

MARCELO URBANO FERREIRA

# Parasitologia

CONTEMPORÂNEA

2ª EDIÇÃO



# Introdução à Parasitologia

Marcelo Urbano Ferreira

## Introdução

A Parasitologia é muitas vezes definida como o estudo dos *parasitos*, seres vivos que vivem em dependência metabólica com os seus hospedeiros, causando-lhes algum tipo de dano. Causar dano a seus hospedeiros não é, entretanto, uma consequência inevitável da infecção por organismos classicamente definidos como parasitos. Seria mais lógico, portanto, definir a Parasitologia como o estudo de um tipo particular de associação entre seres vivos, conhecido como *parasitismo*, em que alguns organismos podem estar engajados de modo ocasional ou permanente.

Um organismo pode dedicar-se ao parasitismo em certas fases de seu desenvolvimento ou em certos contextos específicos, sendo um parasito ocasional ou facultativo. Já um organismo metabolicamente dependente de outro durante parte de seu ciclo de vida pode apresentar também uma fase de *vida livre*, como o *Strongyloides stercoralis*. Ou pode ser um *comensal* inofensivo para a maioria dos hospedeiros que se torna extremamente patogênico em hospedeiros imunossuprimidos, como o *Cryptosporidium parvum* e o *C. hominis*. Finalmente, um organismo abundante na natureza pode ser essencialmente de vida livre, causando doença em raros hospedeiros aparentemente saudáveis por motivos ainda obscuros, como o *Naegleria fowleri*.

Os exemplos citados referem-se a organismos que fazem parte do âmbito deste livro, deixando claro que as fronteiras da Parasitologia humana são em grande parte delimitadas por convenções acadêmicas, em vez de conceitos precisos. Em Ecologia, estudam-se casos ainda mais complexos, nos quais a mesma associação entre seres vivos pode apresentar consequências positivas ou negativas, em termos de sobrevivência e sucesso reprodutivo dos organismos envolvidos, dependendo de determinadas circunstâncias ambientais – por exemplo, a existência de determinados predadores e a ocorrência de mudanças climáticas. Nesses contextos, definir a identidade do parasito torna-se um exercício sem sentido.

Portanto, o objeto de estudo da Parasitologia não é um conjunto de organismos convencionalmente definidos como parasitos na tradição acadêmica. De fato, a Parasitologia tem o objetivo de estudar um tipo específico de associação entre seres vivos, conhecido como parasitismo, de que frequentemente resultam doenças de grande importância em saúde pública.

## Associações entre seres vivos

São de *vida livre* os seres vivos capazes de sobreviver sem uma associação estreita e duradoura com outros seres vivos de espécies diferentes. Essa associação envolve certo grau de dependência para a obtenção, por exemplo, de abrigo e alimento. O termo *simbiose*, que significa literalmente *viver junto*, engloba um conjunto de *associações duradouras* entre seres vivos, que podem ser benéficas para ambos ou para somente um dos organismos envolvidos. Chama-se *mutualismo* a associação benéfica para ambos os parceiros, e *comensalismo* aquela em que somente um dos parceiros obtém benefício, sem que o outro seja propriamente prejudicado. Em nosso tubo digestivo, *e.g.*, encontram-se numerosos microrganismos comensais, protozoários e bactérias. *Forese* refere-se a uma simbiose em que a relação entre os organismos não envolve obtenção de alimentos. O termo *parasitismo*, que significa literalmente *alimentar-se ao lado de*, refere-se à associação em que um dos parceiros, o *parasito*, em geral de pequeno porte, obtém benefício em detrimento do outro, de maior porte, conhecido como *hospedeiro*. Na Ecologia, o benefício ou prejuízo decorrente dessas associações entre seres vivos é geralmente expresso em termos quantitativos: define-se uma relação como parasitária quando ocorrem prejuízos mensuráveis na população de hospedeiros, tais como maior mortalidade ou retardo de crescimento. Na Parasitologia humana, entretanto, o prejuízo para o hospedeiro caracteriza-se, em termos bem mais subjetivos, como *doença*. Como a ideia de doença, longe de ser meramente biológica, incorpora traços culturais e psicológicos, a própria definição de *parasitismo* adquire contornos menos precisos quando se trata de associações que envolvem os seres humanos. Nem sempre a doença parasitária é acompanhada de sinais e sintomas dramáticos, como febre alta, calafrios ou lesões cutâneas evidentes; muitas manifestações clínicas são insidiosas, sutis. Além disso, não são raras as *infecções sem doença*, situações em que alguns hospedeiros parecem suportar a presença do parasito sem manifestarem algum sinal ou sintoma decorrente da infecção. Diferenças de suscetibilidade na população de hospedeiros, da carga parasitária e de virulência dos parasitos são algumas das explicações mais comuns para essa heterogeneidade de expressão clínica das infecções parasitárias. Os hospedeiros assintomáticos de parasitos constituem, frequentemente, um importante *reservatório* de infecção, que permanece sem

diagnóstico nem tratamento por longos períodos de tempo. Os plasmódios e as amebas intestinais são exemplos de parasitos frequentemente associados a um amplo reservatório assintomático.

## Parasitos e hospedeiros

Em termos gerais, a Parasitologia estuda o modo de vida de um grande grupo de organismos unicelulares – como bactérias, alguns fungos e protozoários – e multicelulares – como helmintos e artrópodes. No ambiente acadêmico, a Parasitologia foi tradicionalmente restrita ao estudo dos *protozoários*, *helmintos* e *artrópodes* envolvidos em relações parasitárias, legando à Microbiologia o estudo dos demais organismos citados. Embora essa divisão não seja propriamente lógica, ela será adotada para definir o escopo deste livro. Assim, inclui-se aqui o estudo dos protozoários (eucariotos unicelulares microscópicos) e dos helmintos (metazoários geralmente macroscópicos) que causam doença humana no Brasil, bem como de artrópodes e moluscos que servem como *vetores biológicos* de parasitos relevantes do ponto de vista clínico e epidemiológico e de artrópodes que causam doença humana.

Tradicionalmente, distinguem-se *endoparasitas* e *ectoparasitas*. Os primeiros habitam células e tecidos (*parasitos teciduais*) ou o lúmen de vísceras ocas (*parasitos cavitários*) dos hospedeiros, enquanto os ectoparasitas se nutrem de elementos da superfície do hospedeiro, como pulgas, piolhos e carrapatos, geralmente sem penetrar profundamente seu organismo. A maioria dos capítulos deste livro trata de endoparasitas e seus vetores biológicos; o Capítulo 19, *Artrópodes que Causam Doença Humana*, trata dos artrópodes ectoparasitas.

Os termos *hospedeiro definitivo* e *hospedeiro intermediário* são frequentemente utilizados em Parasitologia, ainda que não haja uma definição precisa para tais. Em geral, considera-se que o hospedeiro definitivo é aquele em que transcorre a maior parte do ciclo de vida do parasito, e que geralmente alberga as formas adultas do parasito, capazes de reprodução sexual. O hospedeiro intermediário seria aquele em que se passa uma fase curta, porém essencial, do ciclo do parasito, que às vezes inclui uma ou mais etapas de reprodução assexuada. Em geral, é o hospedeiro que alberga as formas larvárias do parasito. Essa definição é adequada à maioria dos helmintos, mas causa dúvidas em relação aos protozoários, em que não se podem definir formas adultas e nos quais nem sempre há reprodução sexual. Além disso, há situações peculiares, como a dos parasitos da malária, que fazem a maior parte de seu ciclo sexuado em artrópodes e seu ciclo assexuado em vertebrados, incluindo os seres humanos. Nesses casos, prefere-se falar em *hospedeiro vertebrado* e *hospedeiro invertebrado*, muitas vezes também conhecido como *vetor*. O vetor é geralmente um hospedeiro intermediário de pequeno porte e de alta mobilidade, responsável pela circulação do parasito entre os hospedeiros vertebrados. Pode ser um *vetor biológico*, caso haja desenvolvimento do parasito em seu interior, ou meramente um *vetor mecânico*, pelo qual o parasito passa sem sofrer modificações significativas. Os vetores mecânicos constituem um exemplo particular de *hospedeiro paratênico* ou de *transporte* e podem auxiliar na disseminação de parasitos, mas não são necessários para seu pleno desenvolvimento. Parasitos *monoxenos* são aqueles cujo ciclo vital se processa em apenas um hospedeiro,

como as amebas; os parasitos *heteroxenos* desenvolvem-se sucessivamente em dois ou mais hospedeiros de espécies diferentes, como os parasitos da malária e da esquistossomose.

Os parasitos *eurixenos* são capazes de infectar uma ampla gama de hospedeiros distintos. O exemplo mais marcante é *Toxoplasma gondii*, que tem somente os felídeos como hospedeiros definitivos, mas se desenvolve em mais de 300 espécies distintas de hospedeiros intermediários vertebrados, incluindo mamíferos e aves. Os animais que servem de hospedeiros a parasitos humanos, representando importante fonte de infecção, constituem o chamado *reservatório animal* dessas parasitoses. As infecções que circulam entre animais e seres humanos são conhecidas como *zoonoses*. Os parasitos *estenoxenos* são capazes de infectar uma única espécie de hospedeiro, ou espécies muito próximas na escala zoológica. São exemplos o parasito da malária *Plasmodium falciparum*, a ameba *Entamoeba histolytica* e diversos helmintos como *Ancylostoma duodenale* e *Strongyloides stercoralis*, entre outros. As infecções que circulam exclusivamente entre seres humanos são conhecidas como *antroponoses*.

Uma questão recorrente na Parasitologia é a busca de critérios para definir novas espécies. No passado, muitas espécies novas foram descritas com base no hospedeiro; encontrar um parasito já conhecido em uma nova espécie de hospedeiro foi suficiente para prover a literatura de muitas espécies de validade biológica discutível. Em muitos casos, encontram-se parasitos morfologicamente idênticos em hospedeiros de espécies distintas, sem que se saiba com certeza se pertencem à mesma espécie ou a espécies distintas. *Ascaris lumbricoides*, a lombriga humana, é um exemplo disso: os vermes são morfologicamente semelhantes àqueles encontrados em suínos, pertencentes à espécie *Ascaris suum*. Seres humanos podem ser infectados com ovos eliminados nas fezes suínas, e porcos, com ovos provenientes de infecções humanas. A definição de novas espécies de *Giardia* e de *Echinococcus* também ilustra as dificuldades encontradas pelo taxonomista: somente a combinação de critérios epidemiológicos e moleculares tem possibilitado a reavaliação da validade de espécies classicamente definidas com base no hospedeiro de origem.

## Parasitos em populações

Pode-se definir uma *população* de parasitos como o conjunto de indivíduos de uma mesma espécie, independentemente de seu estágio de desenvolvimento, que habitam uma mesma região. Entretanto, pela própria natureza do parasitismo, as populações de parasitos são subdivididas em hospedeiros; cada *infrapopulação* compreende os parasitos da mesma espécie que cada hospedeiro individual alberga. Essa subestruturação dos parasitos em hospedeiros reduz a possibilidade de panmixia que caracteriza a maioria das populações de organismos de vida livre. Dela resulta um fenômeno conhecido como *efeito Wahlund*: para sua reprodução, os parasitos tendem a encontrar seus parceiros em uma mesma infrapopulação, reduzindo a heterozigotidade da população em geral.

Em 1971, Crofton propôs que o padrão de distribuição de parasitos na população de hospedeiros segue um padrão típico de agregação: a maioria dos hospedeiros tem cargas parasitárias baixas (quando elas existem), enquanto alguns poucos têm altas cargas parasitárias e estão expostos ao risco

de doença. Em geral, cerca de 20% dos hospedeiros albergam cerca de 80% dos parasitos de uma população (Crofton, 1971). O mesmo fenômeno, originalmente observado em infecções por helmintos intestinais (ver Capítulo 13, *Os Nematódeos Intestinais*), verifica-se em relação a protozoários como os plasmódios (ver Capítulo 3, *Os Plasmódios e a Malária*) e *Giardia* (ver Capítulo 8, *Os Protozoários Intestinais Clássicos*). Os níveis de agregação observados em diferentes espécies de parasitos e populações de hospedeiros variam, em geral, em uma faixa relativamente estreita. Esta pode ser uma consequência da seleção natural, que favoreceria níveis intermediários de agregação; níveis mais elevados resultariam em grande mortalidade de parte da população de hospedeiros, enquanto níveis muito baixos de agregação dificultariam o encontro de parceiros para a reprodução sexual, especialmente de helmintos com sexos separados (*dioicos*). Diversos fatores ligados ao hospedeiro que modulam a exposição ao parasito e o risco de infecção, como as características genéticas e comportamentais, também contribuem para a agregação dos parasitos em alguns indivíduos.

Finalmente, cada população de parasitos interage com outras populações de organismos da mesma espécie, especialmente por meio de migração de parasitos e hospedeiros. O conjunto de populações inter-relacionadas forma uma *metapopulação*. A frequência de interação entre populações de parasitos depende essencialmente da distância geográfica que as separa e do grau de mobilidade dos hospedeiros.

## Classificação de parasitos e vetores

Os esquemas tradicionais de classificação dos seres vivos vêm sofrendo revisões frequentes à medida que se obtêm novos conhecimentos sobre as relações filogenéticas entre as espécies. Não se trata simplesmente de reclassificar alguns organismos em grupos preexistentes ou de criar novos grupos para abrigá-los, seguindo as regras da Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica. Em muitos casos, sequer existe consenso sobre o nível hierárquico (filó, classe, ordem, família) de um determinado agrupamento de organismos. Portanto, os parasitologistas encontram-se diante de um dilema: ou utilizam

as classificações tradicionais, com as quais a maioria dos leitores está familiarizada, ou se valem de esquemas de classificação ainda em construção, com base em *relações filogenéticas* entre os organismos. Como a análise filogenética, especialmente aquela que emprega dados moleculares (*filogenia molecular*), é um dos campos mais ativos da pesquisa biológica atual, as classificações são frequentemente revistas. Consequentemente, todo esquema de classificação é provisório.

A posição taxonômica dos protozoários é definida segundo as normas sugeridas pela Sociedade de Protozoologistas (Adl et al., 2005), que não emprega os níveis hierárquicos superiores (filó, classe, ordem, família) adotados pela Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica, mantendo-se somente a nomenclatura clássica dos gêneros e das espécies. Assim, definem-se supergrupos, grupos e subgrupos de organismos relacionados filogeneticamente. Dos seis supergrupos de protistas, quatro têm organismos de interesse médico: Amoebozoa, que compreende a maioria das amebas; Opisthokonta, que reúne os metazoários e os fungos, incluindo os microsporídeos; Chromoalveolata, que reúne protistas com organelas semelhantes a cloroplastos, derivadas de algas endossimbiontes; e Excavata, que reúne um grande número de protozoários parasitos, muitos dos quais apresentam *citóstoma* (estrutura de alimentação) com morfologia característica, escavada (Dacks et al., 2008) (Tabela 1.1). Essa classificação substitui a proposta pela Sociedade de Protozoologistas há quase 40 anos (Levine et al., 1980), ainda amplamente utilizada em livros didáticos. A seguir, são descritos alguns exemplos de mudanças surgidas com a nova classificação. O filó Apicomplexa (definido por Levine em 1980), que reunia diversos protozoários de importância médica como *Plasmodium*, *Toxoplasma* e *Cryptosporidium*, passa a ser, na nova classificação, um subgrupo do supergrupo Chromoalveolata. A tradicional classe Kinetoplastida, que engloba os protozoários flagelados que apresentam *cinetoplasto* (uma mitocôndria modificada rica em DNA circular), como *Trypanosoma* e *Leishmania*, passa a ser um subgrupo do grupo Euglenozoa, por sua vez classificado no supergrupo Excavata.

A classificação dos helmintos não é menos controversa (Brooks, 1985). Os níveis superiores da hierarquia, os filós Platyhelminthes (vermes chatos) e Nematoda (vermes

TABELA 1.1 Classificação dos principais protozoários de importância médica.

Supergrupo	Grupo	Subgrupo	Exemplos de gêneros
Amoebozoa	Acanthamoebidae	–	<i>Acanthamoeba</i> , <i>Balamuthia</i>
	Entamoebida	–	<i>Entamoeba</i>
	Mastigamoebidae	–	<i>Endolimax</i>
Opisthokonta	Funghi	Microsporidia*	<i>Encephalitozoon</i> , <i>Enterocytozoon</i> , <i>Nosema</i>
Chromoalveolata	Stramenopiles	Opalinata	<i>Blastocystis</i>
	Alveolata	Apicomplexa	<i>Plasmodium</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Cyclospora</i> , <i>Toxoplasma</i>
		Ciliophora	<i>Balantidium</i>
Excavata	Fornicata	Eopharyngia	<i>Giardia</i> , <i>Chilomastix</i> , <i>Retortomonas</i> , <i>Enteromonas</i>
	Parabasalia	Trichomonadida	<i>Trichomonas</i> , <i>Diantamoeba</i>
	Heterolobosea	Vahlkampfiidae	<i>Naegleria</i>
	Euglenozoa	Kinetoplastea	<i>Leishmania</i> , <i>Trypanosoma</i>

\*Os microsporídios são atualmente considerados fungos, mas continuam sendo estudados por protozoologistas.

cilíndricos), são amplamente aceitos; as maiores dificuldades estão no interior de cada filo. Os platelmintos compreendem um grupo extremamente diverso em termos de morfologia, ciclo de vida, tamanho e hábitat. Alguns são simbioses (parasitos e comensais), outros são de vida livre. Há vasta literatura sobre a classificação dos platelmintos; a adotada neste livro (Tabela 1.2) foi compilada por Bush e colaboradores (2001), em seu excelente livro sobre ecologia parasitária, mas em hipótese nenhuma deve ser considerada definitiva. Baseia-se essencialmente em características morfológicas. Os platelmintos de importância médica agrupam-se nas subclasses Trematoda (infraclasse Digenea) e Cercaromorphae (infraclasse Cestodaria).

Bush e colaboradores (2001) compilaram, igualmente, a classificação dos nematódeos utilizada na Tabela 1.2 e no restante deste livro. Trata-se de uma classificação de conveniência, que certamente sofrerá extensa revisão no futuro próximo. Os principais nematódeos que parasitam o homem agrupam-se

na classe Rhabditea, que inclui os ordens Ascaridida (em que se encontra o gênero *Ascaris*), Strongylida (gêneros *Ancylostoma* e *Necator*), Rhabditida (gênero *Strongyloides*), Oxyurida (*Enterobius*) e Spirurida (filárias); a segunda classe de importância médica chama-se Enoplea, e inclui a ordem Trichurida (gênero *Trichuris*) (Bush et al., 2001). Entretanto, análises recentes de filogenia molecular sugerem a existência de três classes principais, divididas em cinco clados: Dorylaimia (que inclui o gênero *Trichuris*), Enoplia, Spirurina (que inclui os gêneros *Ascaris*, *Toxocara* e as filárias), Tylenchina (que inclui o gênero *Strongyloides*) e Rhabditina (que inclui os ancilostomídeos e o organismo modelo *Caenorhabditis elegans*) (Mitrevá et al., 2005).

O Capítulo 2, *Entomologia Médica | Introdução e Conceitos Gerais*, e o Capítulo 19, *Artrópodes que Causam Doença Humana*, trazem informações referentes à classificação dos artrópodes de interesse médico – aqueles que transmitem infecções ou causam doença em seres humanos.

TABELA 1.2 Classificação dos principais helmintos de importância médica.

Filo	Classe	Subclasse	Infraclasse	Exemplos de gêneros
Platyhelminthes	Cercaromereida	Trematoda	Digenea	<i>Schistosoma</i> , <i>Fasciola</i> , <i>Fasciolopsis</i> , <i>Chloronchis</i> , <i>Paragonimus</i> , <i>Opisthorchis</i> , <i>Metagonimus</i> , <i>Heterophyes</i>
		Cercaromorphae	Cestodaria	<i>Taenia</i> , <i>Echinococcus</i> , <i>Hymenolepis</i> , <i>Diphyllobotrium</i>
Nematoda	Rhabditea	Rhabditia	-	<i>Ascaris</i> , <i>Strongyloides</i> , <i>Ancylostoma</i> , <i>Necator</i> , <i>Enterobius</i>
	Enoplea	-	-	<i>Trichuris</i>

## PARASITOLOGIA EM FOCO

### Samuel Barnsley Pessoa | Parasitologia e compromisso social

Samuel Barnsley Pessoa foi um dos mais destacados parasitologistas brasileiros do século XX. Formou uma notável escola, que combinou, com grande competência, a pesquisa de laboratório e o trabalho de campo para estudar doenças que afetam principalmente as populações mais pobres da zona rural negligenciadas pela Medicina à época.

Nascido em 1898, Pessoa ingressou na Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo (atualmente Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo [USP]) em 1916, onde iniciou suas atividades de pesquisa sobre as verminoses.

Depois de um ano (1927-28) de cursos e visitas ao exterior, onde teve contato com os serviços europeus de controle da malária, foi aprovado em concurso para a Cátedra de Parasitologia da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo. Assumiu o posto de professor catedrático em 1931, com o compromisso de “atribuir sempre a maior prioridade aos verdadeiros problemas nosológicos do homem brasileiro”.

Como professor, Samuel Pessoa fundou a principal escola de Parasitologia do Brasil. Seus discípulos diretos ocuparam importantes posições em universidades e institutos de pesquisa, do país e do exterior, formando uma nova geração de parasitologistas brasileiros. Publicou mais de 350 artigos científicos sobre temas de Parasitologia e Saúde Pública, especialmente sobre as verminoses intestinais e a leishmaniose tegumentar americana. Em 1946, lançou a primeira edição de seu grande tratado, intitulado *Parasitologia Médica*, que até o fim da década de 1980 foi o principal livro didático sobre esse tema em circulação no Brasil. Outras obras suas de grande impacto foram os livros *Problemas brasileiros de higiene rural*, de 1949, e uma coletânea com o nome de *Ensaio médico-sociais*, originalmente publicada em 1960, cuja última edição é de 1978.

Samuel Pessoa defendia que o controle das doenças parasitárias no Brasil, que afetam mais diretamente as populações rurais, é indissociável da reforma agrária e de uma ação estatal ampliada na área social e de saúde.

Aposentou-se como professor da Faculdade de Medicina da USP em 1956, aos 58 anos de idade, mantendo-se ativo como pesquisador em diversas instituições, especialmente na Seção de Parasitologia do Instituto Butantan, em São Paulo. Dedicou-se então ao estudo de tripanossomas e outros parasitos de répteis. A partir de 1964, Pessoa e seus discípulos mais destacados, cientistas de expressão acadêmica e intensa participação política, foram perseguidos pelo regime instaurado pelo golpe militar de 1964. Desse modo, dispersou-se o brilhante grupo de parasitologistas que constituíam o chamado “departamento vermelho” da Faculdade de Medicina; muitos foram demitidos, alguns presos e exilados. Em 1975, aos 77 anos de idade, Pessoa chegou também a ser preso e duramente interrogado sobre suas atividades políticas. Faleceu em São Paulo, em 1976, deixando como legado principal o compromisso entre a ciência e a saúde pública para a melhoria das condições de vida da população brasileira. Em tempos de obscurantismo científico, seu departamento de origem na USP o homenageia atribuindo-lhe o nome de seu principal auditório, lembrando a todos que a busca de uma sociedade mais justa continua entre os principais objetivos dos parasitologistas e especialistas em doenças negligenciadas contemporâneas.

### Leitura sugerida

Paiva CHA. Samuel Pessoa: uma trajetória científica no contexto do sanitário-campanhista e desenvolvimentista no Brasil. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. 2006;13: 795-831.

## Referências bibliográficas

- Adl SM, Simpson AG, Farmer MA et al. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *J Eukaryot Microbiol.* 2005;52:399-451.
- Brooks DR. Phylogenetics and the future of helminth systematics. *J Parasitol.* 1985;71:719-27.
- Bush AO, Fernández JC, Esch GW, Seed JR. *Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites.* Cambridge, Cambridge University Press, 2011. 566p.
- Crofton HD. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology.* 1971; 62:343-64.
- Dacks JB, Walker G, Field MC. Implications of the new eukaryotic systematics for parasitologists. *Parasitol Int.* 2008;57:97-104.

- Levine ND, Corliss JO, Cox FEG et al. A newly revised classification of the protozoa. *J Protozool.* 1980;27:37-58.
- Mitreva M, Blaxter ML, Bird DM, McCarter JP. Comparing genomics of nematodes. *Trends Genet.* 2005;21:573-81.

## Leitura sugerida

- Poulin R. Are there general laws in parasite ecology? *Parasitology.* 2007;134:763-76.
- Walker G, Dorrell RG, Schlacht A, Dacks JB. *Eukaryotic systematics: a user's guide for cell biologists and parasitologists.* *Parasitology.* 2011;138:1638-63.