecção pela ingestão da larva infectante (L3). Há exceções: penetração da L3 pela pele ou ingestão do ovo contendo a larva.
- **Heteroxeno, indireto:** as duas primeiras mudas das larvas ocorre geralmente dentro do hospedeiro intermediário (HI), a infecção do HD ocorre pela ingestão do HI ou por inoculação da L3 (insetos hematófagos).
- No HD há duas mudas formando o adulto. Após a cópula inicia-se um novo ciclo.

# Nematóides – ciclo de vida básico

- Parasitas gastrintestinais: ciclo dentro do lúmen intestinal, com movimento limitado dentro da mucosa
- Entretanto, algumas larvas antes de se estabelecer na localização final (ex. intestino) migram pelo organismo do hospedeiro. Uma das vias mais comuns é a hepática – traqueal. A partir do intestino vão para o fígado pelo sistema porta, pela veia hepática e veia cava posterior atingem o coração e pela artéria pulmonar, os pulmões. Migram pelos brônquios, traquéia e esôfago até o intestino.

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Número elevado de ovos produzidos
- Ovos com casca espessa (Ex: *Toxocara*)
- Entrosamento com hábitos e comportamento dos hospedeiros (disseminação fecal e penetração cutânea dos ancilostomídeos em locais úmidos e sombreados).



# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Ovo tem reserva armazenada para ocorrer a embriogênese
- Quando a larva eclode, de um modo geral as larvas se alimentam de microrganismos, matéria orgânica.
- Há espécies nas quais as larvas de terceiro estágio não se alimentam e morrem quando as reservas de nutrientes se esgotam.

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Componentes importantes no ambiente externo: temperatura e umidade
- Temperatura ideal: 18 a 26°C
- Alta temperatura: desenvolvimento rápido, metabolismo alto, rápido consumo de nutrientes, aumenta mortalidade de larvas.
- Temperaturas baixas: baixo metabolismo, aumenta sobrevivência da larva. Temperaturas abaixo de 10°C o desenvolvimento do ovo para L3 pode não ocorrer.
- Frente às adversidades os nematóides apresentam mecanismos especiais de sobrevivência como redução da atividade metabólica (dormência ou hipometabolismo) ou mesmo paralisação (vida latente ou ametabolismo)

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Quiescência, estágio de dormência
  - Há redução da atividade metabólica, pode ser condicionada por:
    - condições desfavoráveis do meio. Ex. falta de água, de oxigênio, baixas temperaturas.
    - condição obrigatória do ciclo, relacionada à fase do ciclo atingida. Fatores ambientais favoráveis disparam a fase evolutiva seguinte. Ocorre com ovos de muitas espécies e também com larva de terceiro estágio (infectante).

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Diapausa, hipobiose
- Há um bloqueio metabólico, há parada do desenvolvimento induzida por condições ambientais. Adaptação às mudanças de estação.
- Ex: larvas infectantes de *Ostertagia* (parasita abomaso de pequenos ruminantes) depois de serem ingeridas produzem dois tipos de larvas de quarto estágio: uma que se desenvolve e outro tipo que permanece estacionária nos tecidos durante todo o inverno. Há uma nova safra de adultos no início da primavera.
- Estas larvas em diapausa não são afetadas por tratamento anti-helmíntico.
- O término da diapausa está relacionado à fatores endógenos que agem depois de um certo tempo (16 a 18 semanas no caso da *Ostertagia*)

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- O grau de larvas que entram em diapausa parece estar relacionado à vários fatores, dentre estes, a adversidade do ambiente.
- Diapausa também pode ocorrer em decorrência de imunidade adquirida, quanto idade do hospedeiro.
- Amadurecimento destas larvas também pode estar relacionado à alterações no hospedeiro como proximidade do parto.
- Importância: assegura a sobrevivência do nematóide durante períodos de adversidade, maturação subsequente das larvas aumenta a contaminação ambiental

# Nematóides – mecanismos adaptativos

- Aumento peripuerperal (APP) em contagens de ovos fecais
- Mais acentuado em ovelhas, cabras e porcas.
- Relacionado à diminuição da imunidade, influenciado pelo estado proteico
- Várias causas dentre estas maturação das larvas em diapausa.

# Classificação dos Nematoda (vermes redondos)

<b>Ordem</b>	<b>Superfamília</b>	<b>Comentários</b>
<b>Strongylida</b>	Trichostrongyloidea Strongyloidea Ancylostomatoidea Metastrongyloidea	nematóides "bursados"
<b>Ascaridida</b>	Ascaridoidea	nematóides "não bursados"
<b>Oxyurida</b>	Oxyuroidea	
<b>Rhabditida</b>	Rhabditoidea	
<b>Spirurida</b>	Spiruroidea Thelazioidea Filaroidea Habronematoidea	
<b>Enoplida</b>	Trichuroidea (Trichinelloidea) Dioctophymatoidea	

<b>SUFIXO</b>	
<i>ida</i>	
<i>oidea</i>	
<i>idae</i>	
<i>inae</i>	

# Trichurida – características

- Possuem uma estrutura no esôfago denominada esticossoma – estrutura formada por células glandulares (células esticócitos)
- Ovos bi-operculados
- Uma única gônada em ambos os sexos
- Machos com uma ou nenhum espícula ou bainha espicular



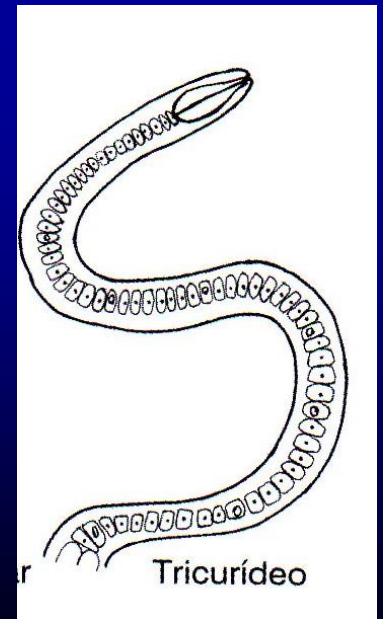
*Trichuris*



*Capillaria*



*Trichuris*





# Trichurida – características

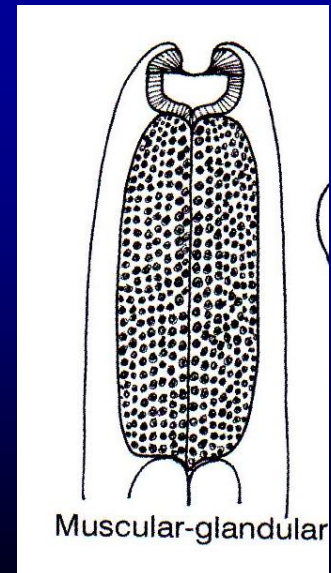
- *Trichuris* spp. - Corpo é mais fino em uma extremidade e grosso na outra – vermes “chicote”
- São encontrados no intestino grosso (ceco) de um grande número de mamíferos



*Trichuris*

# Rhabditida – características

- Incluem nematóides do gênero *Strongyloides*
- Cápsula bucal pequena ou ausente
- Os adultos possuem 6 lábios ligados a um esôfago muscular
- Ambos os sexos têm caudas cônicas e os machos possuem 2 espículas



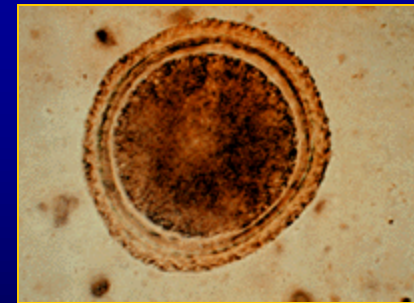
# Strongylida – características

- Incluem alguns dos mais importantes parasitas humanos e animais: *Ancylostoma*, *Angiostrongylus*, *Metastrongylus*, *Haemonchus*, *Dictyocaulus*, *Stephanurus*, etc.
- São chamados de nematódeos “bursados” – possuem uma bursa copulatória com raios musculares na extremidade posterior dos machos
- Geralmente têm ciclo direto mas podem utilizar hospedeiros paratênicos



# Ascaridida – características

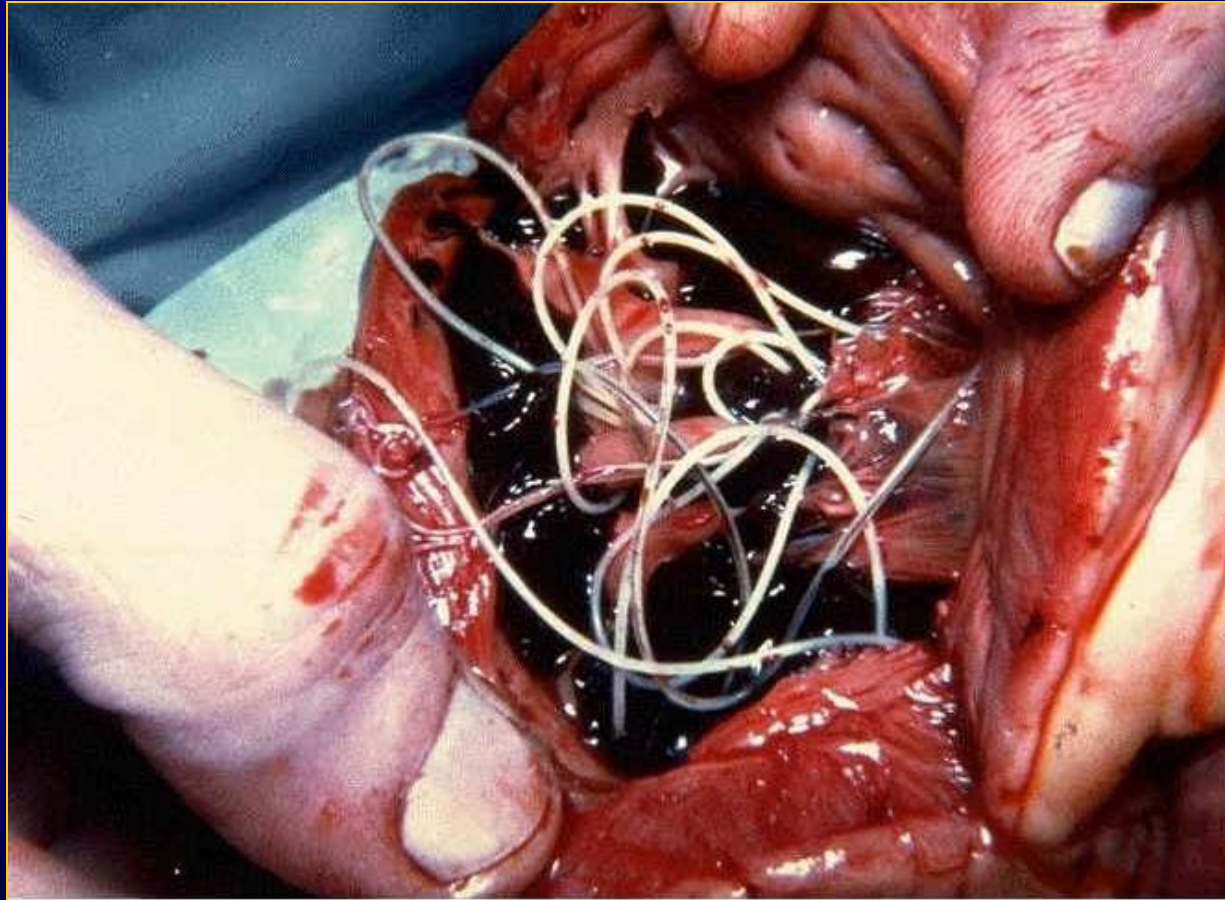
- Grupo muito grande de espécies
- Vermes grandes e encorpados com 3 lábios proeminentes
- Numerosas papilas labiais e caudais
- Adultos parasitam o intestino delgado de vertebrados
- Podem ter ciclo direto ou utilizar hospedeiro paratênico ou intermediário



# Spirurida – características

- Quase todas as espécies produzem ovos que têm uma larva de 1º estágio totalmente desenvolvida e requerem um hospedeiro intermediário invertebrado
- Formam o mais heterogêneo grupo de nematóides
  - Maior disparidade de tamanho
  - Maior diversidade de ornamentação do corpo
  - Maior diversidade de microhabitats dos adultos
- Esôfago dividido em duas partes - região anterior muscular e posterior glandular

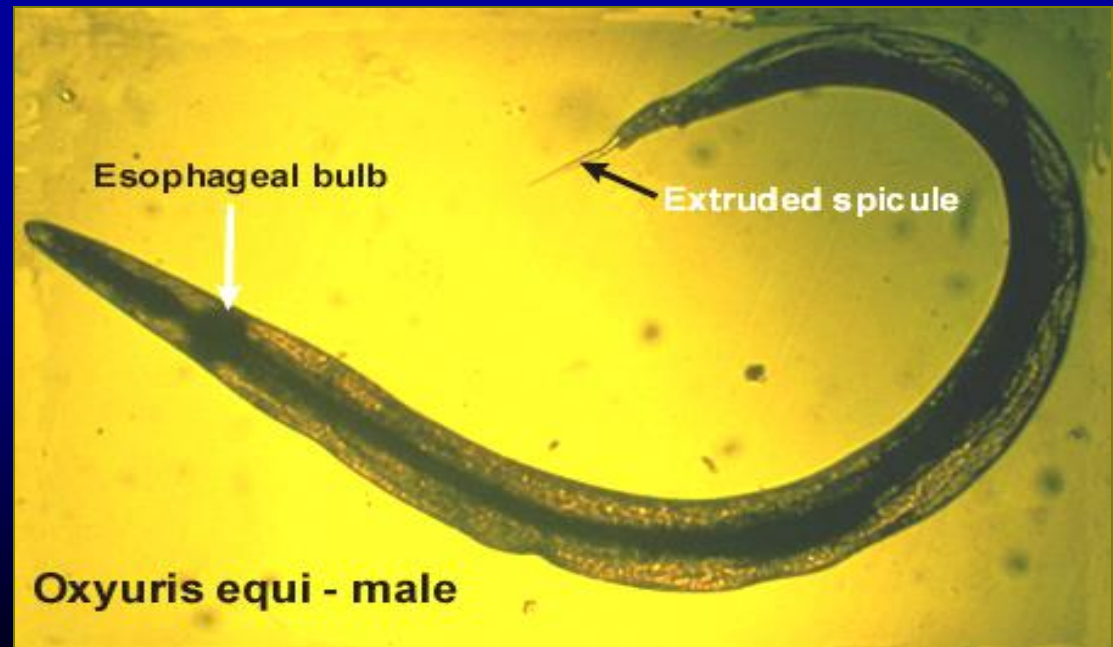
# Spirurida – características



*Dirofilaria immitis*

# Oxyurida – características

- Incluem nematóides do gênero *Oxyuris* spp.
- Esôfago com válvula quitinizada e bulbo posterior proeminente
- Machos contém 1 ou 2 espículas
- Ciclo de vida direto
- Adultos podem infectar vertebrados e invertebrados



# Bibliografia

- Bush, A.O.; Fernández, J.C.; Esch, G.W & Seed, J.R. (2001). Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Freitas, M.G. (1976). *Helmintologia Veterinária*. Editora Nobel.
- Roberts, L.S.; Janovy Jr, J. & Schmidt, P. (2004). Foundations of Parasitology. Seventh Edition. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, USA.
- Soulsby, E.J.L. (1982). Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. 7th Edition. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.
- Taira, N.; Ando, Y. & Williams, J.C. (2003). A Color Atlas of Clinical Helminthology of Domestic Animals (Revised edition). Elsevier Science BV, Amsterdam, The Netherlands.