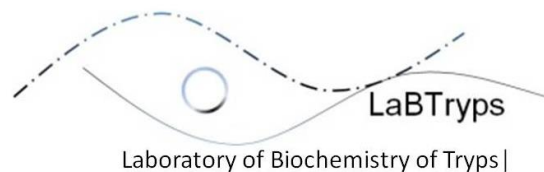


# Aspectos contemporâneos da parasitologia

BMP0104

## Helmintos: Nematoda



Ariel Mariano Silber  
Depto de Parasitologia  
ICB-USP

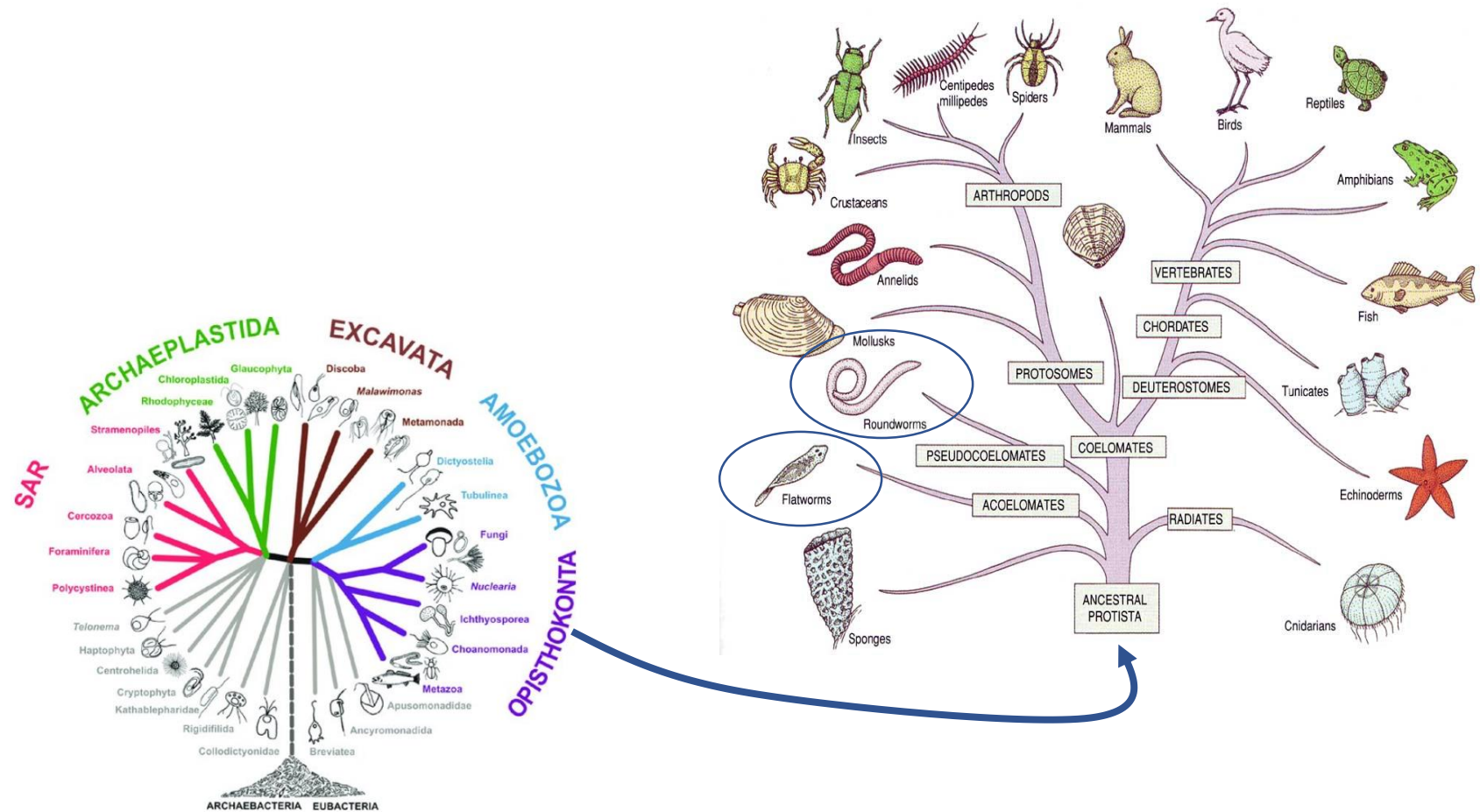


# Helmintos (Vermes)

Agrupamento “informal” sem valor taxonómico que agrupa organismos multicelulares

Reune vários Fila dentro do reino Animalia, não todos relacionados filogeneticamente

Dois Fila contem espécies de relevância médica



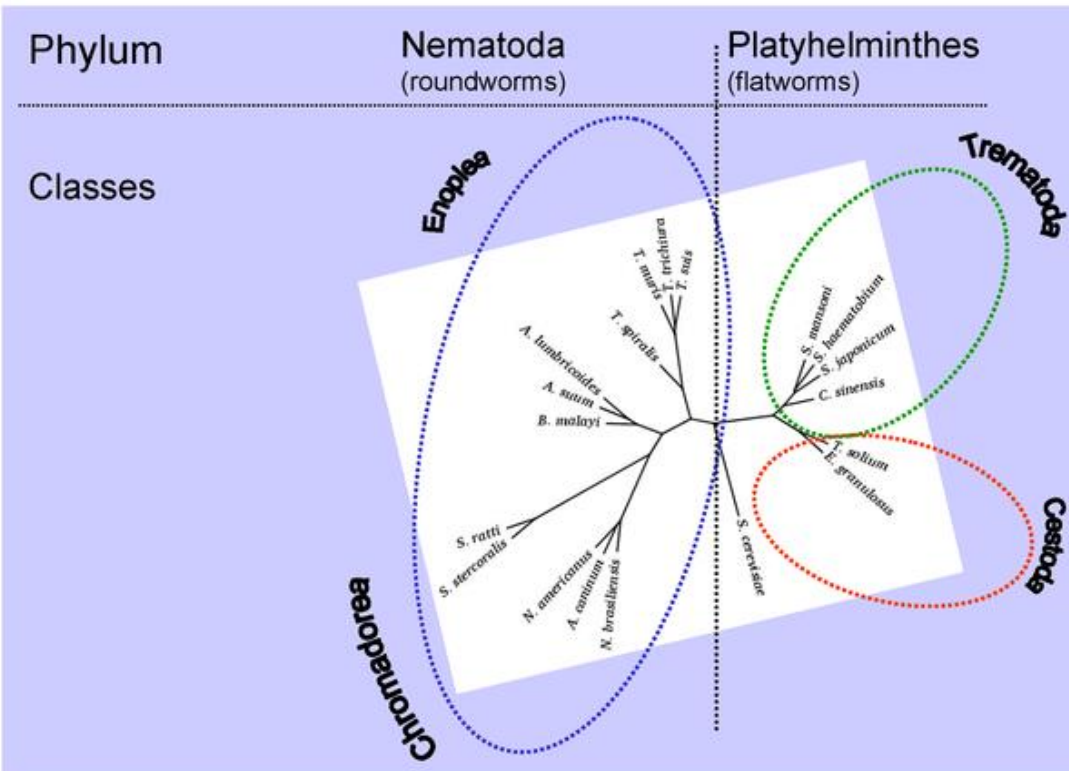
# Helmintos (Vermes)

Dois Fila contem espécies de relevância médica

**Informalmente:**

Nematelmintos: Nematoides

Platelmintos: Cestoides e Trematoides



## PLOS NEGLECTED TROPICAL DISEASES

OPEN ACCESS

REVIEW

### Helminth Genomics: The Implications for Human Health

Paul J. Brindley, Makedonka Mitreva, Elodie Ghedin, Sara Lustigman

Published: October 26, 2009 • <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000538>

# Nematoda (nematoides)

Arredondados (corpo cilíndrico, com extremos afiados)

Simetria bilateral

Pseudocelomados, triblásticos

Sistema digestório completo (com boca e anus)

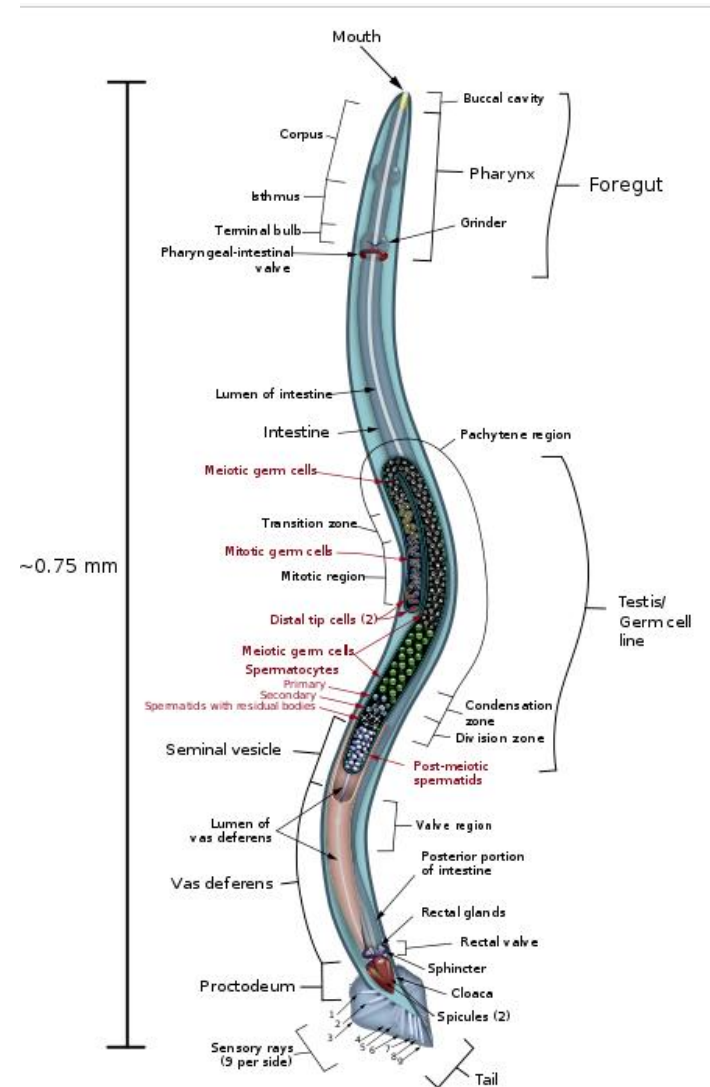
Sistemas circulatório e respiratório

Corpo não segmentado revestido de cutícula lipoprotica e rica em colágeno

Sistema nervoso simples e sistema locomotor (fibras musculares longitudinais)

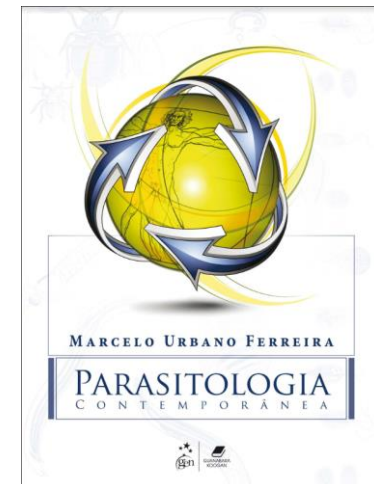
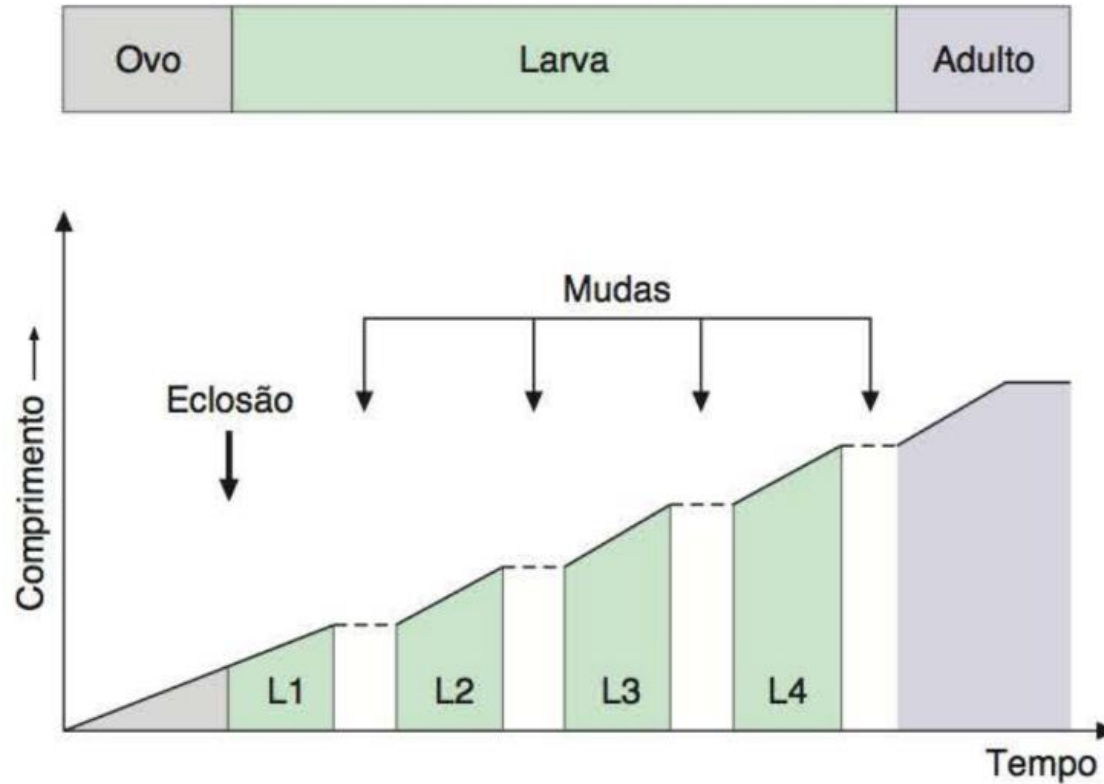
Dioicos (sexos separados) e apresentam dimorfismo sexual

Aeróbios ou anaeróbios



# Nematoda (nematoides)

Diversos estadios (ovo - larvas – adulto) com crescimento descontínuo



Fonte:

# Nematoda (nematoides)

## Pseudocelomados

Celoma: cavidade corporal

## Triblástico

Ectodermo  
Mesodermo  
Endodermo

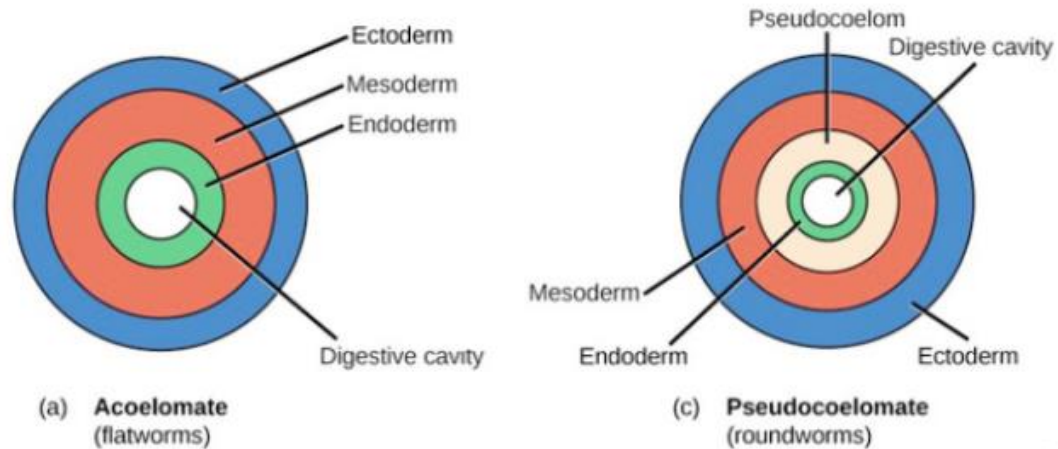
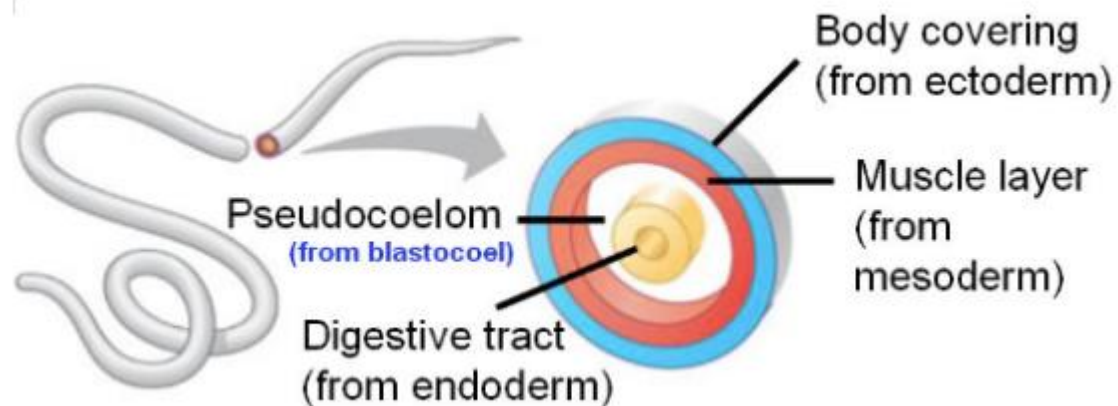


Figure 4: Comparing acoelomates and coelomates



# Nematoda (nematoides)

## Plano corporal:

Essencialmente dois tubos concêntricos:

Tubo externo: delimitado pela cutícula

Tubo interno: tracto digestivo

Espácio intermédio:

-pseudoceloma

-órgãos reprodutores

-líquido com duas funções:

“esqueleto hidrostático”  
distribuição de nutrientes

-epiderme sincicial:

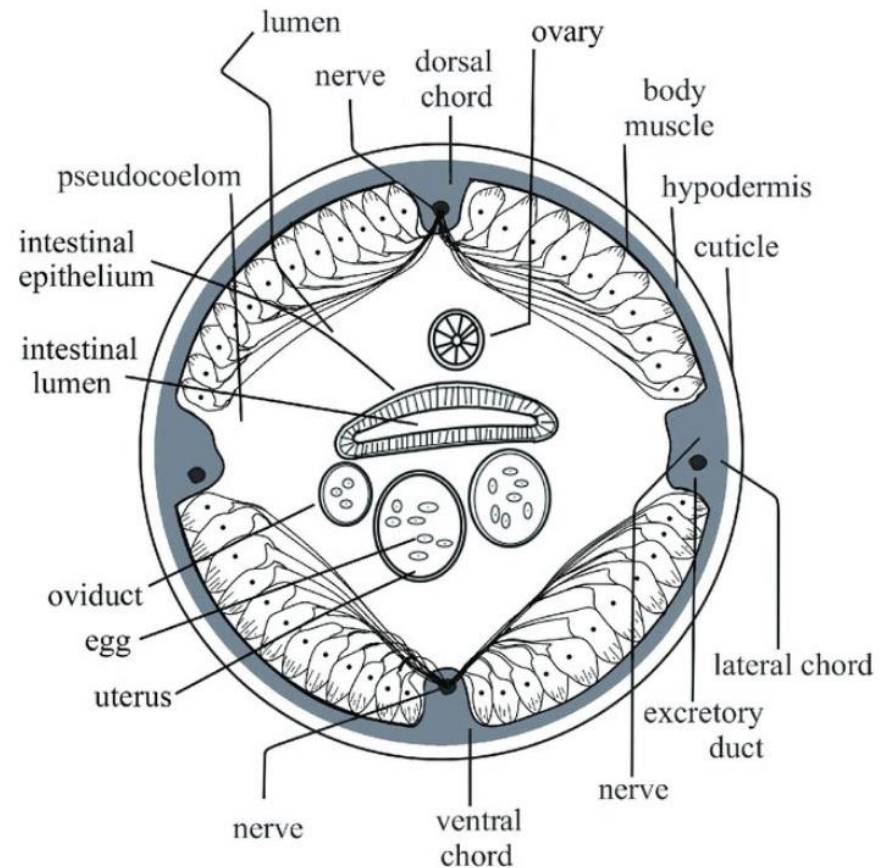
secreta os componentes da cutícula

-fibras musculares longitudinais

-cordões nervosos ventral e dorsal:

conectam ganglios e fibras musculares

-anel nervoso em volta da faringe



**PLOS ONE**

OPEN ACCESS PEER-REVIEWED

RESEARCH ARTICLE

Morphological adjustment in free-living *Steinernema feltiae* infective juveniles to increasing concentration of Nemafric-BL phytonematicide

Phatu W. Mashela, Ebrahim Shokoohi, Kgabo M. Pofu

Published: January 3, 2020 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227448>

# Nematoda (nematoides)

## Aspecto externo

Tamanho variável

vida livre: ~1 mm

marinhos: ~5 mm

zooparasitas: ~30 cm – 8 m

parasitas humanos: ~35 cm - ~120 cm

Podem apresentar “decoração” externa

fendas

rugas

estrias

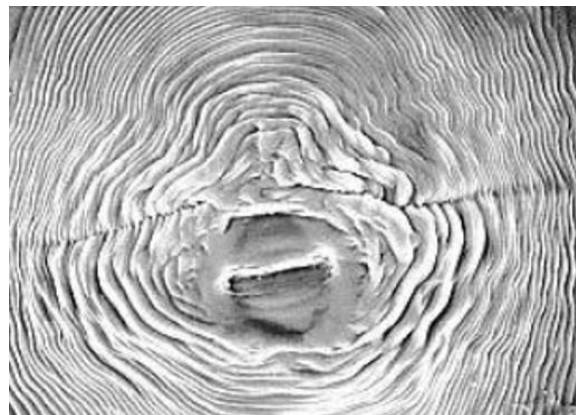
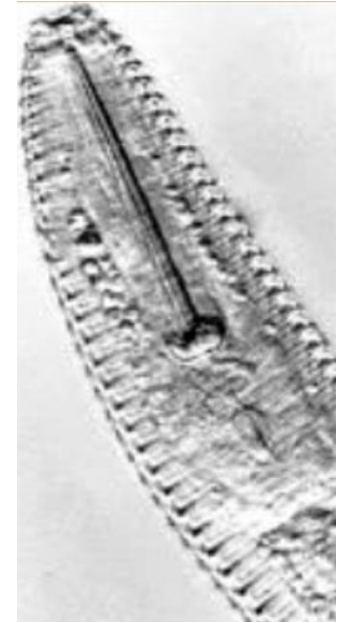
escamas

Podem apresentar expansões (simil asas)

cervicais

caudais

laterais

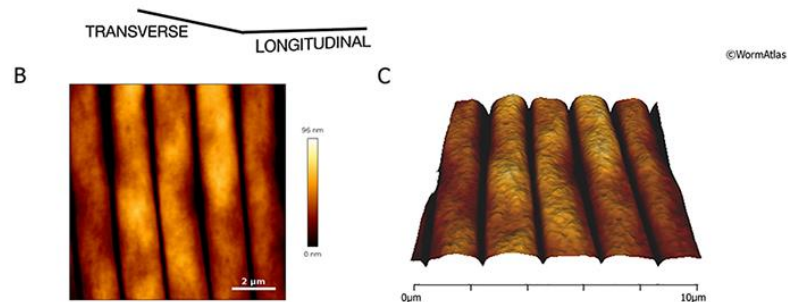
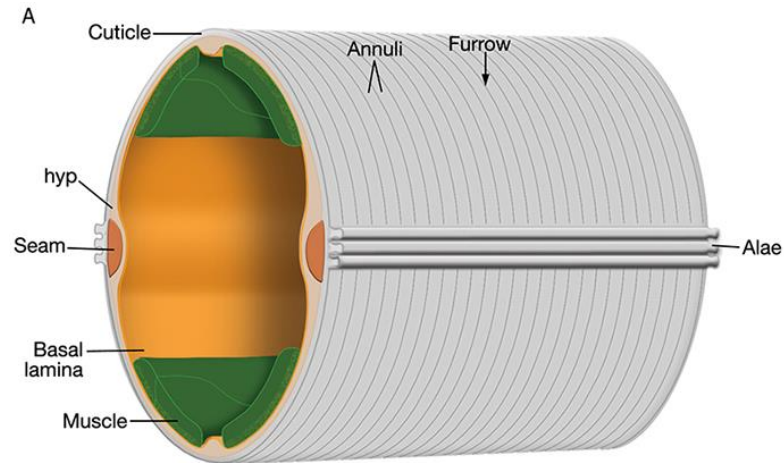




# Nematoda (nematoides)

## Cutícula

A hipoderme fica mais consistente em quatro regiões formando dois cordões laterais, um dorsal e um ventral



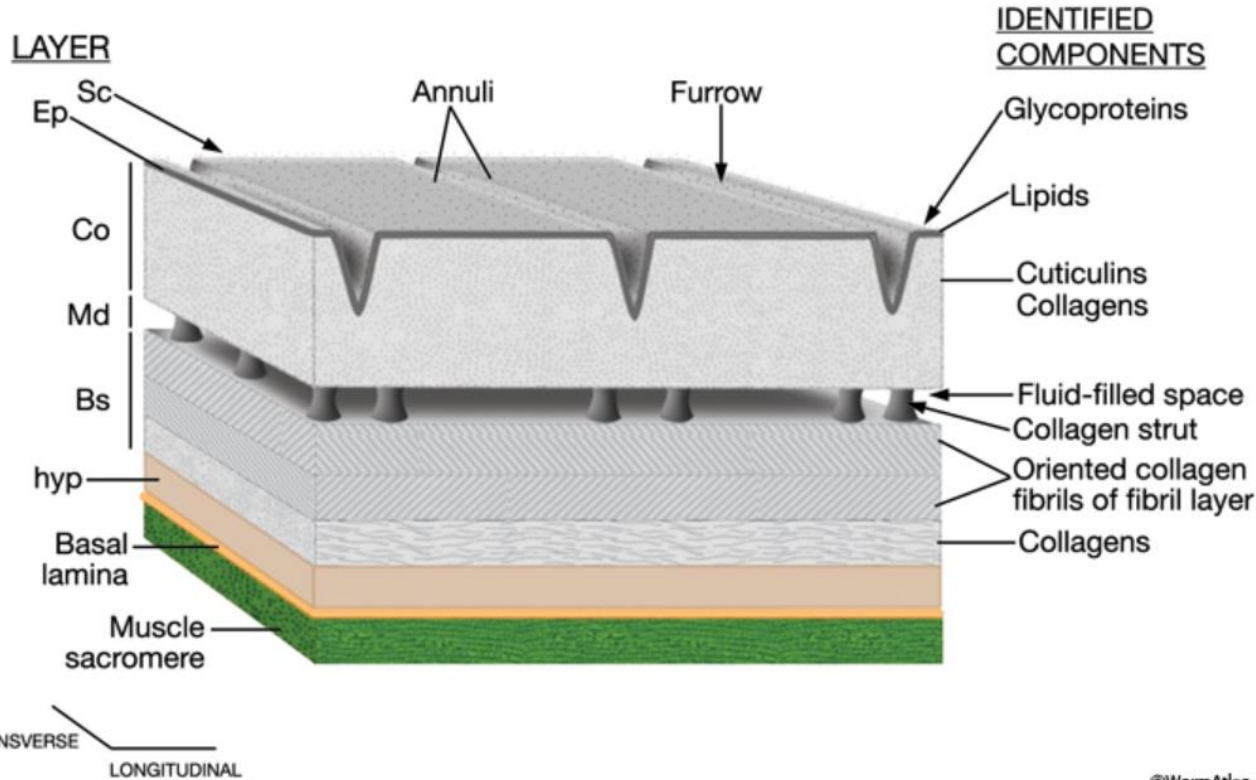
**Estrutura de cutícula de adulto. A.** Esquema mostrando a estrutura da cutícula em relação a outros tecidos. (Hyp) Hipoderme. A lâmina basal que cobre o músculo não está representada. **B&C.** Imagens de Microscopia de Força Atômica (AFM) mostrando as típicas rugosidades (annuli e furrow) da cutícula. Os vermes foram imobilizados para fazer imagens vitais **B.** Imagem topográfica de 10 µm de cutícula. **C.** Representação 3D de **B.** (AFM image source C. Essmann, [Essmann et al., 2017](https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.011))

Fonte:

<https://www.wormatlas.org/hermaphrodite/cuticle/mainframe.htm>

# Nematoda (nematoides)

## Cutícula



©WormAtlas

Esquema mostrando as camadas de uma cutícula de nematoide adulto e identificando os componentes moleculares em cada camada. (Sc) Surface coat; (Ep) epicuticle; (Co) cortical zone; (Md) medial zone; (Bs) basal zone.

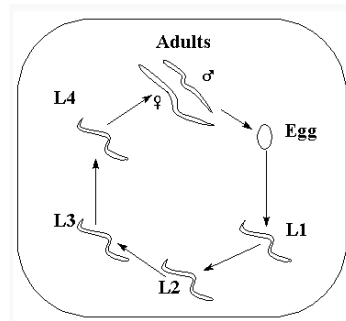
Fonte:

<https://www.wormatlas.org/hermaphrodite/cuticle/mainframe.htm>

# Nematoda (nematoides)

Cutícula

Estrutura rígida



Mudas que permitem  
o crescimento



# Nematoda (nematoides)

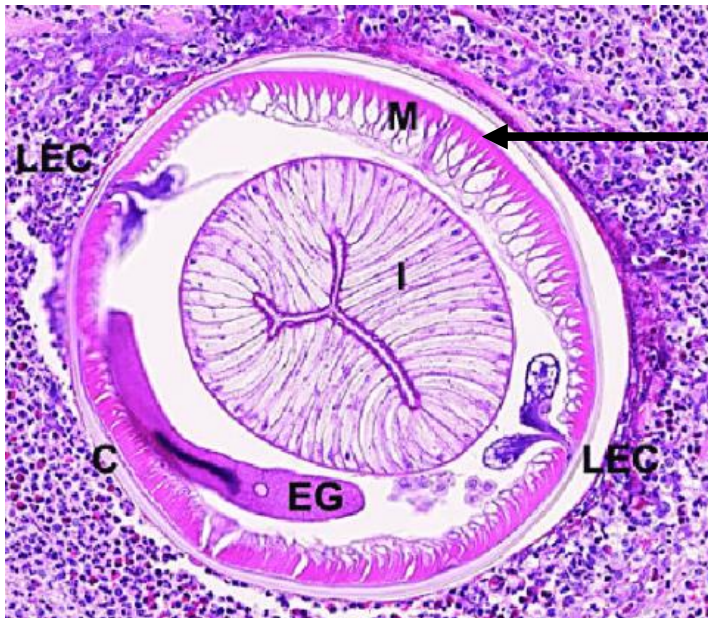
## Músculos

### Sarcómero múltiplo (estriado)

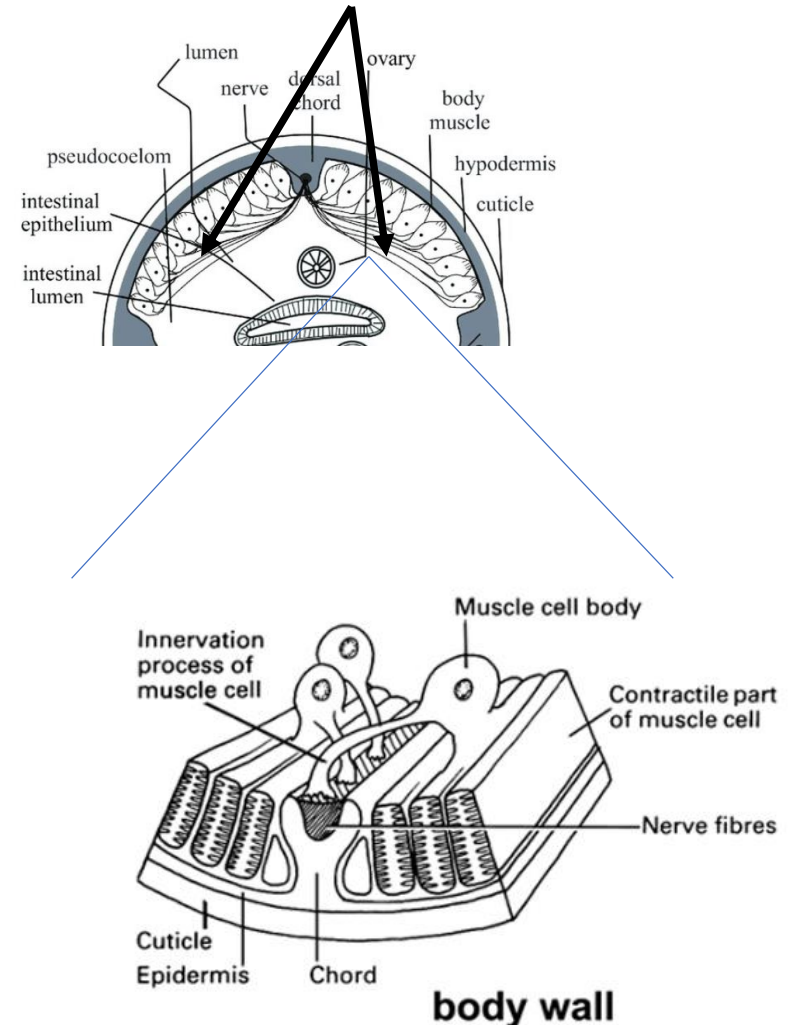
-pontos de adesão a hypoderme e cutícula homogeneamente distribuídos

### Sarcómero liso (não estriado)

-pontos específicos de adesão a hipoderme e cutícula  
-movimentam faringe, intestino, esfínteres, útero, etc.



As células musculares “enviam” prolongações de conexão para os cordões nervosos e não ao contrário



# Nematoda (nematoides)

## Sistema digestório

Boca com lábios sensíveis

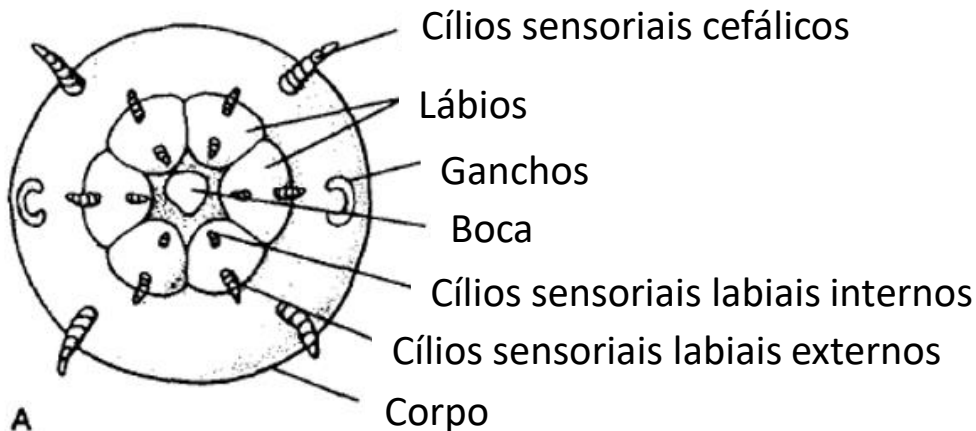
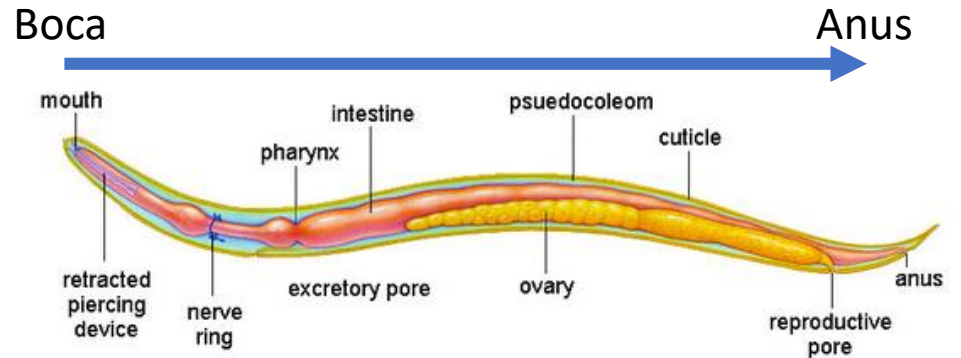
Peças bucais retráteis cortantes

Faringe bulbosa

(pode exercer força de sucção)  
com glandula que secreta enzimas  
digestivas

Adaptado a diferentes tipos de alimentos:  
microorganismos, algas, plantas, animais  
(carnívoros)

## Sentido único de circulação de nutrientes



# Nematoda (nematoides)

## Sistema digestório

Boca com lábios sensíveis

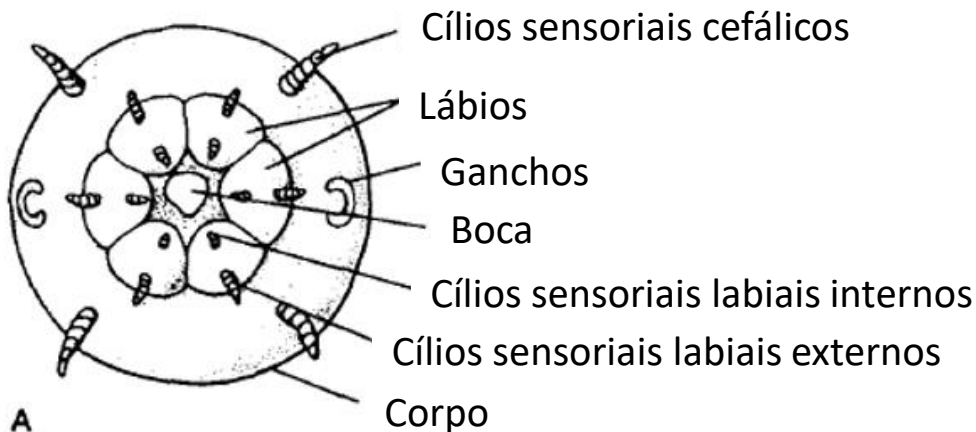
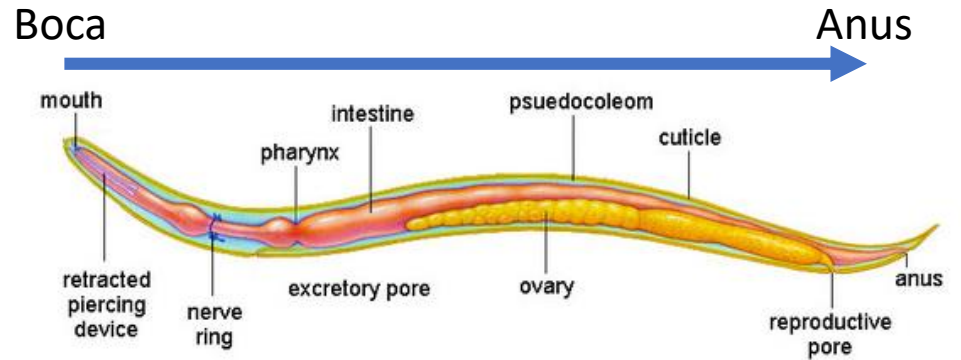
Peças bucais retráteis cortantes

Faringe bulbosa

(pode exercer força de sucção)  
com glandula que secreta enzimas  
digestivas

Adaptado a diferentes tipos de alimentos:  
microorganismos, algas, plantas, animais  
(carnívoros)

## Sentido único de circulação de nutrientes

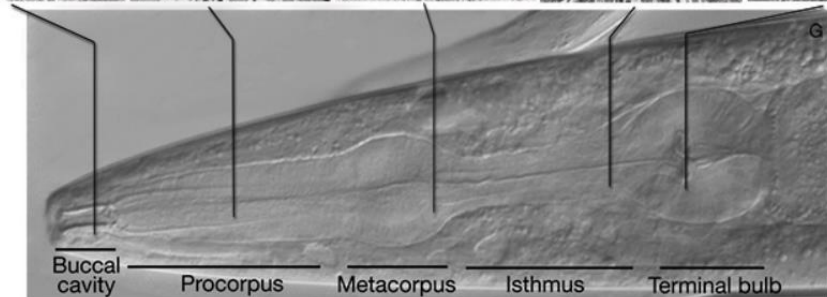
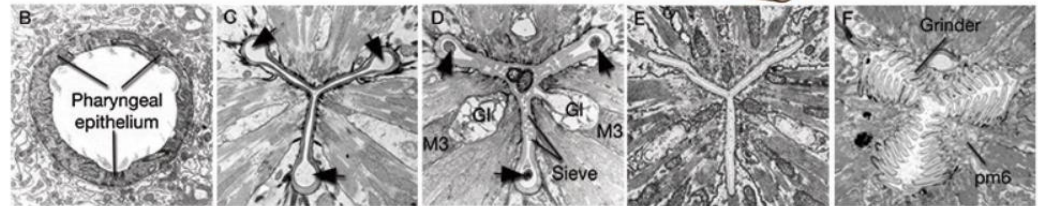
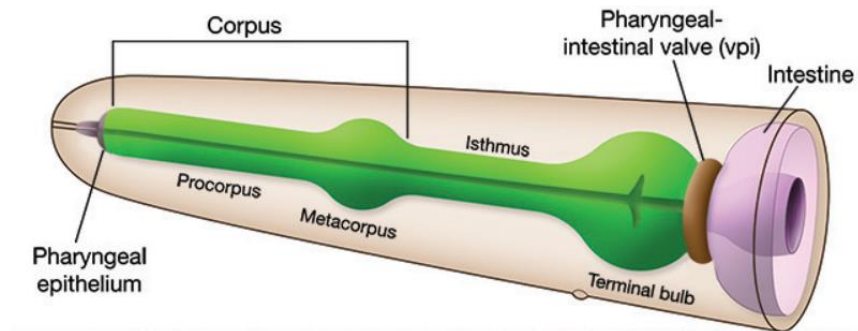


# Nematoda (nematoides)

## Sistema digestório

### Faringe bulbosa

- estrutura neuromuscular tubular
- conecta a boca com o intestino
- separada do intestino pela válvula intestino-faríngea



©WormAtlas

**Faringe A.** Esquema da faringe. Apresenta bulbos (número e tipo dependem da espécie). **B-F.** Seções de TEM de várias partes do lumen faríngeo. As seções são as indicadas em **G**. **B.** Cavaidade bucal **C.** Procorpus. **D.** Metacarpus (bulbo anterior) **E.** Isthmus **F.** Bulbo terminal. (Image source: [MRC] [JSA.](#)) **G.** DIC micrograph of the pharynx.

Fonte:

<https://www.wormatlas.org/aging/pharynx/mainframe.htm>

# Nematoda (nematoides)

## Sistema digestório

Faringe bulbosa

(pode exercer força de sucção)  
com glandula que secreta enzimas  
digestivas



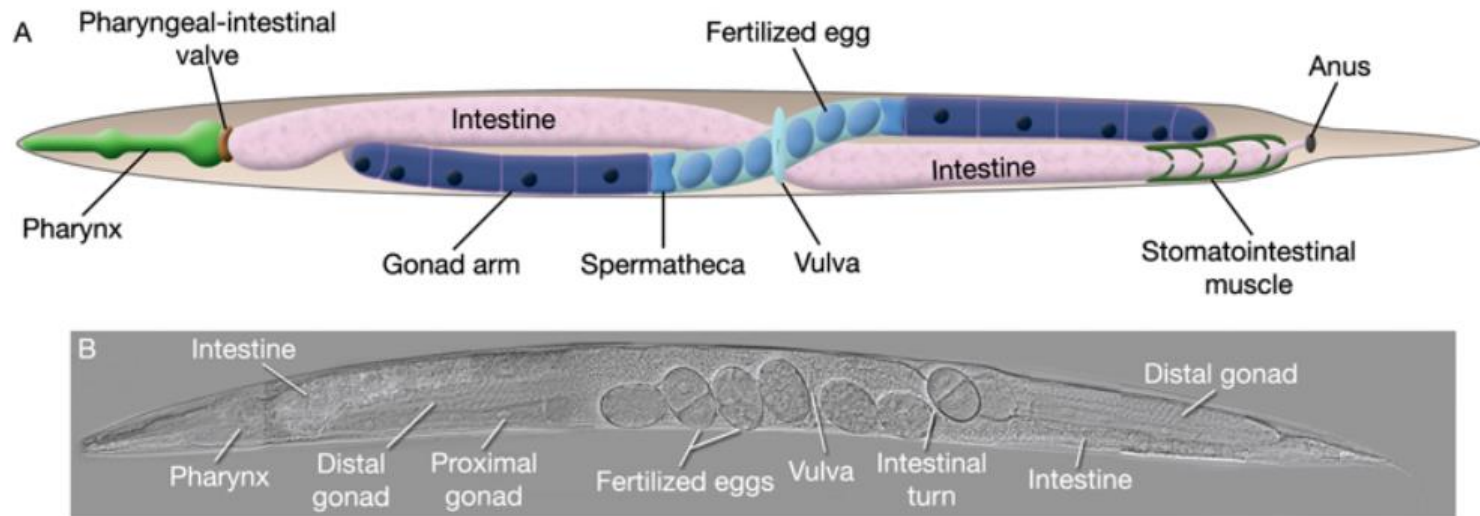


# Nematoda (nematoides)

## Sistema digestório

### Intestino

- enche toda a cavidade do corpo depois da faringe até as gonadas
- na altura das gónadas desvia para deixa-les espaço
- fracamente segurado ao corpo
- fortemente segurado à faringe e às válvulas retais (“segurado pelas pontas”)



**Intestino. A.** Intestino posicionado no lado esquerdo do corpo (região anterior à vulva), e no lado direito (região posterior a esta) (vista ventral). **B.** Intestino adulto paralelo às gonadas ao longo do corpo (vista ventral), DIC, 400x.

# Nematoda (nematoides)

## **Sistemas circulatório e respiratório primitivos**

(não há orgaos especializados em circulação ou respiração)

Líquido que preenche o pseudoceloma:

- distribui nutrients

- é movimentado com a movimentação muscular

Troca de gases ( $O_2/CO_2$ ) via difusão

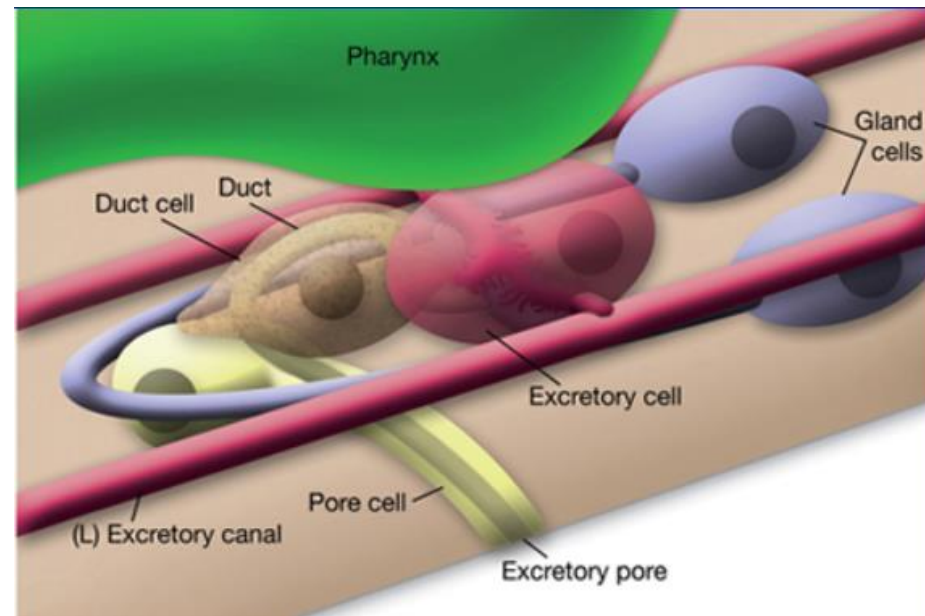
# Nematoda (nematoides)

## Sistema excretor/secretor:

Túbulos (dois ductos) dispostos ao longo do corpo, unidos por um ducto transversal (em forma de H) e com saída no tercio anterior do corpo

Glândulas e células excretoras que podem ser pulsáteis fazem parte do sistema

Lado ventral



**Sistema excretor.** O Sistema excretor consiste de dois pares de glândulas fusionadas (azul), o canal excretor (vermelho), a célula ducto (marrom) e a célula poro (amarelo). O “corpo” de todas essas células está na região anterior do corpo do verme. A célula excretória é a maior do nematoide e está localizada na mesma região que o bulbo terminal da faringe.

Fonte:  
<https://www.wormatlas.org/hermaphrodite/excretory/Exframeset.html>

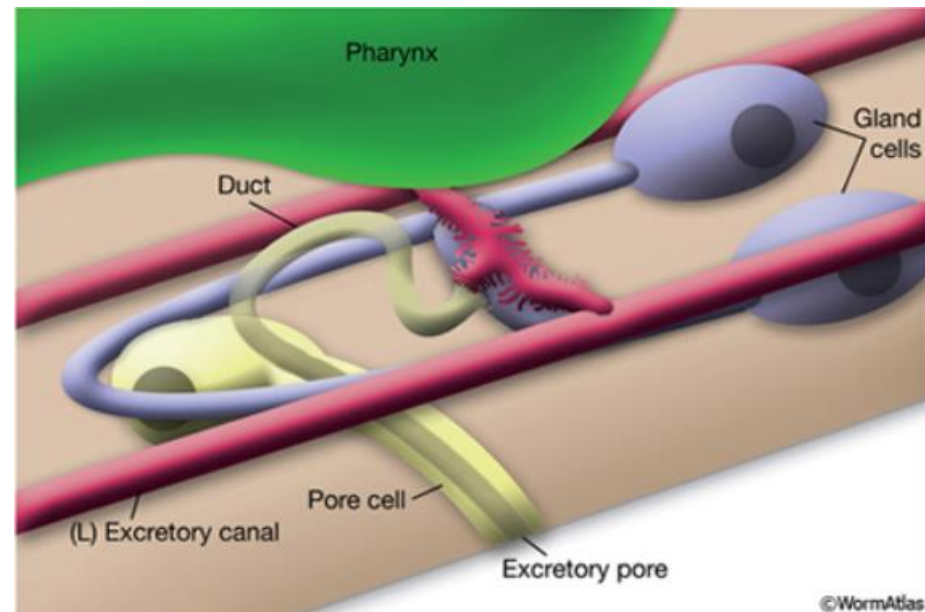
# Nematoda (nematoides)

## Sistema excretor/secretor:

Túbulos (dois ductos) dispostos ao longo do corpo, unidos por um ducto transversal (em forma de H) e com saída no tercio anterior do corpo

Glândulas e células excretoras que podem ser pulsáteis fazem parte do sistema

Lado ventral



**Sistema excretor.** Célula secretória, célula-glândula e ducto estão conectados por uma união intercelular especializada (a junção secretória-excretória). O material excretado e as secreções glandulares são levadas ao ducto para ser transportados para fora. Nesta imagem os corpos das células excretória e ducto foram removidos para mostrar melhor as junções.

Fonte:  
<https://www.wormatlas.org/hermaphrodite/excretory/Excframeset.html>

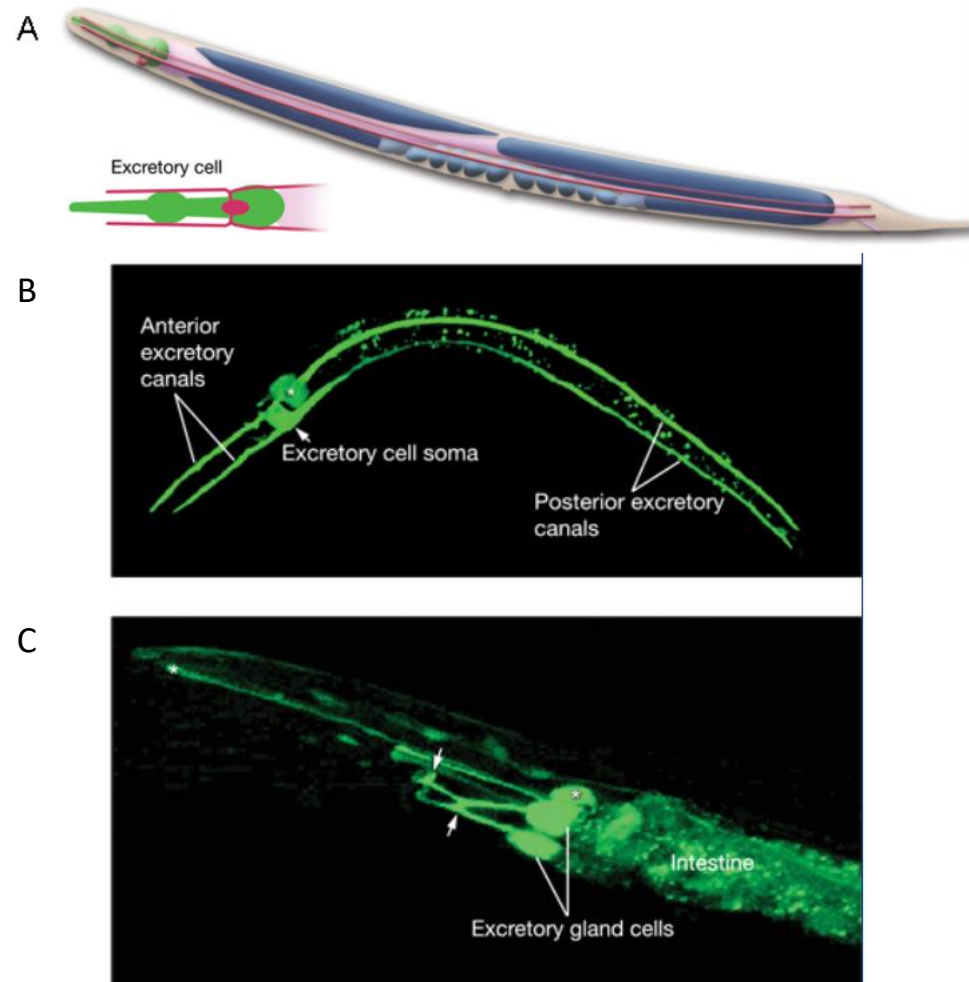
# Nematoda (nematoides)

## Sistema excretor/secretor:

Túbulos (dois ductos) dispostos ao longo do corpo, unidos por um ducto transversal (em forma de H) e com saída dorsal no tercio anterior do corpo

Glândulas e células excretoras pulsáteis fazem parte do sistema

**Sistema excretor. A.** Esquema geral mostrando a estrutura em forma de H. **B.** e **C.** Imagens de epifluorescência de parasitas marcados com fusão de proteínas específicas a GFP.



Fonte:

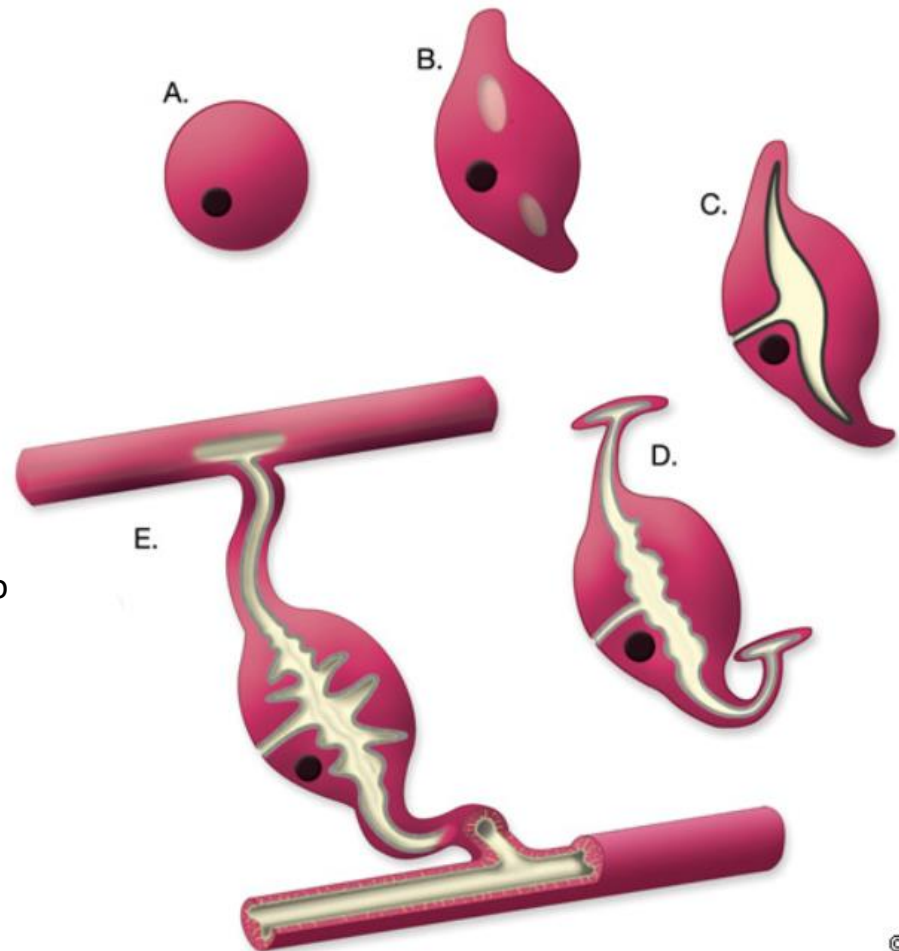
<https://www.wormatlas.org/hermaphrodite/excretory/Excframeset.html>

# Nematoda (nematoides)

## Sistema excretor/secretor:

### Biogênese dos ductos em H

**Sistema excretor.** **A.** Célula excretória nascida depois da gastrulação. **B.** Vacuolização da célula excretória. **C.** Expansão da superfície apical, fusão dos vacuoles para formar um canal. O canal bilateral atinge as regiões da hipoderme lateral. A superfície basal e apical se unem fechando o ducto. **D.** Os canais que atingiram as hipodermes laterais se bifurcam e se estendem em sentido anterior e posterior. O material do lumen desaparece e é substituído por uma rede intracitoplásmica rodeando o lumen do canal. **E.** Desenvolvimento até a formação completa no estadio adulto.



©WormAtlas

# Nematoda (nematoides)

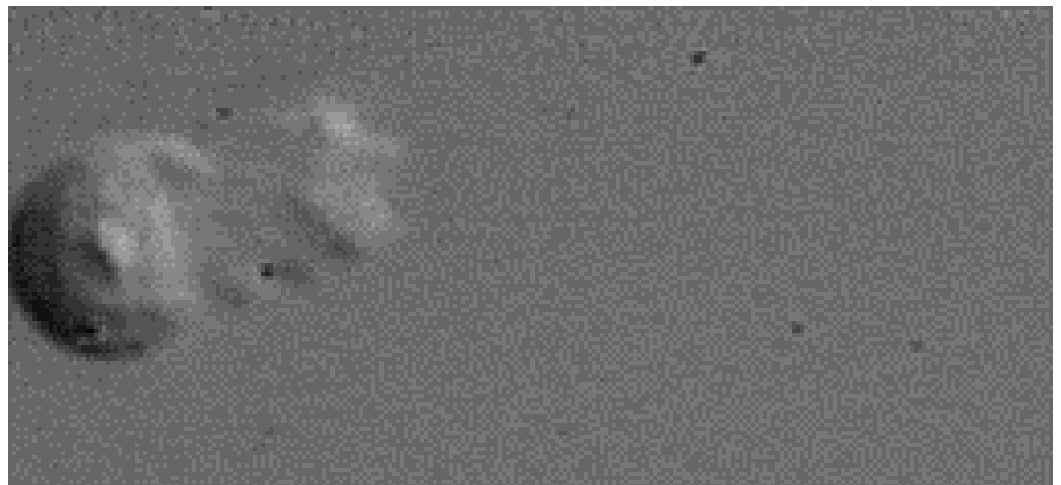
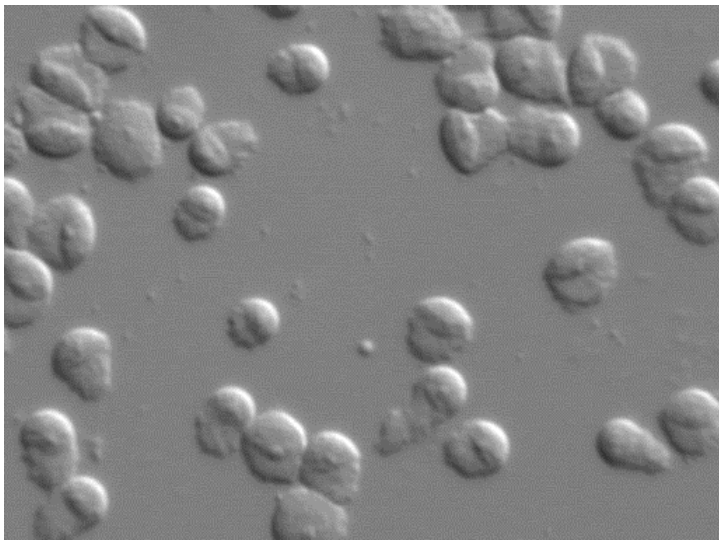
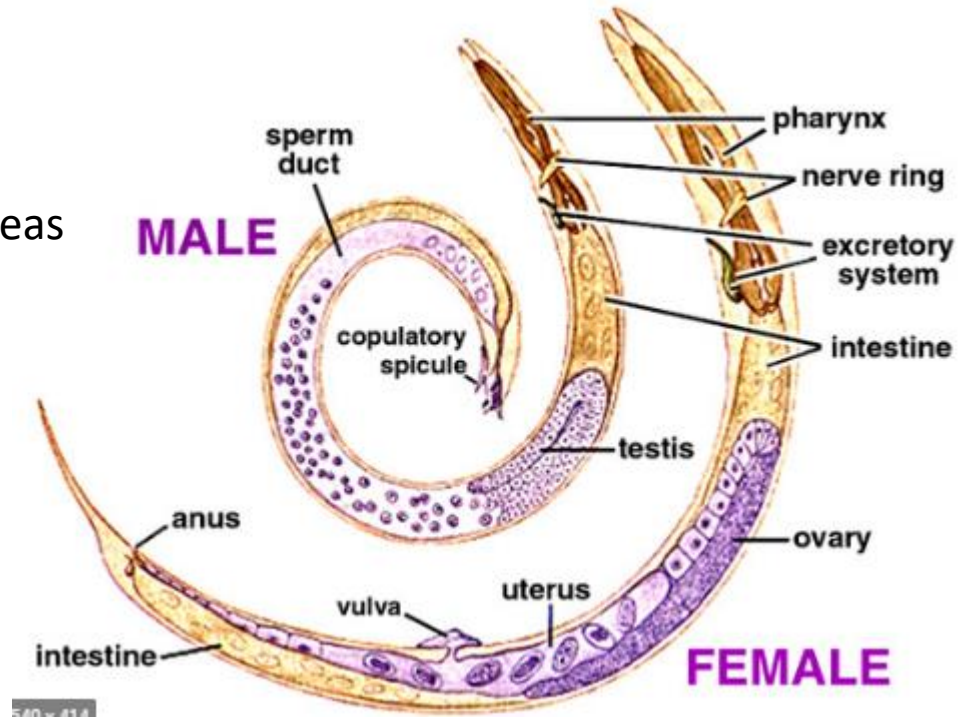
## Sistema reprodutor

Dois sexos / dioicos – dimórficos

machos geralmente menores que as fêmeas  
machos com espícula copulatória

Os machos depositam os espermatozoides no poro genital da fêmea (localizado no tércio anterior).

Espermatozoides não flagelados, com movimentação ameboide



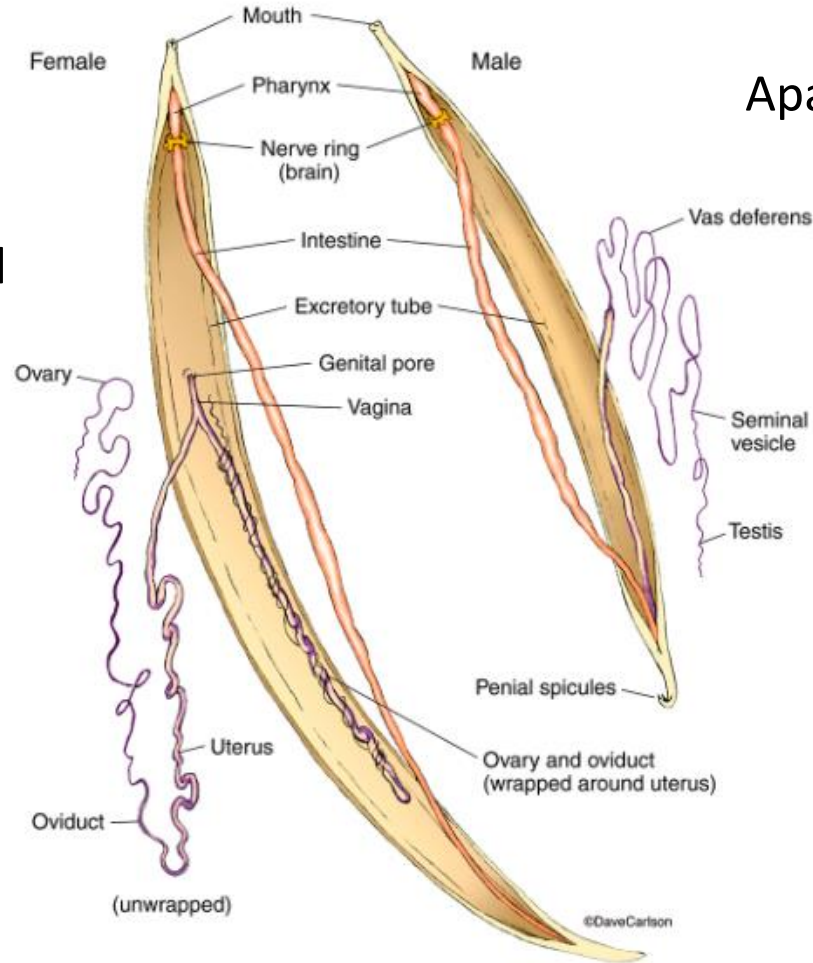
# Nematoda (nematoides)

## Sistema reprodutor

### Aparelho genital feminino

Ovário + oviduto  
Receptáculo seminal  
Utero - Vagina –  
Vulva (na metade anterior do verme)

Sistema pode ser  
único  
duplicado



## Sistema reprodutor

### Aparelho genital masculino

Tesículos  
Vesícula seminal  
Vaso deferente  
Duto ejaculador  
Cloaca

Fonte:

<https://www.carlsonstockart.com/photo/roundworm-phylum-nematoda-anatomy-illustration/>

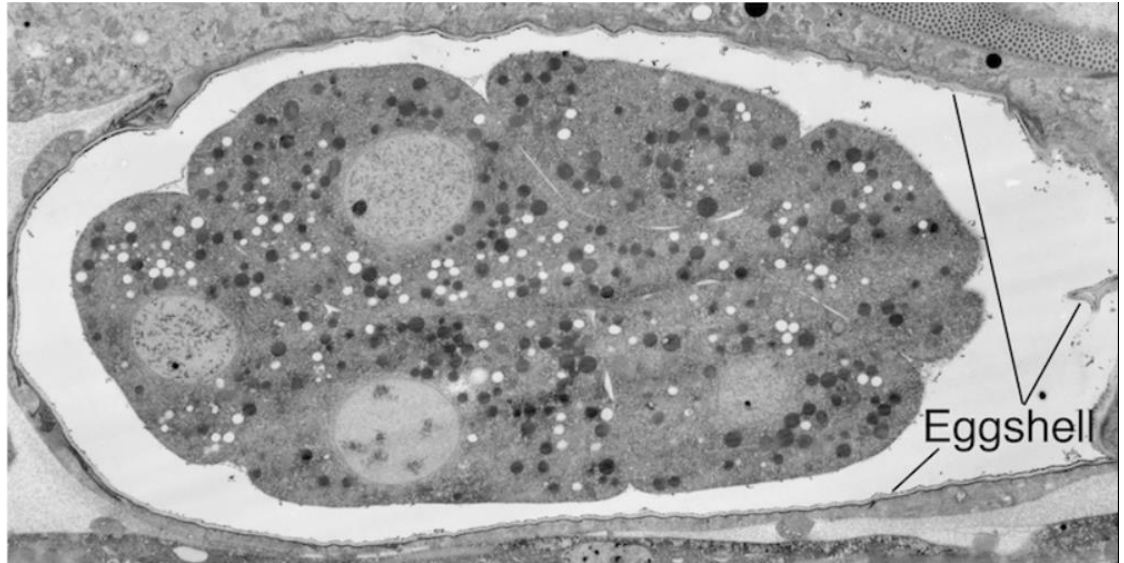


# Nematoda (nematoides)

## Fecundação e desenvolvimento

### Após a fecundação

1. Secreção de membrana de fertilização (evita polispermia)
2. A membrana converte-se em uma casca quitinosa rígida
3. Secreção de membrana impermeável a solutos



Fonte:

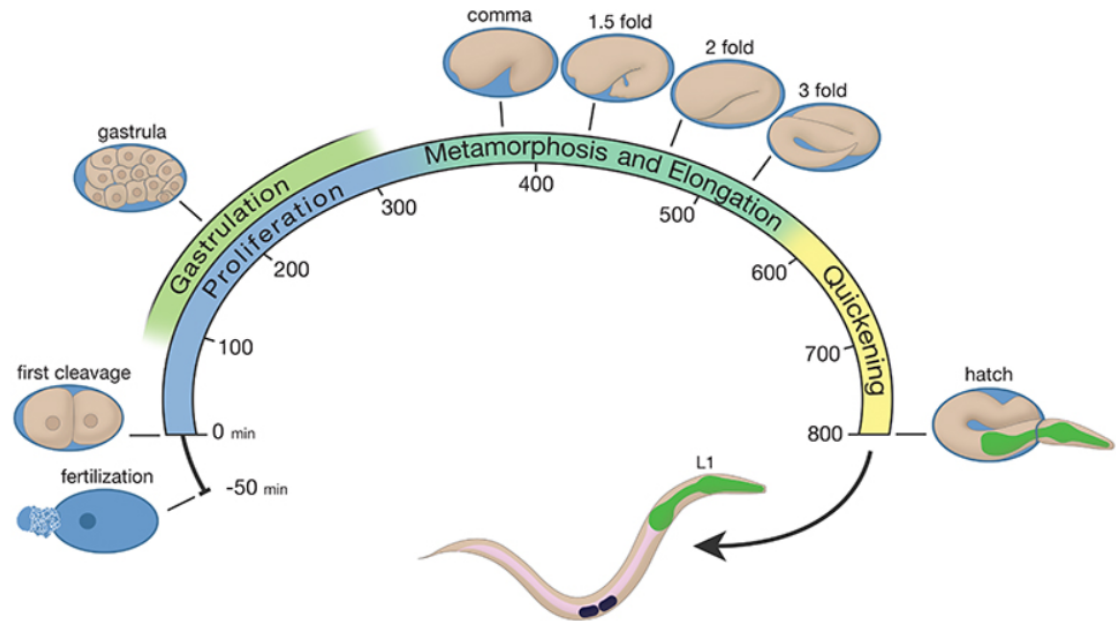
<https://www.wormatlas.org/embryo/introduction/EIntroframeset.html>

# Nematoda (nematoides)

## Fecundação e desenvolvimento

### Após a fecundação

1. Secreção de membrana de fertilização (evita polispermia)
2. A membrana converte-se em uma casca quitinosa rígida
3. Secreção de membrana impermeável a solutos
4. Começa o desenvolvimento da larva até L1



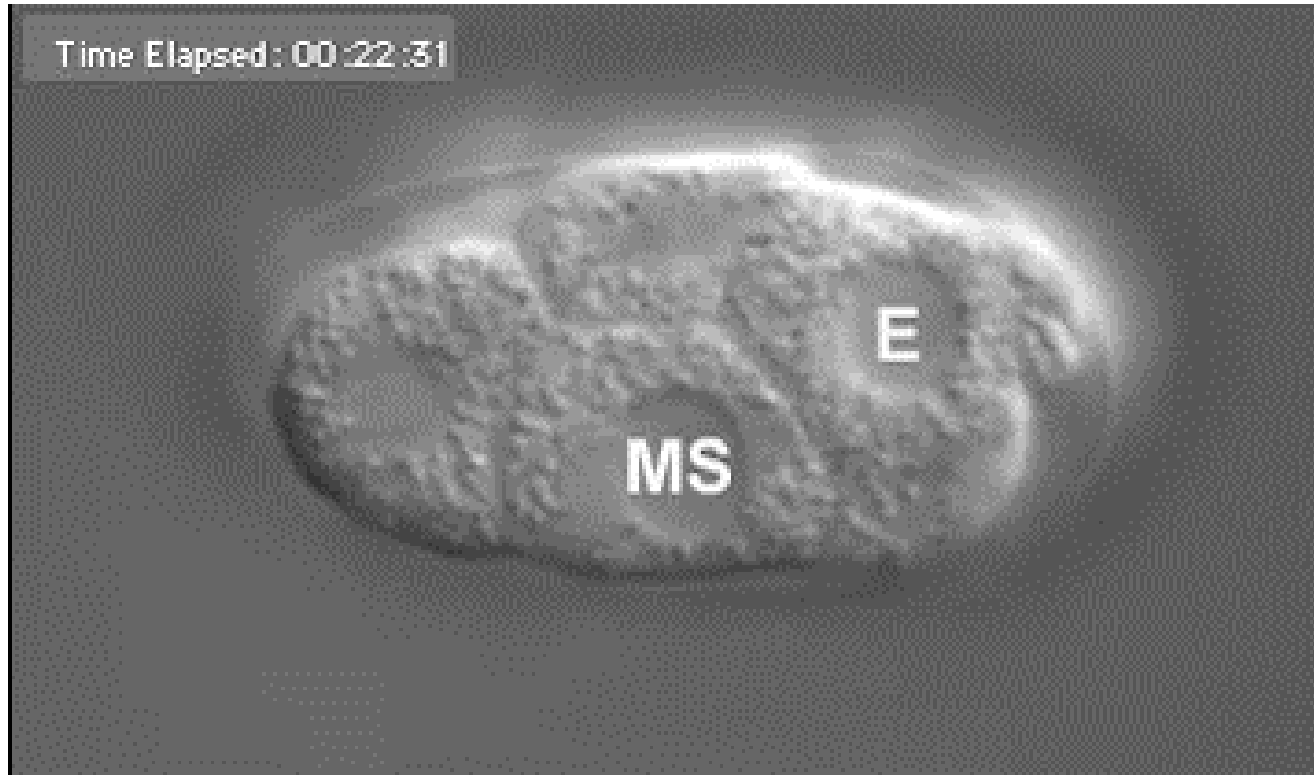
**Desenvolvimento de *C. elegans* desde ovo fertilizado até L1.** Eggs are laid outside the mother at about 150 min.

Fonte:

<https://www.wormatlas.org/embryo/introduction/EIntroframeset.html>

# Nematoda (nematoides)

## Desenvolvimento



Fonte:

<https://www.wormatlas.org/embryo/introduction/EIntroframeset.html>

# Nematoda (nematoides)

## Eclosão de uma larva L1



Fonte:

<https://www.wormatlas.org/embryo/introduction/EIntroframeset.html>

# Nematoda (nematoides)

## Sistema nervoso

Dois a quatro fibras nervosas longitudinais  
uma ventral e uma dorsal  
com extensões que terminam em  
papilas sensoriais distribuídas nos  
diferentes tecidos  
podem existir duas laterais

Dois (ou mais) anéis que comunicam as fibras longitudinais  
perifaríngeo  
perigenital

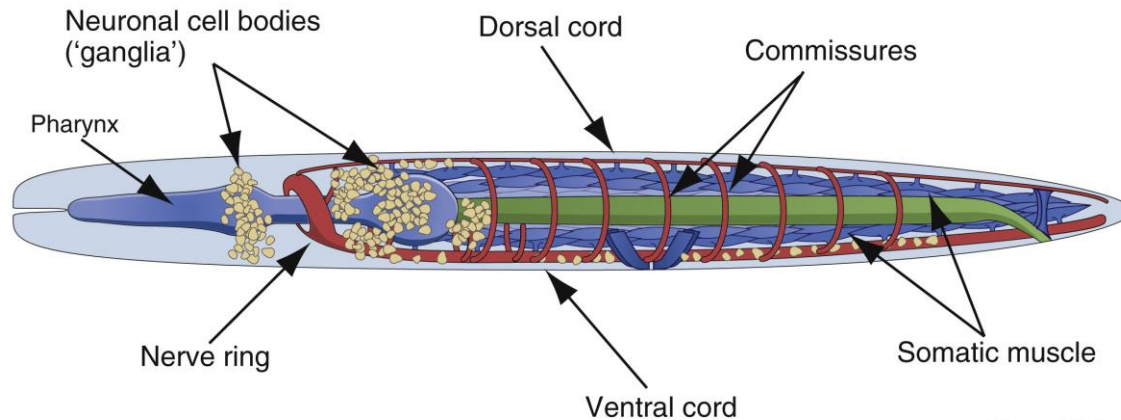
**Current Biology**

Volume 26, Issue 20, 24 October 2016, Pages R955-R959

Primer

Nematode nervous systems

William Schafer



Current Biology

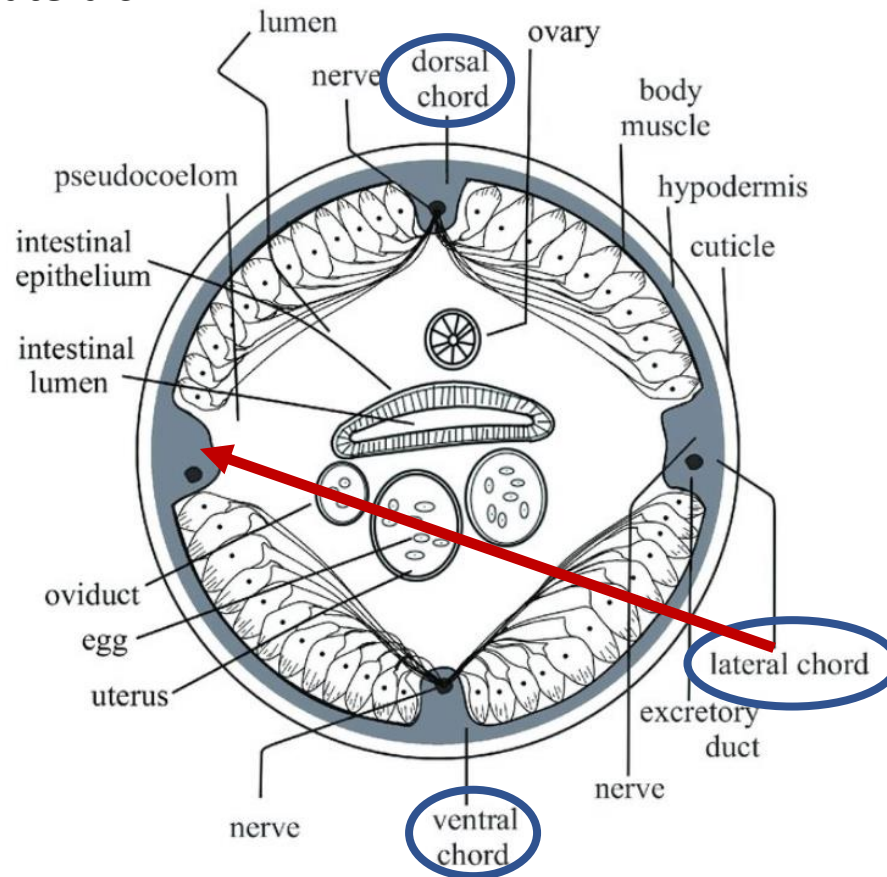
Anel nervoso composto por axons, clusters de corpos neuronais “cerebrais” (“ganglios”), uma fibra dorsal contendo corpos de neurônios motores, um cordão nervoso ventral e “comissuras circunferenciais” “extensões sensoriais”. Corpos de células neuronais em amarelo, músculos em azul, intestino em verde.

# Nematoda (nematoides)

## Sistema nervoso

Dois a quatro fibras nervosas longitudinais  
uma ventral e uma dorsal

**podem existir duas laterais**



# Nematoda (nematoides)

## Sistema nervoso

Home Genome Synteny Blast / Blat WormMart Markers Genetic Maps Submit Searches

WormBase

WormBase

Welcome to the Virtual Worm Project

Caltech



Fonte:

<http://caltech.wormbase.org/virtualworm/>

Obrigado!