

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



HELMINTOFAUNA GASTROINTESTINAL DE *Rattus rattus* E *Rattus norvegicus* NAS
ÁREAS PORTUÁRIAS DE LISBOA E PONTA DELGADA, PORTUGAL

LISANDRO TOMÁS FERNANDES QUINTAL

ORIENTADOR:

Doutor José Augusto Farraia e Silva
Meireles

COORIENTADORA:

Doutora Sofia Isabel Vieira Gabriel

2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



HELMINTOFAUNA GASTROINTESTINAL DE *Rattus rattus* E *Rattus norvegicus* NAS
ÁREAS PORTUÁRIAS DE LISBOA E PONTA DELGADA

LISANDRO TOMÁS FERNANDES QUINTAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutora Isabel Maria Soares Pereira da
Fonseca Sampaio

ORIENTADOR:

Doutor José Augusto Farraia e Silva
Meireles

VOGAIS:

Doutor José Augusto Farraia e Silva
Meireles
Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá
Henriques

COORIENTADORA:

Doutora Sofia Isabel Vieira Gabriel

Nome: Lisandro Tomás Fernandes Quintal

Título da Tese ou Dissertação: Helmintofauna gastrointestinal de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2022

Designação do curso de
Mestrado ou de
Doutoramento: Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

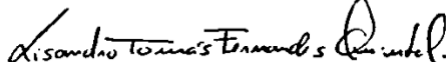
- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 30 de setembro de 2022

Assinatura: 

Agradecimentos

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena”

Fernando Pessoa

É um gosto agradecer à Doutora Sofia Gabriel pelo apoio que me foi fornecendo ao longo de quase 3 anos, enquanto trabalhámos em conjunto. Desde o caloroso acolhimento no seu projeto, até o final. Um agradecimento especial ao Professor Doutor José Meireles pelo abrigo à minha orientação e pela simpatia e disponibilidade desde início, sempre aprazível e disponível para auxílio. Um especial agradecimento também à Dra. Lídia Gomes do Laboratório de Parasitologia da FMV, incessante na sua ajuda e conselhos, tanto técnicos como teóricos, e nas conversas assisadas. Ao Francisco Evangelista pela inclusão no projeto e formação inicial. Uma referência também ao Professor Doutor Luís Madeira de Carvalho. Agradecer também ao CIISA – FMV e ao Departamento de Biologia da FCUL responsável pelo projeto *Trojan Rats* por facultarem espaço e material biológico para este estudo.

À minha família que me criou, Tia, Tio, Massa, minha irmã Sara, Sílvia, Diogo... Ao Ferrolho, irmão de outra mãe, e João Luís.... Obrigado... Apesar de desconhecerem o que faço por terras continentais, apoiaram-me e sem vocês e a vossa educação única este documento e trabalho não seria feito por mim. Nem cinco linhas aqui, nem cinco milhões seja onde for será suficiente para um agradecer. Sou um planeta e vocês a minha galáxia.

Um afável agradecimento ao António Pimentel, e a toda a família Pimentel. Pelas vossas atitudes de compaixão, generosidade e bondade, sem interesse e sem justificação, foram um apoio e um pilar de sustentação nesta construção.

Aos meus amigos caravanistas: Diogo, Gonçalo, Lara, Amin, Francisco, Carolina, Beatriz, Diana, Joana e Patrícia, sabeis quem sois e as memórias que criamos ao longo da vida académica.

Brotados no final deste percurso, mas de apoio constante, agradeço também às minhas colegas de trabalho Bárbara, Carolina, Daniela e Magda por me ajudarem a estabilizar, e aos meus amigos Filipe, Débora, Campelo e Simão.

Helmintofauna gastrointestinal de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal

Resumo

Rattus rattus e *Rattus norvegicus* estão dispersos mundialmente com a contribuição de portos e transportes marítimos, sendo vetores e reservatórios de vários agentes patogénicos, incluindo espécies de helmintes zoonóticos. Em associação ao seu porto de tráfego intenso, as características demográficas e o ambiente ecológico estável de Lisboa, elevam a probabilidade de contacto humano com a vida selvagem, criando oportunidade para ciclos zoonóticos. A mesma oportunidade é criada em Ponta Delgada, dada a predominância de ambiente rural, apesar de um porto de menor tráfego. O conhecimento sobre quais os agentes infecciosos, e as suas prevalências, nas populações de animais sinantrópicos é essencial para o seu controlo, e previsão da criação de reservatórios. Neste estudo, propomo-nos avaliar as prevalências de helmintes gastrointestinais de *Rattus* spp. em Lisboa e Ponta Delgada, associando-as a diversos fatores de influência, avaliando o seu potencial zoonótico.

Foram analisados, macroscopicamente, estômagos, conteúdos estomacais, intestinos delgados, intestinos grossos, cecos, fezes e fígados de 192 murídeos. Os helmintes observados foram contados, e identificados pelas suas características morfológicas ao microscópio ótico composto. No total foram identificadas 11 espécies de helmintes: *Brachylaima* spp. (1 tremátode), *Hymenolepis* spp., *Cysticercus fasciolaris* (2 cestodes), *Moniliformis moniliformis* (1 acantocéfalo), *Mastophorus muris*, *Calodium hepaticum*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris*, e *Aspiculuris tetraptera* (7 nemátodes). Acredita-se que esta seja a primeira vez que *Aspiculuris tetraptera* e *Moniliformis moniliformis* são descritos nos Açores. Identificou-se também um caso de ecological release dada a maior prevalência de *Heterakis spumosa* e inexistência de *Syphacia* spp. em Ponta Delgada.

A prevalência total de infeção foi de 89,1 %. Apenas houve diferença nessa prevalência consoante a cidade de captura dos espécimes (81,9% em Lisboa e 93,3% em Ponta Delgada). Quanto às intensidades totais de infeção houve diferença entre as cidades de captura, as idades, os sexos e as espécies dos hospedeiros. Considerou-se haver potencial zoonótico em relação a *Brachylaima* spp., *Cysticercus fasciolaris*, *Hymenolepis* spp., *Moniliformis moniliformis*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris* e *Calodium hepaticum*.

As três partes integrantes na One Health (saúde animal, saúde humana e saúde ambiental) deverão cooperar para o controlo de helmintes nomeadamente os zoonóticos.

Palavras-chave: Helmintes, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, One Health, Zoonoses

***Rattus rattus* and *Rattus norvegicus* gastrointestinal helminthofauna around shipyard areas in Lisboa and Ponta Delgada, Portugal**

Abstract

Rattus rattus and *Rattus norvegicus*, have dispersed worldwide with the contribution of maritime transports and ports, being vectors and reservoirs of various pathogens, including species of zoonotic helminths. In association with its heavy traffic port, the demographic characteristics and stable ecological environment of Lisbon increase the probability of human contact with wildlife, creating opportunity for zoonotic cycles. The same opportunity is created in Ponta Delgada given the predominance of a rural environment, despite a port with less traffic. Knowledge about which are the infectious agents, and their prevalence, in synanthropic animal populations is essential for their control, and for predicting the establishment of reservoirs. In this study we aimed to evaluate the prevalence of gastrointestinal helminths in *Rattus* spp. in Lisbon and Ponta Delgada, associating them with various influencing factors and assessing their zoonotic potential.

The stomachs, stomach contents, small intestines, large intestines, caeca, faeces and livers of 192 murids were macroscopically analysed. The helminths observed were counted and identified based on their morphological characteristics under a compound optical microscope. A total of 11 species of helminths were identified: *Brachylaima* spp. (1 trematode), *Hymenolepis* spp., *Cysticercus fasciolaris* (2 cestodes), *Moniliformis moniliformis* (1 acantocephalus), *Mastophorus muris*, *Calodium hepaticum*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris*, e *Aspicularis tetraptera* (7 nemátodes). This is believed to be the first time that *Aspicularis tetraptera* and *Moniliformis moniliformis* have been described in the Azores. It was also identified a case of ecological release given the higher prevalence of *Heterakis spumosa* and inexistence of *Syphacia* spp. in Ponta Delgada.

The total prevalence of infection was 89,1%. There was only a difference in this prevalence according to the city where the specimens were captured (81,9% in Lisboa and 93,3% in Ponta Delgada). As for the total infection intensities, there was a difference between capture cities, age, sex and rat species. *Brachylaima* spp., *Cysticercus fasciolaris*, *Hymenolepis* spp., *Moniliformis moniliformis*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris* and *Calodium hepaticum* were considered to have zoonotic potential.

The three component parts of One Health (animal health, human health and environmental health) should cooperate concerning the control of helminths, in particular zoonotic helminths.

Keywords: Helminths, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, One Health, Zoonoses

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vi
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tabelas.....	ix
Lista de Abreviaturas	x
1 Introdução	1
1.1 Laboratório de Parasitologia e de Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade de Lisboa	1
1.2 Enquadramento e justificação do estudo.....	1
2 Revisão bibliográfica.....	3
2.1 One Health.....	3
2.2 Relações ecológicas.....	4
2.3 Caracterização de Lisboa.....	4
2.3.1 Habitats	4
2.3.2 Fauna	5
2.3.3 Clima	5
2.4 Caracterização de Ponta Delgada	5
2.4.1 Habitat.....	5
2.4.2 Fauna	6
2.4.3 Clima	6
2.5 Caracterização <i>Rattus</i> spp.	6
2.5.1 Morfologia	6
2.5.2 Ecologia	7
2.5.3 Ciclo de vida.....	8
2.5.4 Helmintofauna.....	8
2.6 Caracterização da helmintofauna gastrointestinal de <i>Rattus rattus</i> e <i>Rattus norvegicus</i>	9
2.6.1 <i>Brachylaima</i> spp.	9
2.6.2 <i>Cysticercus fasciolaris</i>	11
2.6.3 <i>Hymenolepis</i> spp.	13
2.6.4 <i>Moniliformis moniliformis</i>	14
2.6.5 <i>Mastophorus muris</i>	16
2.6.6 <i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	17
2.6.7 <i>Heterakis spumosa</i>	19
2.6.8 <i>Syphacia</i> spp.....	20
2.6.9 <i>Trichuris muris</i>	22
2.6.10 <i>Aspicularis tetraptera</i>	23
2.6.11 <i>Calodium hepaticum</i>	24

2.7	Objetivos do estudo.....	25
3	Materiais e métodos.....	26
3.1	Captura e identificação dos roedores	26
3.2	Processamento dos roedores	26
3.3	Extração dos helmintos	27
3.4	Preparação dos helmintos.....	28
3.5	Identificação dos helmintos.....	29
3.6	Registos e análise de dados	29
3.7	Análise estatística.....	29
4	Resultados	30
4.1	Composição qualitativa de helmintofauna gastrointestinal de <i>Rattus rattus</i> e <i>Rattus norvegicus</i> nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal	30
4.2	Composição quantitativa de helmintofauna gastrointestinal de <i>Rattus rattus</i> e <i>Rattus norvegicus</i> nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal	33
4.2.1	Distribuição da infeção por sexo do hospedeiro	33
4.2.2	Distribuição da infeção por idade do hospedeiro	35
4.2.3	Distribuição da infeção por espécie do hospedeiro	36
4.2.4	Distribuição da infeção por cidade de captura do hospedeiro.....	38
4.3	Resultados estatísticos.....	39
4.3.1	Análise estatística da influência do sexo do hospedeiro	40
4.3.2	Análise estatística da influência da idade do hospedeiro	41
4.3.3	Análise estatística da influência da espécie do hospedeiro	42
4.3.4	Análise estatística da influência da cidade do hospedeiro	43
5	Discussão.....	44
5.1	Composição qualitativa	44
5.2	Composição quantitativa	45
5.2.1	Influência do sexo do hospedeiro.....	45
5.2.2	Influência da idade do hospedeiro	45
5.2.3	Influência da espécie do hospedeiro.....	45
5.2.4	Influência da cidade de captura do hospedeiro	46
5.3	Potencial zoonótico	46
6	Conclusões	48
7	Bibliografia	50

Índice de Figuras

Figura 1 - Ciclo de vida de <i>Brachylaima</i> spp.....	11
Figura 2 - Ciclo de vida de <i>Cysticercus fasciolaris</i>	12
Figura 3 - Ciclo de vida de <i>Hymenolepis</i> spp.....	14
Figura 4 - Ciclo de vida de <i>Moniliformis moniliformis</i>	15
Figura 5 - Ciclo de vida de <i>Mastophorus muris</i>	17
Figura 6 - Ciclo de vida de <i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	19
Figura 7 - Ciclo de vida de <i>Heterakis spumosa</i>	20
Figura 8 - Ciclo de vida de <i>Syphacia</i> spp.....	21
Figura 9 - Ciclo de vida de <i>Trichuris muris</i>	22
Figura 10 - Ciclo de vida de <i>Aspiculuris tetraptera</i>	23
Figura 11 - Ciclo de vida de <i>Calodium hepaticum</i>	25
Figura 12 - Ambiente e material de trabalho.....	27
Figura 13 - Ambiente e material de trabalho na lupa estereoscópica.....	28
Figura 14 - Disposição de parasitas em lâmina.....	28
Figura 15 - Quisto hepático de <i>Cysticercus fasciolaris</i> (A e B), larva cisticercóide (C); Escólex de <i>Cysticercus fasciolaris</i> (D e E).....	30
Figura 16 - Forma adulta de <i>Brachylaima</i> spp. em observação ao microscópio ótico composto (A e B).....	31
Figura 17 - Extremidade anterior de <i>Mastophorus muris</i> em observação ao microscópio ótico composto.....	31
Figura 18 - Forma adulta de <i>Moniliformis moniliformis</i> em observação ao microscópio ótico composto, pseudosegmentação (A) e escólex (B); Ovos de <i>Moniliformis moniliformis</i> (C).....	31
Figura 19- Escólex de <i>Hymenolepis diminuta</i> (A e C) e <i>Hymenolepis nana</i> (B).....	31
Figura 20 - Formas adultas de <i>Aspiculuris</i> spp. (A) e pormenor asas cervicais (B) em observação ao microscópio ótico composto.....	32
Figura 21 - Forma adulta de <i>Heterakis spumosa</i> macho em observação ao microscópio ótico composto.....	32
Figura 23 - Forma adulta de <i>Nippostrongylus brasiliensis</i> em observação ao microscópio ótico composto, extremidade posterior de fêmea (A) e macho (B).....	32
Figura 23 - Ovos de <i>Calodium hepaticum</i> em observação ao microscópio ótico composto..	32
Figura 24 - Formas adultas de <i>Syphacia</i> spp. machos (A) e fêmea (B e C) em observação ao microscópio ótico composto.....	32

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Espécies identificadas e potencial zoonótico.....	30
Tabela 2 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus</i> spp. fêmea.....	34
Tabela 3 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus</i> spp. macho.....	35
Tabela 4 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus</i> spp. adulto	36
Tabela 5 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus</i> spp. juvenil	36
Tabela 6 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus rattus</i>	38
Tabela 7 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus norvegicus</i>	38
Tabela 8 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de <i>Rattus</i> spp. consoante a cidade de captura.....	39
Tabela 9 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de <i>Rattus</i> spp. por variável de dependência.....	40
Tabela 10 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de <i>Rattus</i> spp. por variável de dependência.....	40
Tabela 11 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de <i>Rattus</i> spp. consoante sexo	40
Tabela 12 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de <i>Rattus</i> spp. consoante o sexo	41
Tabela 13 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de <i>Rattus</i> spp. consoante idade	42
Tabela 14 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de <i>Rattus</i> spp. consoante idade	42
Tabela 15 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de <i>Rattus</i> spp. consoante espécie	43
Tabela 16 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de <i>Rattus</i> spp. consoante espécie.....	43
Tabela 17 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de <i>Rattus</i> spp. consoante cidade.....	44
Tabela 18 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de <i>Rattus</i> spp. consoante cidade	44

Lista de Abreviaturas

- FMV – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa
FCUL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
ORBEA – Organismo Regulador do Bem-Estar Animal da Faculdade de Ciências da
Universidade de Lisboa
- mm – Milímetros
cm – Centímetros
µm – Micrómetros
ha – Hectares
mL – Mililitros
g – Gramas
°C – Graus Celsius
° – Graus de latitude/longitude
' – Minutos de latitude/longitude

1 Introdução

1.1 Laboratório de Parasitologia e de Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade de Lisboa

As análises às amostras foram realizadas na sequência de um estágio extracurricular e do estágio curricular no Laboratório de Parasitologia e de Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa com associação ao Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que tiveram a duração de Setembro de 2019 a Março de 2021 e de Março de 2021 a Fevereiro de 2022, respetivamente. Entre ambos foram realizadas, 780 horas (76 horas de estágio extracurricular e 704 horas de estágio curricular).

Além do trabalho descrito nos Materiais e métodos do restante documento, foi ainda possível assistir e participar em técnicas laboratoriais realizadas no laboratório para diagnóstico de várias doenças parasitárias em diversas espécies animais.

1.2 Enquadramento e justificação do estudo

Os roedores sinantrópicos *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* são dos mamíferos mais ubíquos a nível global, levantando difíceis problemas de controlo no que se refere a vetores e reservatórios de agentes infecciosos (Feng and Himsworth 2014; Galán-Puchades et al. 2018). É necessário um conhecimento mais aprofundado da ecologia dos agentes patogénicos de humanos e roedores, que possam constituir uma ameaça à Saúde Pública, para que se desenvolvam estratégias para mitigá-los (Himsworth et al. 2013). É também importante conhecer a parasitofauna nestas populações para compreender ou prever os possíveis impactos dos seus parasitas (Gérard et al. 2020).

As características que fazem com que *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* sejam sinantrópicos são: a facilidade de penetração em territórios novos e rapidamente os colonizarem; capacidade de viverem em grandes números em espaços limitados; uma elevada taxa de reprodução atingindo números elevados rapidamente; capacidade de viver em espaços hostis, como por exemplo no caso de ratos urbanos, casas separadas por ruas e, no caso de ratos rurais, sobreviverem com restrições de alimento ou abrigo devido às atividades agrícolas; são omnívoros, mas podem também sobreviver com dietas baseadas numa só fonte alimentar, como por exemplo grãos de cereais no caso de ratos rurais; preferência por alimentos calóricos, permitindo alto aporte energético em pouco tempo e capacidade de jejum prolongado. Têm também facilidade de se disseminarem através dos veículos de transporte usados por humanos. Todos estes fatores promoveram e promovem a sua distribuição mundial (Khlyap and Warshavsky 2010).

Tal como *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*, os helmintes são dos parasitas mais

dispersos mundialmente, e são também muito diversos. Pertencendo a diferentes filós e classes, têm métodos de transmissão e infeção semelhantes. De cerca de 300 000 espécies de helmintos que parasitam vertebrados 287 infetam humanos, sendo que desses, 95% são zoonóticos, ou evoluíram de parasitas de animais (Bruschi and Dupouy-Camet 2014). Rabiee et al. (2018) identificaram 70 doenças zoonóticas provenientes de *Rattus* spp. e outras espécies de murídeos, sendo 12 delas helmintíases. Dada a baixa especificidade de alguns parasitas, a presença num roedor pode contaminar a cadeia trófica humana, levando a perdas económicas ao nível da produção animal e a despesas para tratamento tanto das populações humana e animal. Os humanos infetam-se por alimentos com insuficiente processamento térmico ou por contacto indireto com larvas, ovos ou metacercárias infetantes, libertados pelos roedores pelas suas fezes e urina. Apesar de casos graves de infeção não serem comuns e das infeções em humanos serem assintomáticas ou ligeiras, as repercussões socioeconómicas podem ser de peso considerável. As epidemias causam fatalidades por afeção da Saúde Pública e por implicações financeiras (Islam et al. 2020). Ainda assim, as infeções por helmintos são negligenciadas (WHO 2022).

O transporte accidental de ratazanas por via marítima, com a sua introdução em novas áreas através de portos marítimos, é um fator importante na disseminação de agentes patogénicos. Kosoy et al. (2015) referem, na sequência da Peste Negra, que no século XIX a infestação de ratos nos portos marítimos de São Francisco, Estados Unidos da América, era muito elevada. Dão também o exemplo da introdução de *Borrelia spirochetes* na ilha da Madeira (onde mais de 50% das carraças nos ratos estão infetadas) por via marítima (Kosoy et al. 2015). Já desde a idade média que os portos marítimos são fonte de disseminação de ratos e dos seus agentes patogénicos (Clinton 1969). O comércio de bens alimentares fornece às ratazanas uma excecional disponibilidade de recursos, tanto nas embarcações como nos portos de carga e descarga. Também, navios não envolvidos no comércio alimentar fazem parte da disseminação dos ratos e dos seus agentes patogénicos (McCormick 2003).

O facto de o conhecimento ser escasso no que se refere a quais os agentes infecciosos que infetam populações de espécies sinantrópicas, bem como ser também escasso sobre qual a possibilidade de serem influenciados pela atividade humana, torna o estudo destas parasitoses essencial para o seu controlo. Existe uma falta de conhecimento pronunciada sobre a diversidade de agentes patogénicos na vida selvagem. Sem uma vigilância contínua e melhorada existirá sempre um desfasamento, em termos de previsão, relativamente á manutenção de reservatórios que mantenham e disseminem cadeias de infeção (Thompson 2013).

2 Revisão bibliográfica

2.1 One Health

A disseminação de doenças zoonóticas está associada a fatores ambientais, à saúde animal e à saúde humana. A infecção pode ocorrer através do ambiente contaminado por vetores animais, afetando água e alimentos, ou através da própria disseminação entre a população humana. Este é um risco significativo para animais e pessoas, podendo causar continuidade dos ciclos de agentes patogénicos resultando em alta mortalidade e morbidade. São clássicos os exemplos das doenças com essas consequências provenientes de ratos: leptospirose (*Leptospira* spp.), infecção por *Seoul orthohantavirus*, tifo murino (*Rickettsia typhi*) e peste negra (*Yersinia pestis*) (Feng and Himsforth 2014; Shaheen 2022).

O conceito de *One Health* retrata a necessidade de cooperação entre vários setores da saúde animal, humana e ambiental. Será também importante a atuação de setores geopolíticos e financeiros. Com o ambiente circundante cada vez mais poluído devido à globalização, será importante compreender as relações ecológicas entre animais, humanos e ambiente. A população mundial, cada vez mais móvel, aumenta as interações e influências da humanidade na fauna e ecossistemas. Um entrave para o desenvolvimento do conceito de *One Health* é a falta de comunicação entre a medicina humana, medicina veterinária e as ciências agrónoma e biológicas. Outro grande entrave será a exclusividade de acesso ao conhecimento científico que está bloqueado por ser propriedade intelectual ou restringido por patentes (Shaheen 2022).

A percentagem da população mundial a viver em áreas urbanas tem vindo a aumentar, de 30% em 1950 para 54% em 2014 e continuará a aumentar até 66% em 2050 (Dumont 2018; Ventriglio et al. 2021).

As mudanças ambientais causadas por humanos são tomadas como um fator importante na modificação da transmissão de parasitas zoonóticos levando a surtos tanto endémicos como emergentes (Mackenstedt et al. 2015).

Cada vez mais estudos sugerem a ligação entre a atividade humana e o surgimento de doenças silvestres. A urbanização causa mudanças nos alcances geográficos e densidades dos hospedeiros, nas interações interespecíficas e na contaminação do ambiente com agentes patogénicos (Bradley and Altizer 2007).

Ambientes com acesso facilitado a alimento podem aumentar as taxas de natalidade e sobrevivência de ninhadas das espécies adaptadas à urbanização, como é o caso de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*. Assim, é intensificada a transmissão parasitária devido à abundância de espécimes juvenis (Mackenstedt et al. 2015).

Em áreas urbanas e periurbanas, a frequência de contacto entre vida selvagem e humanos varia de esporádica a partilha permanente do ambiente, aumentando a oportunidade de infecção parasitária dos humanos (Daszak et al. 2001; Polley 2005).

A vigilância da saúde animal e humana deverá ser assegurada e a educação populacional deve ser reforçada. Porque as doenças zoonóticas estão intimamente correlacionadas com os animais e o seu ambiente envolvente, é importante o conhecimento e compreensão da sua dinâmica, através de cooperações multidisciplinares, para que sejam avaliados os riscos de infeção (Destoumieux-Garzón et al. 2018).

2.2 Relações ecológicas

A frequência e distribuição de agentes patogénicos em populações de ratos têm acompanhando as mudanças das populações humanas.

A ecologia destes agentes é afetada pelo clima, pelas estações e pela meteorologia, sendo assim afetada, também, a exposição aos humanos e os seus efeitos na biologia e ecologia dos ecossistemas envolventes, que incluem os ratos e respetivos vetores. Um conhecimento sobre como estes se comportam consoante estas condições é crucial para identificar quais os ratos ou, populações, que apresentam risco para a Saúde Pública.

A um nível populacional, a prevalência dos parasitas pode ser influenciada pela idade média da população. A um nível individual, o sexo pode ser um fator importante. Por exemplo, dada a atividade de lutas de machos a garantir territórios, aumenta significativamente a probabilidade de estes contraírem agentes. O impacto de atividades humanas, como envenenamento em larga escala e armadilhagem, podem também ter o seu efeito nas populações dos ratos.

A geografia local é também importante na ecologia, havendo grandes variações de parasitas e prevalências dos mesmos entre diferentes cidades, possivelmente devido aos diferentes ecossistemas e microhabitats (Himsworth et al. 2013).

Além das características dos hospedeiros e do ambiente, interações intra e interespecíficas na comunidade de parasitas podem afetar a sua frequência e distribuição. A competição por recursos leva a um de três possíveis resultados: exclusão de espécies; segregação com redução de prevalência, mas coexistência; e de um ponto vista evolutivo, adaptação aos parasitas competidores (Esch et al. 1990; Jackson et al. 2006; Teixeira et al. 2020).

2.3 Caracterização de Lisboa

A cidade de Lisboa é a maior de Portugal sendo a sua capital. Situa-se no sudoeste europeu a uma longitude de 9°11' Oeste e latitude de 36°42' Norte. É uma cidade próxima ao Oceano Atlântico anexa ao estuário do Rio Tejo (Cardoso 2011).

2.3.1 Habitats

Santos et al. (2015) registou 23 tipos de habitat relevantes para a biodiversidade na cidade de Lisboa. Esses habitats refletem os vários fatores que possam ser benéficos para a

fauna e flora locais. Os que existem em maior percentagem são: Áreas edificadas, vias e passeios (4820 ha, 56,7%); Prados Ruderais (929,8 ha, 11%); Parques Periurbanos (700,1 ha, 8,3%); Espaços verdes de vizinhança e locais (513 ha, 6,1%) e Espaços verdes centrais e urbanos (285,1 ha, 3,4%).

2.3.2 Fauna

Apesar da má conetividade entre as áreas verdes na cidade de Lisboa, induzida pelo tráfego intenso nas principais vias que ligam áreas periféricas e centrais, limitar a vivência da fauna urbana, a existência de um elevado número de espécies na cidade revela a capacidade de sobrevivência dessa fauna. Essa capacidade provem da boa conservação e complexidade dos ecossistemas urbanos de Lisboa e da existência de espécies altamente tolerantes e adaptadas à influência humana, casos das espécies *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Khlyap and Warshavsky 2010; Cardoso 2011; Santos et al. 2015).

Dos vários grupos que constituem a fauna da cidade, alguns cingem-se a certos espaços e habitats, como o Parque Florestal de Monsanto, a Mata de Alvalade, a Mata do Vale do Silêncio, a Mata do Vale Fundão, a Mata da Madreus ou o estuário do Rio Tejo (Nascimento 2018).

2.3.3 Clima

O clima da cidade de Lisboa é um clima típico mediterrânico, com verões quentes e secos e invernos húmidos e chuvosos. O nível de pluviosidade é mais intenso entre o período de Outubro e Abril, com medidas médias mensais de 104mm nesse período. Nos meses menos chuvosos tem medidas médias de pluviosidade de 6,5mm mensais. As variações térmicas são ligeiras com temperatura média anual de 17°C, temperatura média de inverno de 9°C e temperatura média de verão de 27°C. A nebulosidade da cidade é maior no inverno com registo de 10 a 15 dias por mês com nebulosidade de índice 8 num intervalo de 0-10 (Santos et al. 2015).

2.4 Caracterização de Ponta Delgada

Localizado no Oceano Atlântico, na região biogeográfica da Macaronésia, o Arquipélago dos Açores encontra-se entre os paralelos 36°45' e 39°43' Norte e os meridianos 24°45' e 31°17' Oeste e possui três grupos de ilhas. A ilha de São Miguel, cuja capital é a cidade de Ponta Delgada, localiza-se no grupo Oriental (Cymbron et al. 2006).

2.4.1 Habitat

Tendo a ilha uma área total de 72 457 ha, 55 410 ha dos quais têm interesse ecológico para o suporte de habitats naturais. A área urbana está maioritariamente no litoral e concentrada na costa sul. A ilha tem um ambiente predominantemente rural, determinado principalmente pelas suas características geológicas e topográficas. Dos habitats identificados por Vieira (2007) na ilha, os que possuem maior valor ecológico são: Reserva ecológica

(33 701 ha, 45,3%); Reserva Agrícola Regional (17 041 ha, 2,9%); Rede regional de áreas protegidas (13 865 ha, 18,6%); Áreas florestais de produção (1 730 ha, 15,8%) e Áreas de vegetação natural (8 578 ha, 1,5%) (Vieira 2007; Oliveira 2009).

2.4.2 Fauna

Apenas 58 espécies de vertebrados estão descritas no arquipélago, sendo todas as espécies de mamíferos introduzidas voluntária ou involuntariamente pelo Homem. As ratazanas preta e castanha, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*, respetivamente, são dois exemplos de fauna introduzida, constituindo duas espécies praga no arquipélago (Amaral and Puchades-Pradas 2008; Medeiros et al. 2010).

2.4.3 Clima

O clima da ilha é temperado marinho, com baixa amplitude térmica, húmido, com ventos e pluviosidade constantes. A temperatura média anual é de 17,5°C com a temperatura média mensal mais elevada no mês de Agosto com 22°C e, a mais baixa, 14,5°C no mês de Fevereiro. A precipitação média anual é 1930mm, sendo que 75% ocorre entre Outubro e Março, definindo assim uma época seca de Abril a Setembro e uma húmida de Outubro a Março (Cymbron et al. 2006).

2.5 Caracterização *Rattus* spp.

A ordem Rodentia constitui 40% das espécies de mamíferos mundiais. *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* são da superfamília Muridea da qual fazem também parte outros roedores como o ratinho caseiro (*Mus musculus*) e o ratinho do campo (*Apodemus sylvaticus*).

Rattus rattus e *Rattus norvegicus* são considerados ratos do Antigo Mundo. A sua diferença para os ratos do Novo Mundo (subfamília Sigmodontinae) será um padrão de molares mais primitivo, em que possuem 3 pares enquanto os do Novo Mundo têm 2 pares.

Rattus spp. inclui 61 espécies, tendo origem no sudeste asiático. Desde então dispersaram-se por quase todos os continentes, exceto a Antártida.

A maioria das espécies tem preferência por um ambiente silvestre, mas 5 delas são consideradas comensais (*Rattus exulans*, *Rattus nitidus*, *Rattus turkestanicus*, *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus*). As três primeiras existem só no continente Asiático, já *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* têm distribuição mundial. Esta distribuição está associada ao transporte accidental por humanos, nomeadamente por via marítima (Feng and Himsforth 2014).

2.5.1 Morfologia

Rattus norvegicus pesam em média 264,3g, com um comprimento médio da cabeça e corpo de 20,7cm. A cauda é espessa e mais curta que o comprimento do corpo com coloração pálida na parte inferior. As orelhas medem, em média, 1,89 cm com os seus pelos a passar a extremidade da orelha. O comprimento médio das patas traseiras é 3,92cm com o plano

superior pálido. O pelo do dorso é castanho e o do abdómen com as pontas esbranquiçadas, dando aspeto irregular. Têm até 12 mamilos. As suas fezes medem de 1,3 a 1,9cm de comprimento (Cunningham and Moors 1983; Islam et al. 2021).

Rattus rattus tem peso médio de 130g, com comprimento médio da cabeça e corpo de 14,3cm, e, cauda, mais longa que o comprimento da cabeça e corpo, de cor escura uniforme. As orelhas medem em média 1,86cm com pelos curtos que não passam do limite da orelha. As patas traseiras têm comprimento médio de 3,24cm com cor escura. O pelo do dorso é castanho ou preto e o do abdómen de cor uniforme cinzenta, branca ou branco acinzentada. Têm entre 10-12 mamilos, normalmente 10. As fezes medem entre 0,68cm e 1,38cm de comprimento (Cunningham and Moors 1983; Islam et al. 2021).

2.5.2 Ecologia

Rattus rattus e *Rattus norvegicus*, têm uma ecologia diversa, preferindo ambientes próximos a humanos, a ambientes florestais.

Rattus rattus consomem preferencialmente frutas e sementes enquanto *Rattus norvegicus* não têm especial preferência pelo tipo de alimento. No entanto, como são oportunistas alteram a sua alimentação consoante a disponibilidade de alimento. No caso de ambas as espécies, em ambientes urbanos a comida despojada é uma importante fonte de alimento, nomeadamente em caso de falta de fontes naturais. Está também descrito o armazenamento de alimento em animais famintos ou lactantes, sendo este comportamento mais pronunciado em *Rattus rattus* (Feng and Himsworth 2014).

Apesar de serem animais gregários não apresentam grande propensão para cooperação intraespecífica. Lutas são frequentes por fêmeas recetivas, fontes de alimento e estabelecimento de hierarquias, obrigando ratos submissos a alterar comportamentos para evitar confrontos.

Em cidades, as ruas são as barreiras de maior importância no que respeita à divisão de populações, levando ao isolamento das populações por bairros ou quarteirões. Assim o seu alcance territorial é limitado, comparado a ratos rurais que não possuem este entrave. Os machos podem aumentar o seu alcance em épocas reprodutivas e toda a população pode aumentar o seu alcance em caso de escassez de recursos. Apesar deste alcance territorial limitado, a distribuição por distâncias curtas é comum, e o resultado é a dispersão urbana. Os espécimes podem também se estabelecer em altura sem contacto com o solo e em diferentes substratos. Enquanto *Rattus rattus* tendem a usar estruturas em altura, como buracos e fendas em tetos, para terem acesso a recursos úteis, *Rattus norvegicus* usam sistemas de esgotos e fendas nos alicerces dos edifícios.

Rattus rattus e *Rattus norvegicus* tendo melhor adaptação a climas temperados e tropicais, respetivamente, modulam as suas rotinas consoante as adversidades climáticas. No

Inverno, costumam mover-se para o interior de edifícios para abrigo da chuva e do clima inóspito.

O seu comportamento exploratório permite-lhes fazer um reconhecimento da topografia local, e das fontes de abrigo, água e alimento (Shiels 2010; Feng and Himsworth 2014).

2.5.3 Ciclo de vida

O período de gestação das fêmeas é de aproximadamente 3 semanas. Em condições favoráveis de disponibilidade de alimento poderá haver reprodução ao longo de todo o ano, significando uma taxa de 5 ninhadas com 4-8 crias por fêmea por ano. Após o nascimento, as crias desmamam com 1 mês de idade e começam a ingerir alimento sólido a partir das 3 semanas. Atingem a idade adulta às 6 semanas de idade, mas a maturidade social apenas aos 5/6 meses. Em climas temperados há variações nas taxas reprodutivas consoante as estações, atingindo picos na primavera e diminuindo no inverno. Em climas tropicais estas variações são pouco pronunciadas ou ausentes.

Com um ciclo de vida curto, devido à elevada probabilidade de morte no primeiro ano de vida, 90 a 95% dos ratos não atinge 1 ano de idade. Os machos tendem a viver menos que as fêmeas (Feng and Himsworth 2014).

2.5.4 Helmintofauna

2.5.4.1 Helmintofauna a nível mundial

A nível mundial, foram feitos vários estudos sobre a helmintofauna de *Rattus* spp. e a sua importância ao nível da Saúde Pública, apesar de haver escassez no conhecimento das relações ecológicas inerentes, nomeadamente a nível urbano. Gliga et al. (2020) fizeram uma revisão sobre os estudos referentes à helmintofauna gastrointestinal em *Rattus* spp. Esses estudos abrangiam as seguintes áreas geográficas: Austrália, Canadá, Espanha, Estados Unidos da América, França, Itália, Países Baixos, Polónia, Reino Unido, República Checa e Sérvia. Islam et al. (2020) fizeram uma revisão semelhante no Médio Oriente incluindo Arábia Saudita, Chipre, Egito, Irão, Iraque, Israel, Kuwait, Palestina, Qatar, Síria e Turquia. Chaisiri et al. (2010) fizeram também uma revisão que incluía Birmânia, as Filipinas, Indonésia, Malásia, Tailândia e Vietname.

Os parasitas relatados nesses estudos foram: *Acantocephala* spp., *Moniliformis moniliformis*, *Hymenolepis diminuta*, *Rodentolepis micróstoma*, *Rodentolepis nana*, *Rodentolepis fraterna*, *Rodentolepis straminea*, *Cysticercus fasciolaris*, *Aspiculuris tetraptera*, *Angiostrongylus cantonensis*, *Aonchotheca anulosa*, *Aonchotheca murissylvatici*, *Calodium hepaticum*, *Eucoleus gastricus*, *Gongylonema neoplasticum*, *Heterakis spumosa*, *Mastophorus muris*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Orientostrongylus ezoensis*, *Strongyloides ratti*, *Strongyloides venezuelensis*, *Syphacia muris*, *Trichosomoides crassicauda*, *Trichuris muris*, *Brachylaima* spp., *Echinostoma* spp., *Notocotylus imbricatus* e *Plagiorchis proximus*.

2.5.4.2 Helmintofauna a nível Ibérico

Feliu et al. (1997), Fuentes et al. (2000) e Fuentes et al. (2004) fizeram revisões sobre a helmintofauna na Península Ibérica em várias espécies de roedores incluindo *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* e mencionaram casos de parasitismo por *Moniliformis moniliformis*, *Hymenolepis diminuta*, *Rodentolepis fraterna*, *Rodentolepis straminea*, *Cysticercus fasciolaris*, *Aspicularis tetraptera*, *Angiostrongylus cantonensis*, *Aonchoteca anulosa*, *Aonchoteca murissylvatici*, *Calodium hepaticum*, *Eucoleus gastricus*, *Heterakis spumosa*, *Mastophorus muris*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Strongiloides ratti*, *Syphacia muris*, *Trichosomoides crassicauda*, *Trichuris muris*, *Brachylaima* spp., *Echinostoma* spp., *Plagiorchis proximus*.

Apesar de haver alguns estudos sobre a helmintofauna em mamíferos na península, artigos específicos sobre *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* são escassos, sendo mais predominantes os estudos noutras espécies de roedores.

Devido à dificuldade em encontrar informação nesta área em Portugal, considera-se que o conhecimento é também escasso.

2.5.4.3 Helmintofauna a nível insular

Pereira (2009) fez uma revisão sobre a literatura existente de helmintofauna de roedores nos Açores e considerou-a praticamente inexistente, considerando apenas a literatura de Afonso-Roque (1989) e Casanova et al. (1996). Nessa revisão e na sequência do seu trabalho foram relatados os seguintes parasitas: *Cysticercus fasciolaris*, *Hymenolepis diminuta*, *Hymenolepis nana*, *Aonchoteca anulosa*, *Calodium hepaticum*, *Eucoleus gastricus*, *Gongylonema neoplasticum*, *Heterakis spumosa*, *Mastophorus muris*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Syphacia* spp. e *Trichuris muris*.

2.6 Caracterização da helmintofauna gastrointestinal de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*

Três grandes filos de metazoários incluem membros que parasitam o sistema gastrointestinal de pequenos mamíferos: os Rhabditiophora (céstodes e tremátodes), os Syndermata (acantocéfalos) e os nemátodes (Morand et al. 2007). Os parasitas seguidamente descritos, pertencentes a estes três grandes grupos, foram identificados ao longo deste estudo em *Rattus rattus* e em *Rattus norvegicus*.

2.6.1 *Brachylaima* spp.

2.6.1.1 Morfologia

Espécimes do género *Brachylaima* são difíceis de identificar ao nível da espécie porque os adultos em crescimento apresentam um potencial considerável para alterações alométricas, e apenas as medições efetuadas em espécimes de tamanho equivalente podem ser utilizadas para fins comparativos (Gracenea and González-Moreno 2002).

O corpo de *Brachylaima* spp. é oval e alongado medindo entre 2,9 - 4,9mm de comprimento e 0,37 - 0,53mm de largura. Possui espinhos tegumentares desde a parte anterior do corpo até ao poro genital, sendo que esses espinhos vão diminuindo em densidade nessa direção. A ventosa oral é subterminal à parte anterior do corpo. As ventosas, oral e ventral, têm aproximadamente o mesmo tamanho. O poro excretório é terminal na parte posterior do corpo.

Os ovos são assimétricos com tamanho de 0,23 - 0,27mm por 0,12 - 0,16mm e têm coloração acastanhada. É possível verificar estruturas ciliadas internas (Gracenea and González-Moreno 2002; Nakao et al. 2017).

2.6.1.2 Hospedeiros

Brachylaima spp. tem como hospedeiros definitivos mamíferos e aves, sendo os seus hospedeiros intermediários gastrópodes terrestres como *Oryza punctata*, *Theba pisana*, *Cornum aspersum* e *Rumina decollata*. Os hospedeiros definitivos naturais são *Rattus norvegicus* (Butcher and Grove 2001; Gracenea and González-Moreno 2002).

2.6.1.3 Distribuição geográfica

Brachylaima spp. é cosmopolita, realçada pela distribuição mundial dos seus vetores, os caracóis helicoides, que incluem *Cornum aspersum*. Por ser antropócoro, *Cornum aspersum* está agora presente em muitas áreas com um clima mediterrânico, temperado, ou mesmo subtropical, nos continentes americano e africano, Oceânia e Ásia (Gracenea and Gállego 2017).

O aumento da temperatura global pode melhorar o desenvolvimento das populações de *Cornum aspersum* porque a sua sensibilidade térmica lhes permite prosperar sob temperaturas mais elevadas (Gaitán-Espitia et al. 2013). Além disso, temperaturas mais elevadas aceleram a produção de cercárias nos caracóis (Poulin 2006).

2.6.1.4 Ciclo Biológico

Brachylaima spp. possui um ciclo de vida triheteroxeno terrestre. O seu primeiro e segundo hospedeiro intermediário são gastrópodes das espécies *Oryza punctata*, *Theba pisana*, *Cornum aspersum* e *Rumina decollata*, e o seu hospedeiro definitivo pode ser um mamífero ou uma ave.

O primeiro hospedeiro infeta-se com a ingestão de ovos que eclodem no intestino libertando o miracídio. Esse miracídio desenvolve-se em esporocisto, que irá infetar as glândulas digestivas do hospedeiro, nomeadamente o hepatopâncreas. Assim, é promovido o desenvolvimento desses esporocistos até cercárias de vários estádios de desenvolvimento. Cercárias totalmente maduras são excretadas pelo 1º hospedeiro intermediário. Essa excreção é promovida pela disponibilidade de água, onde se mantêm num substrato húmido até infetarem o segundo hospedeiro intermediário. Nesta fase, os rins dos gastrópodes são infetados onde o parasita adere firmemente através das suas ventosas orais e ventrais e se

desenvolve a metacercária. A ingestão do 2º hospedeiro infeta o hospedeiro definitivo. Aí, as metacercárias desenvolvem-se em formas adultas no intestino do hospedeiro, principalmente na parte anterior do intestino, onde aderem e se alimentam de sangue através da sua ventosa oral. Seguidamente, as formas adultas libertam ovos para o ambiente, iniciando de novo o ciclo (Figura 1) (Gracenea and González-Moreno 2002; Gracenea and Gállego 2017; Nakao et al. 2017).

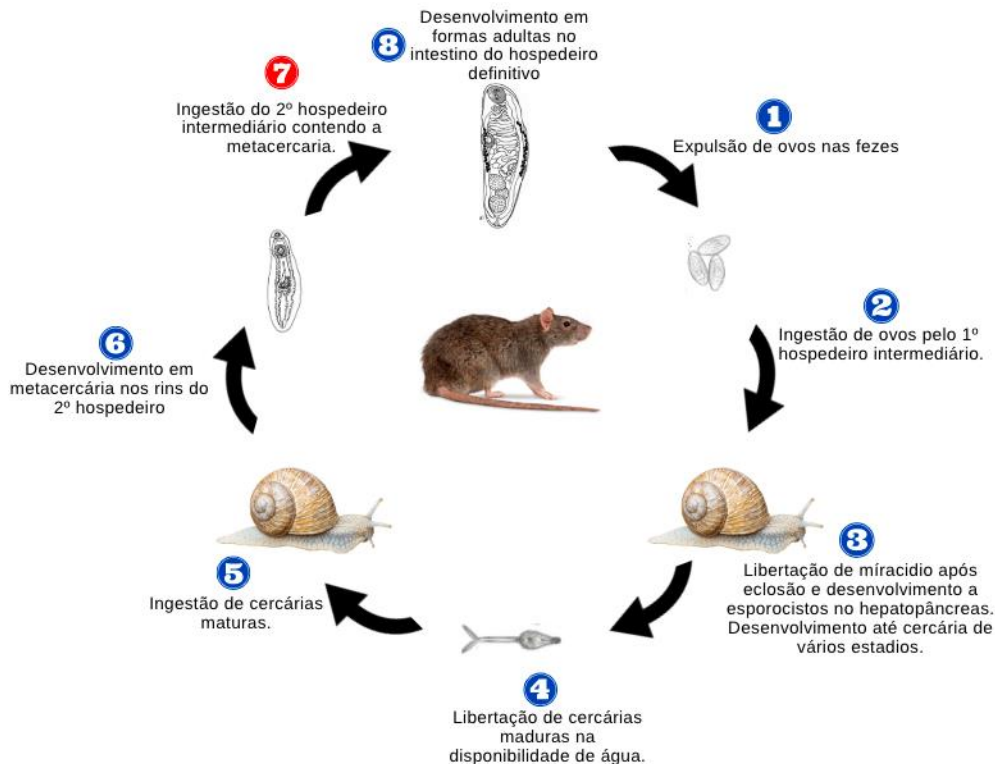


Figura 1 - Ciclo de vida de *Brachylaima* spp. [Original]

2.6.1.5 Potencial Zoonótico

Butcher et al. (1996) revelaram o potencial zoonótico de *Brachylaima* spp. ao identificarem a infeção em crianças. Sendo a espécie *Cornum aspersum* um gastrópode nativo da região mediterrânica e sendo também aí o seu consumo frequente, esta espécie de tremátode apresenta risco zoonótico (Gracenea and Gállego 2017; Gérard et al. 2020).

2.6.2 *Cysticercus fasciolaris*

2.6.2.1 Morfologia

A forma larvar de *Taenia taeniformis*, *Cysticercus fasciolaris*, é encontrada em quistos hepáticos, isolados ou múltiplos, nos seus hospedeiros intermediários. Os quistos encontram-se embutidos, ou à superfície do parênquima hepático, sem discriminação dos lobos que afetam, tendo até 12mm. Podem variar em número desde um a vários quistos por órgão. O estágio larvar (2 - 35cm), com cor creme, contem um escólex com 4 ventosas laterais e 2 filas

de ganchos (38 - 44) no rostelo armado. Dependendo da idade e fase de desenvolvimento do céstode, a larva pode apresentar o estróbilo já segmentado acabando em forma bulbar, e pode também não apresentar as filas de ganchos completamente desenvolvidas (Al-Tae 2016; Moudgil et al. 2016; Kiran, Shashi 2017; Gupta et al. 2021).

2.6.2.2 Hospedeiros

O gato é o hospedeiro definitivo da *Taenia taeniformis*. Como hospedeiro intermediário temos ratos, outros pequenos roedores, morcegos e humanos (Moudgil et al. 2016; Premaalatha et al. 2016).

2.6.2.3 Distribuição geográfica

Taenia taeniformis e consequentemente, *Cysticercus fasciolaris*, é um parasita cosmopolita descrito em todo o mundo (Gupta et al. 2021).

2.6.2.4 Ciclo Biológico

Os hospedeiros intermediários ingerem os ovos após a eliminação, pelo céstode adulto, no intestino de gatos. Esta ingestão ocorre devido à contaminação de alimentos, água ou abrigo, dos hospedeiros intermediários com fezes de gato contendo ovos do parasita. Após a ingestão dos ovos, os embriões desenvolvem-se para os estádios larvares iniciais denominados *Cysticercus fasciolaris*. Os ganchos presentes no escólex do metacéstode são importantes para a migração larvar desde o intestino e corrente sanguínea até o fígado. Posteriormente, a larva desenvolve-se a estrobilocerco nos quistos hepáticos. Os gatos infetam-se ao comerem vísceras de ratos infetados (Figura 2) (Premaalatha et al. 2016; Gupta et al. 2021).

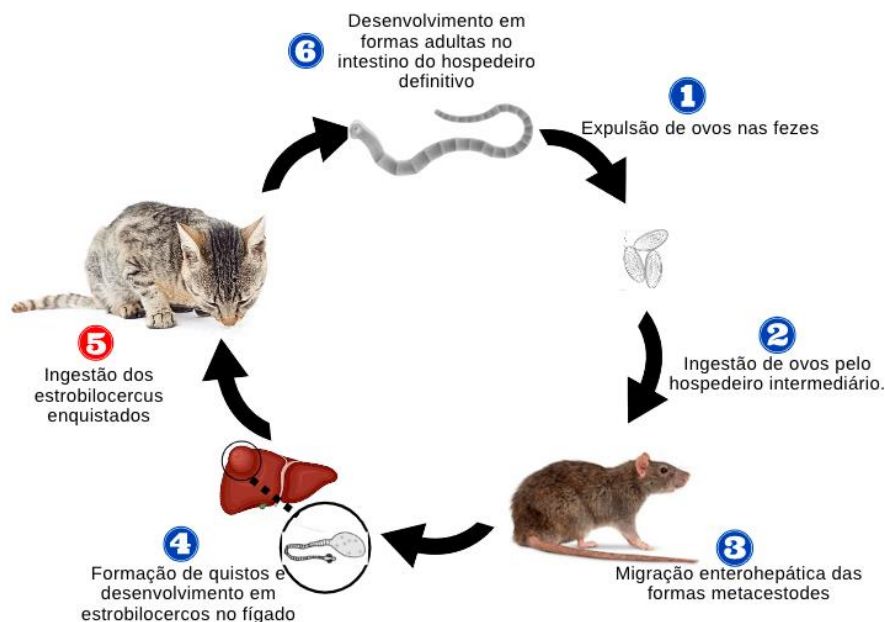


Figura 2 - Ciclo de vida de *Cysticercus fasciolaris*. [Original]

2.6.2.5 Potencial Zoonótico

Apesar de serem raras as infecções em humanos, a presença de quistos de *Cysticercus fasciolaris* em humanos foi relatada pela primeira vez por Stěrba e Barus (1976), e também já relatada no Sri Lanka em crianças (Ekanayake et al. 1999; Sharma et al. 2017).

2.6.3 *Hymenolepis* spp.

2.6.3.1 Morfologia

Os ovos de *Hymenolepis diminuta* são esféricos com dimensões de 60 - 80µm de diâmetro, na membrana interna estão dois polos dos quais proeminam 4 a 8 filamentos que se direcionam até à membrana externa. Os ovos do céstode *Hymenolepis nana* são ovais ou subesféricos com dimensões de 44 - 54µm de comprimento e 38 - 44µm de largura com embrião hexacanto sem filamentos polares na membrana interna. As oncosferas possuem 6 ganchos.

Hymenolepis nana em comparação com *Hymenolepis diminuta* é um céstode mais pequeno com quatro ventosas e rostelo armado com uma fila de 20 a 30 ganchos. Por outro lado, *Hymenolepis diminuta* possui um escólex não armado sem ganchos com quatro ventosas. Os poros genitais desta família são unilaterais, com ambos os sistemas reprodutores masculino (3 testículos) e feminino (1 ovário) em cada proglótide (Sood 2018; Majeed and AlAmery 2021).

2.6.3.2 Hospedeiros

Céstodes pertencentes à família Hymenolepidae usam artrópodes, mais frequentemente escaravelhos das espécies *Tribolium* ou *Tenebrio*, como hospedeiros intermediários para o desenvolvimento de larvas cisticercóides. Roedores e outros pequenos mamíferos servem como hospedeiros definitivos (Sood 2018; Ito and Budke 2021).

2.6.3.3 Distribuição geográfica

A família Hymenolepidae tem distribuição mundial e já em 1980 se resumiu mais de 70 referências de infecção humana por *Hymenolepis* spp., e Turner (1975) reportou mais de 200 casos de infecção humana por todo o mundo e identificou os hospedeiros vertebrados e suas localizações de recolha (Arai 2012; Ito and Budke 2021).

2.6.3.4 Ciclo Biológico

Infetando o intestino delgado, segundo Ito e Budke (2021), *Hymenolepis nana* parece ser a única espécie de espécie *Hymenolepis* spp. que consegue completar o ciclo de vida num só hospedeiro enquanto não houver imunidade. Os hospedeiros são infetados pela ingestão de ovos (ciclo direto) ou de metacéstodes (ciclo indireto). Quando os hospedeiros definitivos se infetam por ciclo direto, as oncosferas invadem a parede intestinal desenvolvendo-se em larvas cisticercóides e posteriormente em adultos maduros capazes de excretar ovos. Uma secunda infecção por ciclo direto não acontece devido à imunidade adquirida aos ovos, que

ocorre 4 dias após a infecção inicial com ovos, no entanto as oncosferas invadem a parede intestinal, mas não se desenvolvem em larvas cisticercóides.

Como no ciclo direto, no ciclo indireto quando é ingerida a larva cisticercóide esta desenvolve-se em adultos maduros que vão completar o ciclo ao excretarem ovos maduros (Figura 3) (Ito and Budke 2021).

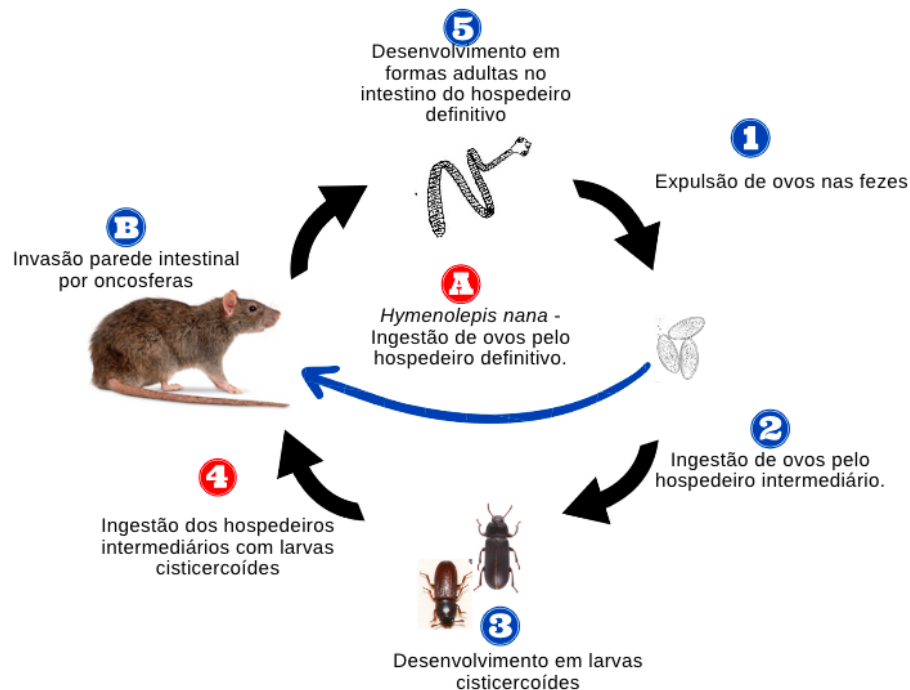


Figura 3 - Ciclo de vida de *Hymenolepis* spp.. [Original]

2.6.3.1 Potencial Zoonótico

Como já dito e referenciado por Arai (2012) e Turner (1975), há relatos de infecção humana por todo o mundo, tanto de *Hymenolepis nana* como de *Hymenolepis diminuta*. No entanto estas infecções, no caso de *Hymenolepis diminuta* são consideradas acidentais e não são consideradas risco de saúde, também por não terem elevada significância clínica. Já quanto a *Hymenolepis nana* é o céstode mais comum a infectar humanos nomeadamente crianças (Thompson 2015; Sood 2018).

2.6.4 *Moniliformis moniliformis*

2.6.4.1 Morfologia

Moniliformis moniliformis, um acantocéfalo, tem uma série de espessamentos anelares na parede do corpo dando-lhe uma pseudossegmentação característica. O corpo pseudossegmentado de cor creme não tem tubo digestivo. As extremidades posteriores das fêmeas são direitas, enquanto que as dos machos são curvas com espículas copulatórias. Os machos medem de comprimento entre 40 - 130mm e as fêmeas entre 100 - 270mm. Têm um probóscide cilíndrico com 12 a 13 filas de ganchos curvos, com 7 ganchos em cada fila

(Al-Rawas et al. 1977; Gibson 2010; Khalaf et al. 2020; Khalaf 2021). Os ovos variam entre 0.1 - 0.5mm, e contêm 4 ganchos sendo cobertos por 3 membranas (Khalaf 2021).

2.6.4.2 Hospedeiros

Os hospedeiros definitivos deste acantocéfalo são pequenos roedores incluindo murídeos como *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*, cães e humanos, servindo de hospedeiros intermediários insetos como escaravelhos e baratas (Khalaf 2021).

2.6.4.3 Distribuição geográfica

Moniliformis moniliformis estão reportados em várias partes do mundo nomeadamente no Médio Oriente, Ásia (Japão, Indonésia, Bangladesh), Europa (Rússia e Itália) e América (Khalaf 2021). Segundo Galán-Puchades et al. (2018) este parasita nunca foi descrito na Europa até 2018, quando o reportaram em Barcelona.

2.6.4.4 Ciclo Biológico

Os ovos do parasita são ingeridos pelo hospedeiro intermediário, onde se desenvolvem e evoluem do primeiro ao segundo estágio larvar. Seguidamente nos tecidos dos hospedeiros intermediários desenvolve-se no terceiro estágio larvar. Após a ingestão do hospedeiro intermediário com a larva de estágio 3, infetante, pelo hospedeiro definitivo há o desenvolvimento para a forma adulta. Finalmente no intestino delgado do hospedeiro definitivo os adultos reproduzem-se, sendo excretados ovos nas fezes e completando-se o ciclo (Khalaf et al. 2020). Semelhantemente aos céstodes, *Moniliformis moniliformis* absorve nutrientes através da parede corporal (Figura 4) (Gibson 2010).

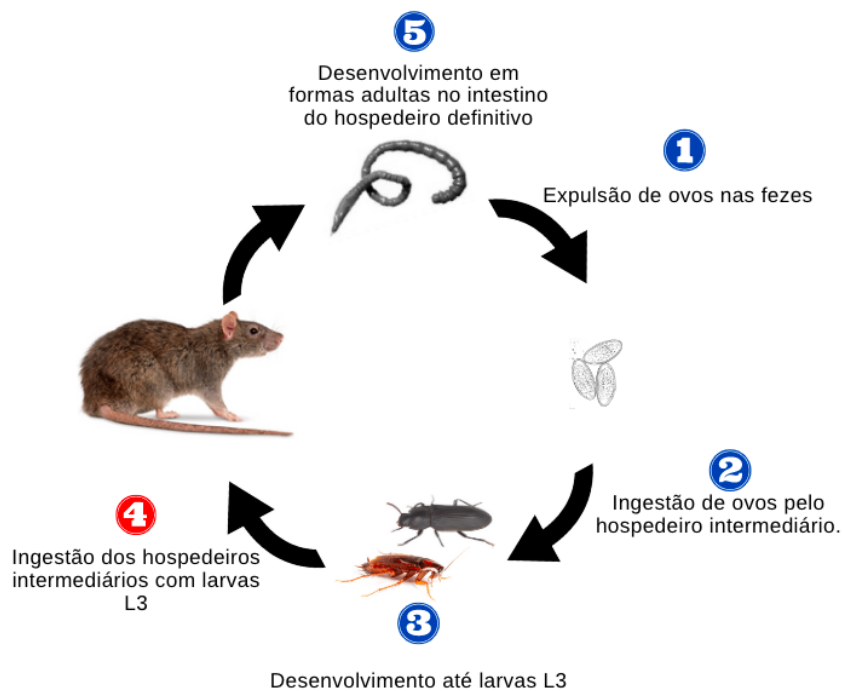


Figura 4 - Ciclo de vida de *Moniliformis moniliformis*. [Original]

2.6.4.5 Potencial Zoonótico

Khalaf (2021) conclui que *Moniliformis moniliformis*, depois de ser identificado num humano, é zoonótico, e que ratos podem espalhar a infeção para outros hospedeiros definitivos através dos insetos, apesar dos registos em humanos serem poucos. Os humanos infetam-se por ingerirem escaravelhos, seja por alimentação comum ou por acidente. A prevenção passará por controlo de roedores e evitar a contaminação de comida por escaravelhos e baratas, guardando-a em recipientes adequados. Uma vez que a probóscide do parasita penetra a parede intestinal, pode causar inflamação e dor local (Gibson 2010).

2.6.5 *Mastophorus muris*

2.6.5.1 Morfologia

O parasita *Mastophorus muris* é um nemátode da família Spiruridae que quando comparado aos seus hospedeiros *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* é de tamanho médio a grande, com cor amarelo claro e estriado transversalmente. A abertura oral possui dois lábios trilobados de igual tamanho, onde os lobos mediais são quadrangulares enquanto que os laterais são ligeiramente triangulares. A porção exterior de cada lobo tem uma cutícula espessa. Na porção interior há uma membrana fina. Da face livre dos lobos proeminam dentes em número e forma variados. Encontram-se um par de papilas cefálicas na base da junção de cada lábio. As papilas cervicais são anteriores ao poro excretório.

Os machos, menores que as fêmeas, têm dimensão de 9 a 56mm de comprimento e 0.7 a 1.3mm de largura. A parte posterior do corpo é curvada ventralmente. Existem quatro pares de papilas pós anais. As espículas são filiformes, espessas e assimétricas sendo a espícula direita mais longa e espessa que a esquerda. As fêmeas medem 15 a 87mm de comprimento e 0.7 a 2.6mm de largura. A vulva encontra-se nos dois primeiros terços do corpo e internamente possui um anel espesso.

Os ovos medem entre 0.51 e 0.55mm de comprimento e 0.31 a 0.32mm de largura (Wertheim 1962; Rojas and Digiani 2003)

2.6.5.2 Hospedeiros

Os hospedeiros definitivos de *Mastophorus muris* são roedores como *Clethrionomys rutilus*, *Clethrionomys glareolus*, *Sigmodon hispidus*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus exulans*, e *Mus musculus* (Vukićević-Radić et al. 2007). Podem também ser hospedeiros, mas menos frequentemente carnívoros e marsupiais (Rojas and Digiani 2003). Como hospedeiros intermediários tomam várias espécies de insetos, como por exemplo escaravelhos, baratas, tesourinhas, gafanhotos entre outros (Neupane et al. 2020).

2.6.5.3 Distribuição geográfica

Mastophorus muris é um parasita cosmopolita de distribuição mundial (Špakulová et al. 2000; Wertheim 1962; Neupane et al. 2020). Foi também especificamente descrito em Portugal por Rosalino et al. (2006).

2.6.5.4 Ciclo Biológico

Parasitando o estômago dos seus hospedeiros definitivos, *Mastophorus muris* tem um ciclo de vida indireto, tomando como hospedeiros intermediários várias espécies de insetos como por exemplo escaravelhos, baratas, tesourinhas e gafanhotos (Neupane et al. 2020). Após a ingestão das larvas L3 presentes em insetos pelos ratos, dura cerca de 28 dias para o parasita se desenvolver a adulto. Os adultos eliminam depois ovos no estômago dos hospedeiros definitivos que são depois excretados pelas fezes para o ambiente. Os hospedeiros intermediários ingerem os ovos que depois se desenvolvem em larva, continuando assim o ciclo (Figura 5) (Neupane et al. 2020).

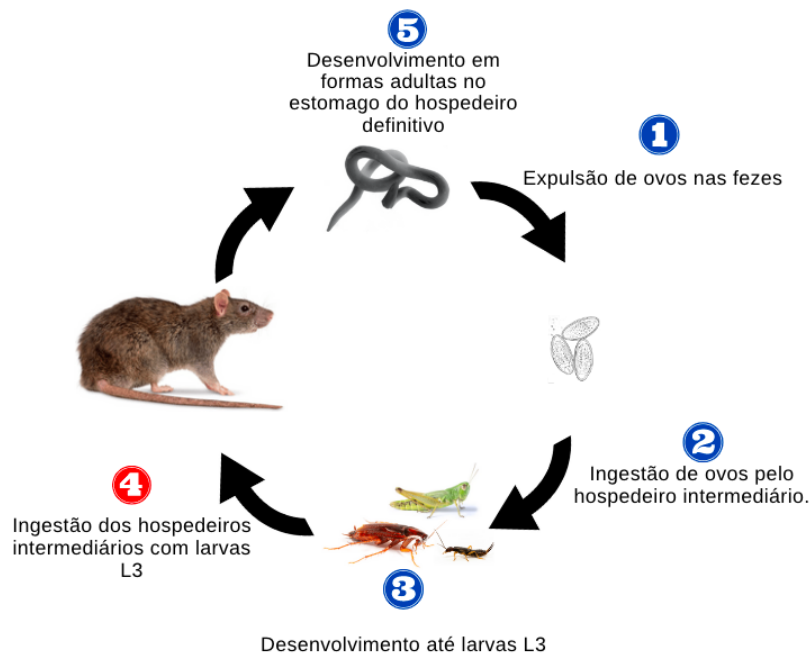


Figura 5 - Ciclo de vida de *Mastophorus muris*. [Original]

2.6.5.5 Potencial Zoonótico

Segundo McGarry et al. (2015) não existe perigo zoonótico face a *M. Muris*.

2.6.6 *Nippostrongylus brasiliensis*

2.6.6.1 Morfologia

Nippostrongylus brasiliensis é um nemátode pertencente à superfamília Trichostrongyloidea (Camberis et al. 2003). A extremidade cefálica do parasita apresenta uma expansão cuticular. A cutícula do corpo tem 14 cristas longitudinais que se originam logo atrás da expansão cuticular cefálica. Ao longo destas cristas nota-se estriações transversas. Fukumoto e Ohbayashi, concluíram que na espécie *Nippostrongylus brasiliensis* o número e forma das cristas são sempre constantes, e que são espécie específicas. A boca e a cavidade bucal são simples e pequenas com esófago de forma conoide. Papilas cervicais são inexistentes (Haley 1961).

Os machos têm dimensões entre 2.10mm e 4.5mm de comprimento e 0.08, e, 0.1mm de largura. A bolsa copulatória é assimétrica e trilobada com lobo dorsal pequeno e dois lobos laterais maiores sendo que o lobo direito é mais comprido e encurvado que o esquerdo. Em cada lobo há um ramo que acaba em 3 raios. As espículas são filiformes de tamanho semelhante, com extremidades em forma de foice (Haley 1961; Chaudhary et al. 2016). As fêmeas medem entre 2.5mm e 6,2mm de comprimento, e, 0.09mm e 0.130mm de espessura e têm cauda cônica e afilada, podendo estar retraída. O ovário é único. A vagina é musculosa. A vulva e o ânus estão perto da extremidade terminal do corpo.

Os ovos são elípticos com cápsula fina medindo entre 0.052mm a 0.063mm de comprimento e 0.028mm a 0.035mm (Haley 1961; Chaudhary et al. 2016).

2.6.6.2 Hospedeiros

Os hospedeiros de *Nippostrongylus brasiliensis* são murídeos, sendo os hospedeiros naturais principais *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Haley 1961; Fukumoto and Ohbayashi 1989).

2.6.6.3 Distribuição geográfica

Este nemátode está relatado por todo o mundo sendo considerado um parasita cosmopolita de distribuição mundial.

2.6.6.4 Ciclo Biológico

O ciclo de vida é direto e simples, razão pela qual este nemátode é usado para modelos de infecção parasitária. Os ovos são excretados nas fezes e eclodem em 24 horas e desenvolvem-se até larvas infetantes L3 em 3 a 5 dias. Este desenvolvimento no solo requer um solo rico em oxigênio e humidade. A infecção ocorre por ingestão ou penetração na pele pela larva L3. As larvas têm geotropismo negativo, o que aumenta a chance de infecção quando no solo. Depois da penetração na pele, as larvas migram para o tecido subcutâneo e entram na circulação sanguínea. Chegando à circulação pulmonar desenvolvem-se em L4 e são levadas até à tranqueia por movimentos ciliares, passando depois para a faringe e atingindo posteriormente os intestinos. Aí atingem a maturidade adulta e sexual reproduzindo-se, continuando o ciclo (Figura 6) (Camberis et al. 2003; Swain et al. 2016).

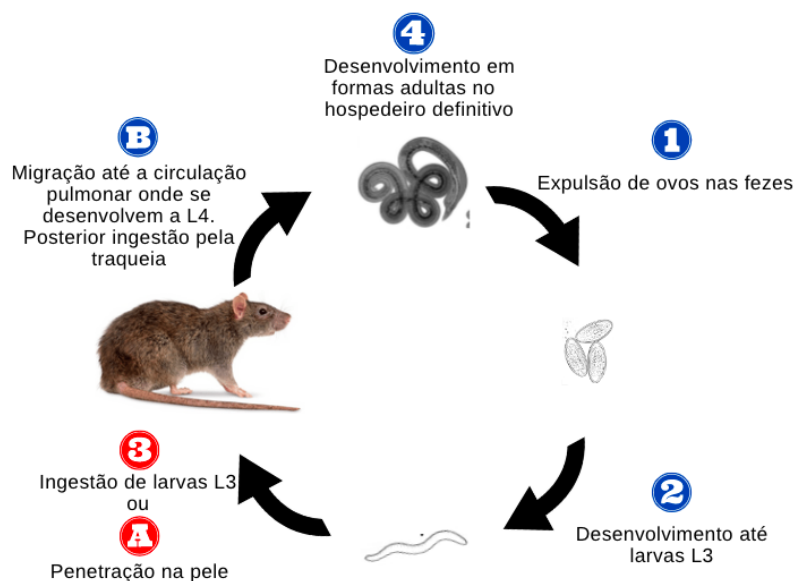


Figura 6 - Ciclo de vida de *Nippostrongylus brasiliensis*. [Original]

2.6.6.5 Potencial Zoonótico

Não há referências bibliográficas que relatem a existência de potencial zoonótico referente a *Nippostrongylus brasiliensis*.

2.6.7 *Heterakis spumosa*

2.6.7.1 Morfologia

Sendo um nemátode da família Heterakidae, os espécimes *Heterakis spumosa* têm a extremidade posterior arredondada com boca terminal e com três lábios presentes. Existem 2 papilas cefálicas no lábio dorsal e uma em cada lábio subventral. Possui 2 asas cervicais ao longo de todo o corpo. O esôfago está dividido em 3 partes: uma faringe curta, um esôfago cilíndrico e um bulbo valvular forte. A cutícula corporal possui estriação transversal ligeira.

Os machos medem entre 4.1 a 10.12mm de comprimento. A extremidade posterior é romba de asas caudais bem desenvolvidas e simétricas suportadas por 10 pares de papilas, seguida de uma cauda cônica longa. Ventosa précloacal presente, arredondada e com parede espessa. As espículas são de comprimento igual em forma de espinho tornando-se mais espessas na parte distal.

As fêmeas medem entre 9.83mm a 13.39mm de comprimento. A vulva está no centro do corpo com 5 processos cuticulares posteriores. A cauda é em forma de lança e longa.

Os ovos têm forma oval, de membrana exterior fina mas espessos, com comprimento 52 a 69 µm e 39-49 µm de largura (Ribas et al. 2013; Dewi 2019).

2.6.7.2 Hospedeiros

Heterakis spumosa é um parasita de distribuição mundial e que parasita pequenos roedores. Sendo típico das espécies de *Rattus* spp. e *Mus musculus*, pode também ser encontrado a causar infeção noutros pequenos murídeos do género *Apodemus* (Zaleśny et al. 2010).

2.6.7.3 Distribuição geográfica

Heterakis spumosa é um parasita cosmopolita de distribuição mundial (Dewi 2019).

2.6.7.4 Ciclo Biológico

O ciclo biológico de *Heterakis spumosa* é direto sendo os ovos as formas infetantes. Após a infeção com os ovos, o parasita madura no cólon do hospedeiro, desenvolvendo-se a adulto e se reproduzindo (Figura 7) (Zaleśny et al. 2010).

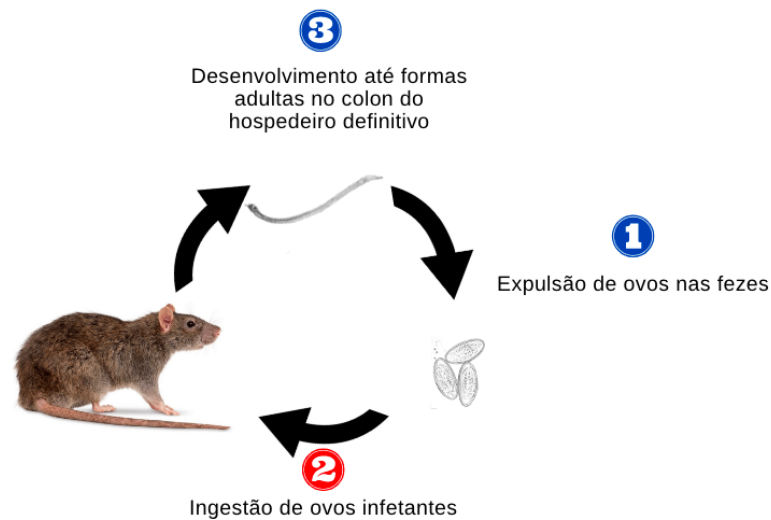


Figura 7 - Ciclo de vida de *Heterakis spumosa*. [Original]

2.6.7.5 Potencial Zoonótico

Heterakis spumosa não tem qualquer potencial zoonótico, dado que não existem referências a infeção humana (Hernández et al. 2020).

2.6.8 *Syphacia* spp.

2.6.8.1 Morfologia

Sendo da família Oxyuridae, *Syphacia* spp., é um parasita pequeno de cor branca pálida. Possui extremidade anterior arredondada, a boca tem 3 lábios pouco desenvolvidos (um dorsal, e dois ventro-laterais) e o esófago dividido num bulbo globular com aparelho valvular e numa secção cilíndrica anterior. Tem também 4 papilas cefálicas. O poro excretório é posterior à junção esofagointestinal. A cutícula corporal tem estriações transversas. A extremidade posterior termina em cauda cónica.

Os machos medem entre 0.623 a 1.130mm de comprimento e 0.092 a 0.130mm de largura com asas laterais. Possui 3 papilas ventrais cloacais. Têm uma espícula quitinizada.

As fêmeas são maiores que os machos medindo 2.9 a 4.6mm de comprimento e 0.12 a 0.23mm de largura sem asas laterais.

Os ovos são característicos de oxiúrideo, sendo elipsoidais assimétricos com um lado achatado e com um opérculo no lado convexo medindo 0.12mm a 0.139 de comprimento e 0.03 mm a 0.05mm de largura (Abdel-Gaber 2016).

2.6.8.2 Hospedeiros

Syphacia spp. toma como hospedeiros animais murídeos e lagomorfos, nomeadamente *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Weaver et al. 2016).

2.6.8.3 Distribuição geográfica

Este parasita é considerado por Weaver et al. (2016) sinantrópico acompanhando a distribuição mundial dos seus hospedeiros.

2.6.8.4 Ciclo Biológico

O ciclo de vida de *Syphacia* spp. é direto infetando o ceco de murídeos. Os ovos fertilizados são depositados na região perianal e cólon dos seus hospedeiros sendo que se tornam infetantes nas primeiras horas após deposição. A infeção ocorre por ingestão dos ovos no contacto direto entre roedores ou por contaminação de alimento, água e habitat (Figura 8) (Lytvynets et al. 2010; Sousa et al. 2016)

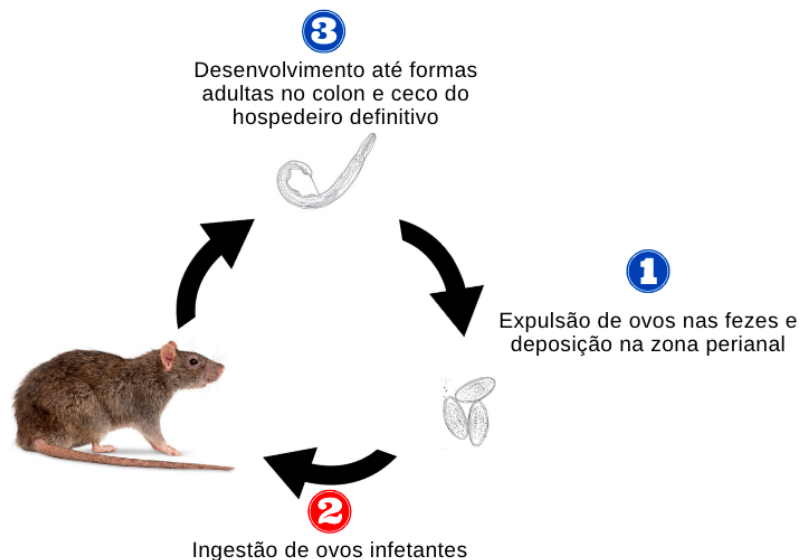


Figura 8 - Ciclo de vida de *Syphacia* spp. [Original]

2.6.8.5 Potencial Zoonótico

Segundo Abdel-Gaber (2016) *Syphacia* spp. infeta tanto animais de laboratório e humanos.

2.6.9 *Trichuris muris*

2.6.9.1 Morfologia

Trichuris muris possui uma fina cutícula fina com estriação transversal. A extremidade anterior do corpo é estreita e longa em forma de chicote. A parte posterior do corpo é mais larga, em forma de bastão.

Os machos medem entre 12.9 a 14.4mm de comprimento. A cloaca é subterminal com 1 par de papilas adjacentes não ornamentadas. As fêmeas medem entre 22.18 a 23.3mm de comprimento. Possui uma vulva saliente ao nível da junção esofágica intestinal. O ânus é subterminal, com uma extremidade caudal longa com torção terminal (Robles et al. 2014).

2.6.9.2 Hospedeiros

A família Trichuridae tem um largo espectro de hospedeiros mamíferos como ruminantes, marsupiais, roedores e primatas incluindo humanos (Hurst and Else 2013). *Trichuris muris* é a espécie Trichuridae que infeta murídeos incluindo *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Klementowicz et al. 2012).

2.6.9.3 Distribuição geográfica

Trichuris muris tem distribuição cosmopolita mundial (Hurst and Else 2013).

2.6.9.4 Ciclo Biológico

Trichuris muris possui um ciclo de vida direto. A infecção ocorre por ingestão de ovos infetantes que se acumulam no ceco de onde eclodem os primeiros estádios larvares L1. Após a eclosão, as larvas L1 penetram na parede do cólon onde permanecem e desenvolvem até L4. Após desenvolvimento em adulto os parasitas mantêm a parte anterior do corpo embutida na parede do cólon e pode-se observar os corpos no lúmen do ceco e cólon proximal (Figura 9) (Klementowicz et al. 2012; Hurst and Else 2013).

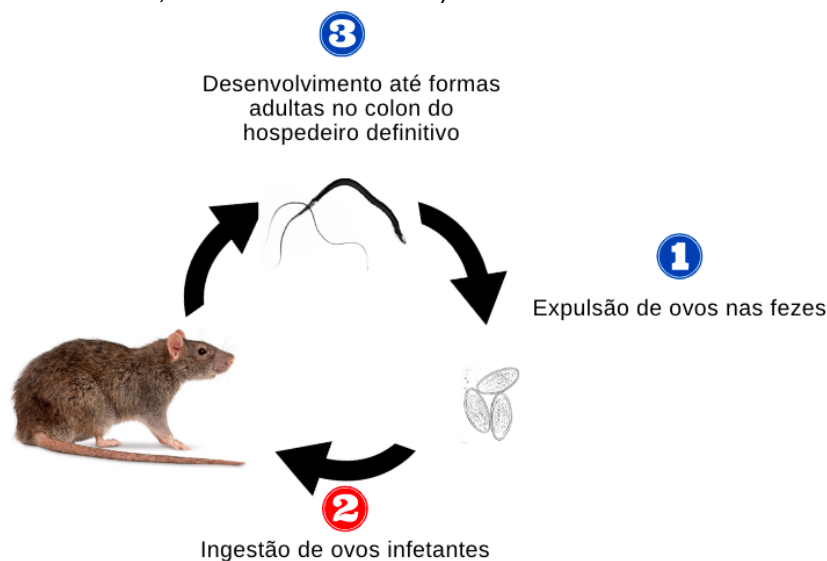


Figura 9 - Ciclo de vida de *Trichuris muris*. [Original]

2.6.9.5 Potencial Zoonótico

Segundo Gliga et al. (2020) *Trichuris muris* é um parasita zoonótico.

2.6.10 *Aspiculuris tetraptera*

2.6.10.1 Morfologia

A morfologia de *Aspiculuris tetraptera* é típica de nemátode: são pequenos e cilíndricos com estriação transversal. A cabeça é em forma de bulbo, a boca possui 3 lábios. Possui um par de asas cervicais laterais iniciando-se logo após a vesícula cervical e terminando abruptamente ao nível da junção esofagointestinal.

Os machos medem entre 2.23 a 3.29mm de comprimento e 0.16 a 0.2mm de largura. Na extremidade posterior têm 6 pares de papilas caudais. A cauda é de forma romba.

As fêmeas medem entre 2.9 a 3.4mm de comprimento e entre 0.19 a 0.23mm de largura. A vulva é na primeira metade corpo com lábios salientes. A cauda tem também a extremidade romba.

Os ovos são não operculados, lisos com mórula e medem entre 0.04 a 0.06mm de comprimento e 0.02 a 0.04mm de largura (Abdel-Gaber et al. 2018).

2.6.10.2 Hospedeiros

Os hospedeiros definitivos de *Aspiculuris tetraptera* são murídeos, incluindo *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Perec-Matysiak et al. 2006).

2.6.10.3 Distribuição geográfica

Aspiculuris tetraptera tem relatos de infecção em murídeos por todos os continentes. (Tattersall et al. 1994; Coomansingh-Springer et al. 2019)

2.6.10.4 Ciclo Biológico

Colonizando o cólon e o ceco dos seus hospedeiros, *Aspiculuris tetraptera* tem um ciclo de vida direto. Após a ingestão dos ovos infetantes, estes eclodem ao final de 6 a 7 dias no cólon médio, deslocando-se para o cólon proximal à medida que desenvolvem em adultos. Depois de se desenvolverem em adultos, as fêmeas excretam ovos intermitentemente (Figura 10) (Anya 1966; Scott and Gibbs 1986).

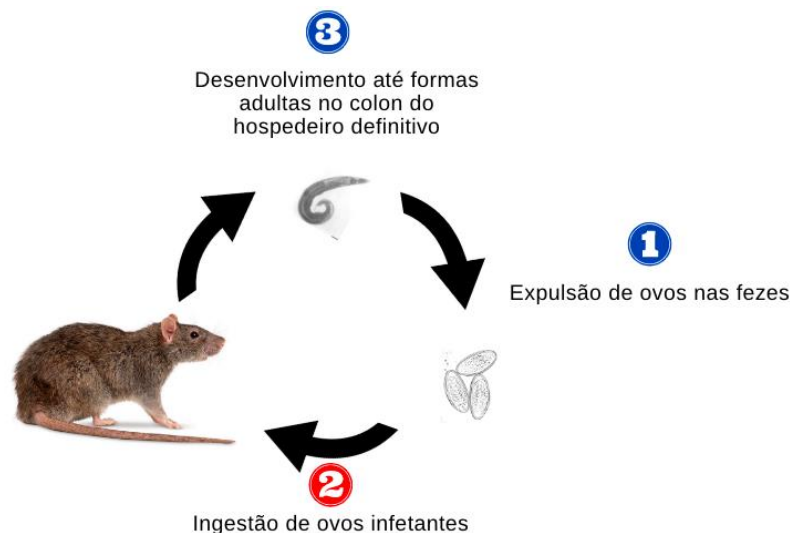


Figura 10 - Ciclo de vida de *Aspiculuris tetraptera*. [Original]

2.6.10.5 Potencial Zoonótico

Não há relatos de potencial zoonótico quanto a *Aspiculuris tetraptera*

2.6.11 *Calodium hepaticum*

2.6.11.1 Morfologia

Fazendo parte da família Capillaridae e da ordem Trichocephalida, *Calodium hepaticum* é por vezes referido com o sinónimo de *Capillaria Hepatica*, apesar de ter sido incluído no género *Calodium* em 1982. As formas adultas de *Calodium hepaticum* são alongadas em comprimento com uma porção anterior estreita, ficando o corpo mais espesso em direção à parte posterior. Existe dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos, 27-100mm e 15-50mm, respetivamente. Os ovos são semelhantes aos de tricurídeos mas mais pequenos. Têm forma em barril, estriados e com dois opérculos polares, com vários poros ao longo da membrana externa (Fuehrer 2014).

2.6.11.2 Hospedeiros

Este nemátode possui baixa especificidade, possuindo como órgão alvo o fígado do seu hospedeiro. Os hospedeiros principais são roedores das subfamílias Murinae e Arvicolinae. Apesar dos murídeos serem os hospedeiros mais relevantes, há relatos de infeção em espécies de mamíferos não murídeos incluindo primatas (Fuehrer 2014).

2.6.11.3 Distribuição geográfica

Calodium hepaticum está disperso mundialmente (Fuehrer 2014).

2.6.11.4 Ciclo Biológico

O ciclo de vida é direto. Após a ingestão de ovos embrionados infetantes, larvas L1 eclodem no ceco e atingem o fígado por migração enterohepática pela via da veia porta, onde se vão desenvolver em adultos. As formas adultas parasitam o parênquima hepático durante toda a sua vida, que dura cerca de 18 – 60 dias. Durante esse tempo as fêmeas depositam ovos não embrionados no parênquima. Após a morte do hospedeiro os ovos são libertados para o ambiente onde irão embrionar, tornando-se nas formas infetantes. Esta contaminação do ambiente ocorre após a decomposição do cadáver do hospedeiro. O ciclo pode também ser continuado por relações de predação ou canibalismo. Quando o hospedeiro ingere os ovos embrionados o ciclo prossegue (Figura 11) (Fuehrer 2014).

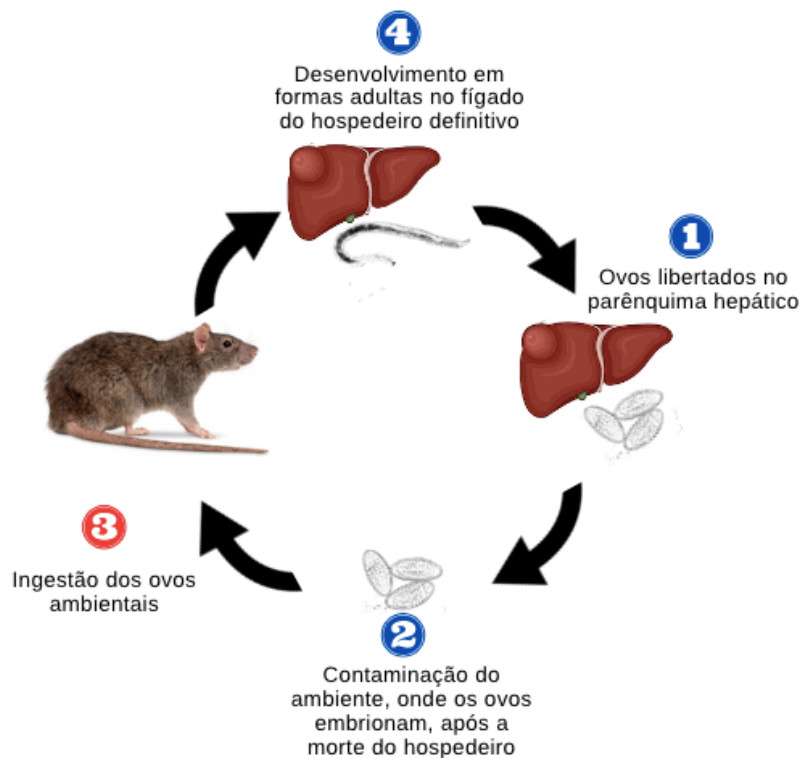


Figura 11 - Ciclo de vida de *Calodium hepaticum*. [Original]

2.6.11.5 Potencial Zoonótico

Dada a sua baixa especificidade e ciclo de vida simples, *Calodium hepaticum* é parasita considerado zoonótico. Tem como sinais clínicos eosinofilia acentuada, febre e hepatomegalia (Walker et al. 2017). Fuehrer et al. (2011) verificaram 163 casos de infecção humana reportada por ser *Calodium hepaticum*.

2.7 Objetivos do estudo

Além de elevarem a probabilidade de propagação de agentes patogênicos, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* são também espécies invasoras que podem afetar as populações nativas de aves, répteis, invertebrados e plantas. As consequências da sua introdução podem não só afetar tais ecossistemas silvestres, como podem afetar as áreas urbanas, causando danos estruturais, prejudicando as áreas de despejo de resíduos e aumentando as despesas nos esforços para o seu controle.

Dado o aumento da população mundial em áreas urbanas será essencial compreender a ecologia destes murídeos assim como da sua parasitofauna. Este conhecimento servirá para a monitorização de riscos de Saúde Pública associados aos ratos, para a criação de estratégias de abordagem para o controlo desses riscos e para a antecipação de mudanças nas populações tanto dos ratos como dos seus parasitas. As interações hospedeiro-parasita (incluindo macro e microparasitas) são mais complexas devido a diferenças que operam: ao

nível do indivíduo (história de vida, defesa e virulência), população (dinâmica e regulação de doenças), comunidade (redes de parasitismo, competição e predação) e ecossistema (parasitas em teias alimentares e propagação de doenças dentro da conectividade do habitat) (Feng and Himsforth 2014; Morand et al. 2015).

O objetivo deste trabalho será avaliar as prevalências de parasitismo por helmintes gastrointestinais nas populações de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* nas zonas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, duas cidades (uma continental e uma insular), rodeando os seus respetivos portos marítimos. Será também objetivo avaliar os fatores de risco das populações através da associação das prevalências encontradas nos fatores sexo, idade e espécie, e comparar o panorama parasitológico entre os roedores das duas áreas geográficas, avaliando também o potencial zoonótico dos parasitas identificados.

3 Materiais e métodos

As amostras biológicas analisadas neste trabalho foram obtidas no âmbito do projeto “Trojan Rats” (PTDC/SAU-PUB/29254/2017). Estas amostras, incluíam, para cada animal, o estômago, conteúdo estomacal, intestino delgado, intestino grosso, ceco, fezes e fígado, todos individualizados, num total de 192 ratazanas das espécies *Rattus rattus* (70) e *Rattus norvegicus* (122). Estes exemplares foram provenientes da cidade de Lisboa e da cidade de Ponta Delgada na ilha de São Miguel, em habitats urbanos, periurbanos e rurais. Todos os procedimentos que levaram à obtenção das amostras aqui analisadas estão de acordo com os requisitos impostos pela Diretiva 2010/63/EU do Parlamento e Conselho Europeus de 22 de Setembro de 2010 para a proteção de animais utilizados para fins científicos e foram aprovados pela ORBEA (Organismo Regulador do Bem-Estar Animal) da FCUL (*statement* 4/2018).

3.1 Captura e identificação dos roedores

Os animais foram capturados entre Abril de 2019 e Março de 2020. No método de captura-remoção foram usadas armadilhas Tomahawk. A definição de espécie foi baseada nas características morfo-anatómicas dos espécimes capturados, tal como a atribuição de idade relativa e definição de sexo (aquando da respetiva necropsia).

Os espécimes de *Rattus* spp. foram capturados num raio máximo de 10km a partir dos portos marítimos de Lisboa e Ponta Delgada. No caso de Lisboa, as amostras foram capturadas em 15 localizações, e no caso de Ponta Delgada em 30. O número de animais capturados em cada local variou entre 1 e 10.

3.2 Processamento dos roedores

Após eutanásia por intoxicação com isoflurano, foi realizada necropsia, onde foram separados os diferentes tipos de amostras para os diferentes objetivos do projeto “Trojan

Rats". O material biológico remetido para o laboratório de Parasitologia da FMV foi conservado com etanol a 96%, em tubos de Falcon de 15mL e 50mL, dependendo do volume do material. Dado também o espaçamento temporal entre o momento de captura e a análise helmintológica, e o espaçamento geográfico dos locais de captura e dos locais de observação, as amostras foram guardadas em temperaturas de congelação para manter a sua conservação.

3.3 Extração dos helmintes

Os helmintes foram extraídos das amostras provenientes da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa no Laboratório de Parasitologia da Faculdade de Medicina Veterinária.

No momento de análise não foi necessária a descongelação das amostras dado que vinham embutidas em etanol a 96%. O material necessário para a dissecação das amostras foi estiletes, pinças dente de rato, bisturi de lâmina romba, tesouras, placas de Petri, suporte para tubos de Falcon, pipetas de Pasteur e álcool a 96%. Todos os órgãos foram manipulados numa câmara de fluxo laminar (Figura 12).

O estômago vinha seccionado pela zona do esfíncter esofágico e pela zona do piloro e com uma incisão conforme a curvatura maior. Os nemátodes presentes nos estômagos vinham já isolados em tubos de Falcon, dada a necessidade prévia de recolher o conteúdo estomacal. Ainda assim, os respetivos conteúdos estomacais e mucosas gástricas foram observados em lupa estereoscópica *Olympus SZ4045* (Figura 13).

Quanto aos intestinos delgados, foram incididos em várias partes e incididos longitudinalmente em placas de Petri. Estas incisões exigem tempo e delicadeza para que não se corte possíveis parasitas inteiros, apesar de ser inevitável a destruição de alguns exemplares. Seguidamente as mucosas do intestino e o seu conteúdo foram observados à lupa para a remoção e contagem dos helmintes.

O intestino grosso e ceco vinham normalmente ainda acoplados, após a sua separação foi feita também uma incisão longitudinal, no caso do ceco pela curvatura maior, e o seu conteúdo observado na lupa. As fezes foram depositadas numa placa de Petri com o



Figura 12 - Ambiente e material de trabalho. [Original]

álcool original e examinadas da mesma maneira.

Analisando o fígado, quando eram visíveis quistos de origem parasitária, estes eram excisados e removidos os parasitas no seu interior. Para a avaliação da presença de *Calodium hepaticum*, o fígado foi seccionado e raspado, com bisturi de lâmina romba, na sua superfície visceral e superfície de corte, com aposição do material retirado em lâmina e posteriormente observado em microscópio em busca de ovos.



Figura 13 - Ambiente e material de trabalho na lupa estereoscópica. [Original]

3.4 Preparação dos helmintes

Depois de inspecionados os órgãos e contados os parasitas, os helmintes retirados foram postos entre lâmina e lamela e esclarecidos com *Lactofenol* durante 15 minutos (Figura 14) com exceção de *Mastophorus muris*. Neste caso, o poder ótico da lupa estereoscópica foi suficientemente aceitável para detetar características de identificação da espécie do parasita. Nos casos de esclarecimento com *Lactofenol*, foram observados ao microscópio ótico composto (*Olympus BX40* e *Olympus CX31*). Os exemplares que não foram sujeitos a observação foram conservados em *Eppendorfs* com álcool a 96%.



Figura 14 - Disposição de parasitas em lâmina. [Original]

3.5 Identificação dos helmintes

A identificação dos parasitas recolhidos foi feita no momento de observação ao microscópio ótico composto, recorrendo a uma ocular micrométrica para medição das estruturas anatómicas. É preciso ter em conta que a conservação em álcool a 96% e a exposição a temperaturas de congelação alteram as dimensões anatómicas de algumas estruturas. As referências para identificação dos helmintes foram: Gracenea e González-Moreno (2002) e Nakao et al. (2017) para *Brachylaima* spp.; Al-Taei (2016), Moudgil et al. (2016), Kiran (2017) e Gupta et al. (2021) para *Cysticercus fasciolaris*; Sood (2018) e Majeed e AlAmery (2021) para *Hymenolepis* spp.; Al-Rawas et al. (1977), Gibson (2010), Khalaf et al. (2020) e Khalaf (2021) para *Moniliformis moniliformis*; Wertheim (1962) e Rojas e Digiani (2003) para *Mastophorus muris*; Haley (1961), Camberis et al. (2003) e Chaudhary et al. (2016) para *Nippostrongylus brasiliensis*; Ribas et al. (2013) e Dewi (2019) para *Heterakis spumosa*; Abdel-Gaber (2016) para *Syphacia* spp.; Robles et al. (2014) para *Trichuris muris*; Abdel-Gaber et al. (2018) para *Aspiculuris tetraptera*, e, Fuehrer (2014) para *Calodium Hepaticum*.

3.6 Registos e análise de dados

Os dados obtidos ao longo do trabalho deste estudo foram registados numa folha de *Excel Online* e posteriormente transferidos para uma folha de calculo do software *Microsoft Office Excel 2016*. Essa folha serviu de base para o programa estatístico *IBM SPSS Statistics Version 27*.

3.7 Análise estatística

Após a importação da matriz de *Excel* para o programa estatístico e caracterização de variáveis, foram usados métodos descritivos para a verificação de intensidade média de infeção e amplitude de infeção de cada parasita. Para o cálculo de prevalências e intervalos de confiança das proporções binomiais foi usado o teste não paramétrico de Clopper-Pearson. As associações entre as variáveis categóricas foram testadas com recurso ao teste de Qui-Quadrado (χ^2). Em casos de amostras pequenas, ou de uma quantidade de amostras positivas inferiores a 20% ao esperado, considerou-se o valor de significância, *p-value*, do teste exato de Fisher, ao invés do valor do Qui-Quadrado (χ^2). Para as variáveis numéricas de escala, as associações entre essas e as suas variáveis de dependência foram testadas com recurso ao teste não paramétrico U de Mann-Whitney. Os intervalos de confiança utilizados foram sempre de 95%, e os valores de *p-value* foram sempre considerados de relevância estatística quando $<0,05$. Nos testes não paramétricos U de Mann-Whitney, foram várias as situações em que foi incapaz de se calcular valores de significância estatística, quer por uma quantidade insuficiente de dados, quer por pelo menos um dos fatores da variável nominal não possuir dados de escala atribuídos.

4 Resultados

4.1 Composição qualitativa de helmintofauna gastrointestinal de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal

Ao final deste estudo foram identificadas 11 espécies de helmintes (Tabela1), pertencentes aos três grandes grupos de metazoários (céstodes e tremátodes, acantocéfalos e nemátodes) que parasitam o sistema gastrointestinal de *Rattus* spp. Foram elas: *Cysticercus fasciolaris* (Figura 15), *Brachylaima* spp. (Figura 16), *Mastophorus muris* (Figura 17), *Moniliformis moniliformis* (Figura 18), *Hymenolepis* spp. (Figura 19), *Aspicularis tetraptera* (Figura 20), *Heterakis spumosa* (Figura 21), *Nippostrongylus brasiliensis* (Figura 22), *Calodium hepaticum* (Figura 23), *Syphacia* spp. (Figura 24) e *Trichuris muris*.

Tabela 1 - Espécies identificadas e potencial zoonótico

Espécie de parasita	Potencial zoonótico	Totalidade das amostras		<i>Rattus rattus</i>		<i>Rattus Norvegicus</i>	
		Lisboa	Ponta Delgada	Lisboa	Ponta Delgada	Lisboa	Ponta Delgada
<i>Mastophorus muris</i>		x	x	x	x		x
<i>Brachylaima</i> spp.	x	x		x		x	
<i>Hymenolepis</i> spp.	x	x	x	x	x	x	x
<i>Moniliformis moniliformis</i>	x	x	x	x	x		x
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Heterakis spumosa</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Syphacia</i> spp.	x	x		x			
<i>Aspicularis Tetraptera</i>		x	x	x		x	x
<i>Trichuris muris</i>	x		x		x		
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	x	x	x	x		x	x
<i>Calodium hepaticum</i>	x	x	x	x	x	x	x

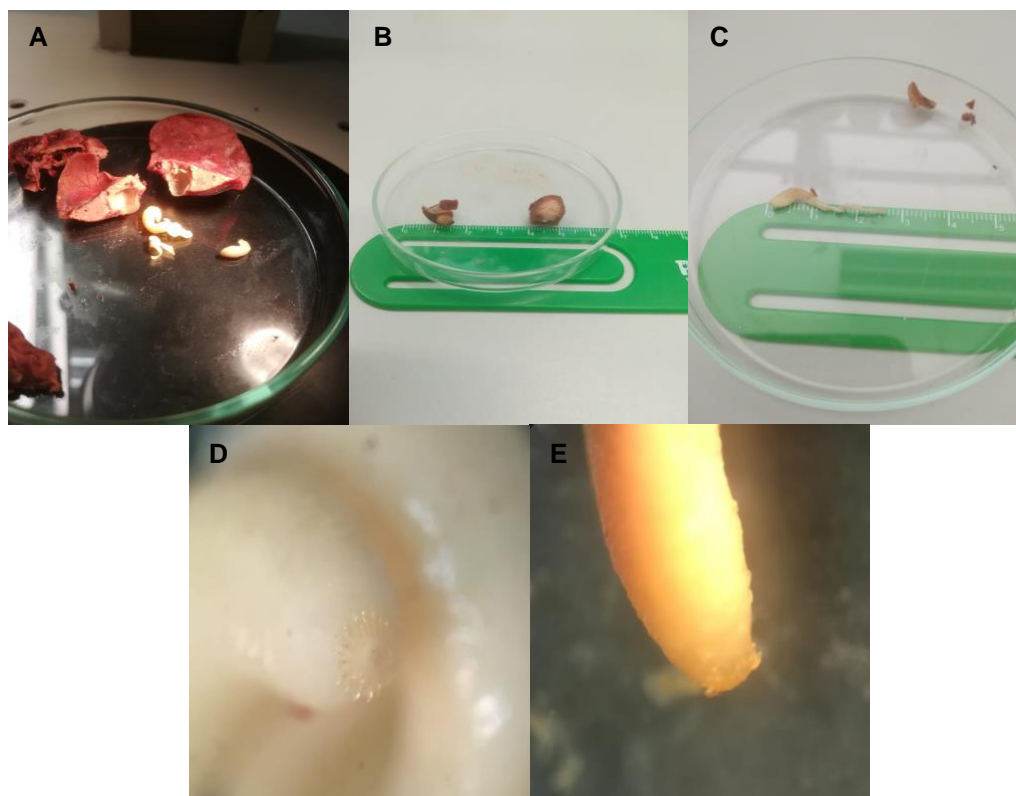


Figura 15 - Quisto hepático de *Cysticercus fasciolaris* (A e B), larva cisticercóide (C); Escólex de *Cysticercus fasciolaris* (D e E). [Original]

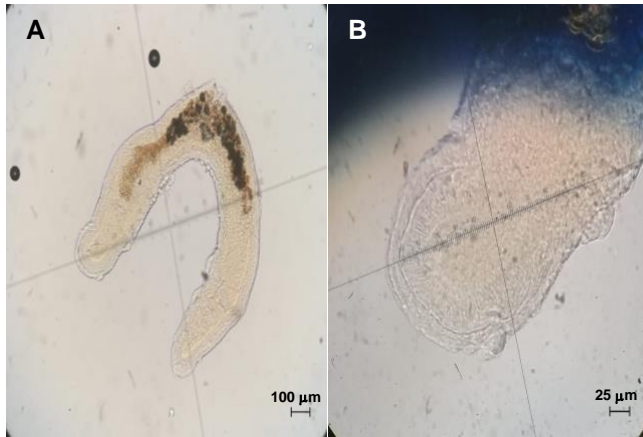


Figura 16 - Forma adulta de *Brachylaima* spp. em observação ao microscópio óptico composto (A e B). [Original]



Figura 17 - Extremidade anterior de *Mastophorus muris* em observação ao microscópio óptico composto. [Original]

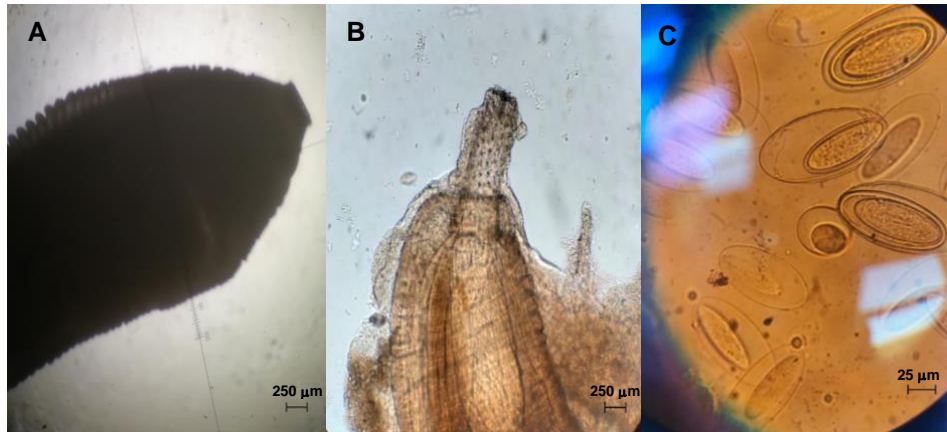


Figura 18 - Forma adulta de *Moniliformis moniliformis* em observação ao microscópio óptico composto, pseudosegmentação (A) e escólex (B); Ovos de *Moniliformis moniliformis* (C). [Original] Figura 19 - Escólex de *Hymenolepis diminuta* (A e C) e *Hymenolepis nana* (B). [Original]

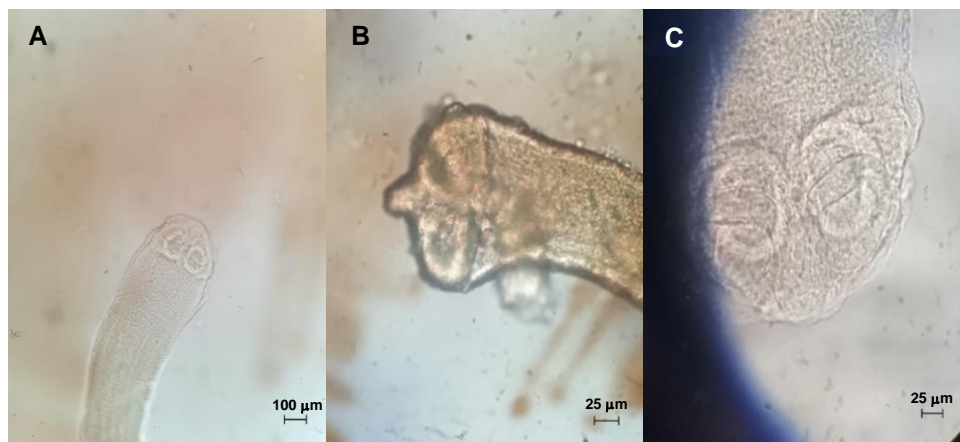


Figura 19 - Escólex de *Hymenolepis diminuta* (A e C) e *Hymenolepis nana* (B). [Original]



Figura 20 - Formas adultas de *Aspicularis* spp. (A) e pormenor asas cervicais (B) em observação ao microscópio ótico composto. [Original]



Figura 21 - Forma adulta de *Heterakis spumosa* macho em observação ao microscópio ótico composto. [Original]



Figura 22 - Forma adulta de *Nippostrongylus brasiliensis* em observação ao microscópio ótico composto, extremidade posterior de fêmea (A) e macho (B). [Original]

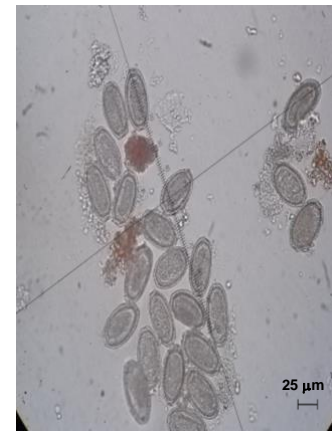


Figura 23 - Ovos de *Calodium hepaticum* em observação ao microscópio ótico composto. [Original]

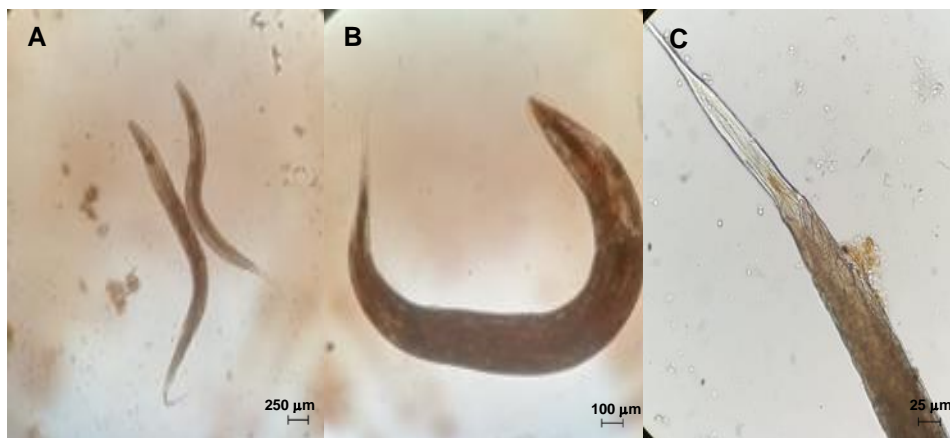


Figura 24 - Formas adultas de *Syphacia* spp. machos (A) e fêmea (B e C) em observação ao microscópio ótico composto. [Original]

4.2 Composição quantitativa de helmintofauna gastrointestinal de *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* nas áreas portuárias de Lisboa e Ponta Delgada, Portugal

Num total de amostras de 192, 89,1% (171/192) encontravam-se parasitadas. Este total foi composto por 62,5% (120/192) dos espécimes capturados em Ponta Delgada, dos quais 93,3% (112/120) estavam parasitados, e 37,5% (72/192) capturados em Lisboa dos quais 81,9% (59/72) estavam parasitados. No que diz respeito à espécie, 63,5% (122/192) eram *Rattus norvegicus* com uma prevalência de infeção de 91,8% (112/122), e os restantes 36,5% (70/192) eram *Rattus rattus* com uma prevalência de infeção de 84,3% (59/70). Quanto à idade e ao sexo, não foi possível obter os dados de 10 amostras. 80,8% (147/182) dos indivíduos eram adultos e 19,2% (35/182) eram juvenis, com uma prevalência de infeção de 91,8% (135/147) e 80% (28/35), respetivamente. Referindo-se ao sexo de *Rattus* spp., 42,3% (77/182) eram fêmeas estando 91,2% (71/77) infetadas e 57,7% (105/182) eram machos, dos quais 87,6% (92/105) estavam infetados.

No que se refere apenas aos animais infetados (171), consoante cada valor destas 4 variáveis, obteve-se que: relativo à cidade, 65,5% (112/171) eram de Ponta Delgada e 34,5% (59/171) eram de Lisboa; relativo à espécie, 65,5% (112/171) eram *Rattus norvegicus* e 34,5% (59/171) eram *Rattus rattus*; relativo à idade, 82,82% (135/171) eram adultos e 17,28% (28/171) eram juvenis; e, relativo ao sexo, 56,44% (92/171) eram machos e 43,56% (71/171) eram fêmeas.

4.2.1 Distribuição da infeção por sexo do hospedeiro

A prevalência de *Mastophorus muris* foi mais elevada em fêmeas (36,4% (27/77) na totalidade das amostras e 57,1% (27/49) em Ponta Delgada). Em Lisboa foi apenas detetada infeção num macho. *Brachylaima* spp. foi apenas identificado em 2 fêmeas de Lisboa, com uma prevalência de 7,1% (2/28), e de 2,6% (2/77) no total das amostras. Quanto a *Hymenolepis* spp., na amostra total as prevalências entre os sexos foram semelhantes (24,8% (26/105) em machos e 24,7% (19/77) em fêmeas), no entanto em Lisboa e Ponta Delgada foram inversas quanto à superioridade. Em Lisboa, as fêmeas tiveram maior prevalência (17,9% - 5/28) face aos machos (7,7% - 3/39) e em Ponta Delgada os machos tiveram maior prevalência (34,8% - 23/66) face às fêmeas (28,6% - 14/49). As prevalências de *Moniliformis moniliformis* foram também semelhantes entre sexos (2,9% (3/105) em machos e 3,9% (3/77) em fêmeas) no total das amostras, apesar de em Ponta Delgada ser ligeiramente superior em fêmeas (6,1% (3/49) em fêmeas e 3% (2/66) em machos). No que toca às prevalências de *Nippostrongylus brasiliensis*, revelaram-se semelhantes entre sexos em cada localização geográfica. Na totalidade das amostras, como em Ponta Delgada, *Heterakis spumosa* foi mais

prevalente em machos no total das amostras (45,7% - 73/105) e em Ponta Delgada (83,3% - 56/66), enquanto que em Lisboa as prevalências entre os dois sexos foram muito semelhantes. Sendo *Syphacia* spp. um parasita que foi apenas encontrado em Lisboa, as prevalências nessa cidade e no total das amostras entre os sexos foram semelhantes. *Aspiculuris tetraptera* revelou maior prevalência em machos, tanto no total das amostras como em Lisboa (5,7% (6/105) no total e 12,8% (5/39) em Lisboa) face às fêmeas (2,6% (2/77) na totalidade das amostras e 3,6% (1/28) em Lisboa). Em Ponta Delgada, foi detetado um caso de infeção em cada sexo. *Trichuris muris* foi apenas identificado em 1 macho de Ponta Delgada com prevalência de 1,5% (1/66) e, no total das amostras de 1% (1/105). Na totalidade das amostras as prevalências de *Cysticercus fasciolaris* foram semelhantes entre sexos (12,4% (13/105) em machos e 10,4% (8/77) em fêmeas). Apesar disso houve inversão da superioridade de prevalência consoante a localização geográfica da amostra. Em Lisboa as fêmeas tiveram maior prevalência (7,1% (2/28) em fêmeas e 2,6% (1/39) em machos) e em Ponta Delgada os machos obtiveram maior prevalência (18,2% (12/66) em machos e 12,2 % (6/49) em fêmeas). Na totalidade das amostras as prevalências de *Calodium hepaticum* entre sexos foram semelhantes (51,4% (54/105) em machos e 51,9% (40/77) em fêmeas). Mas também neste caso houve inversão das prevalências conforme o sexo e a cidade. Em Lisboa os machos tiveram maior prevalência (41% (16/39) em machos e 35,7% (10/28) em fêmeas), e em Ponta Delgada as fêmeas tiveram maior prevalência (61,7% (30/49) em fêmeas e 57,6% (38/66) em machos) (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infeção de *Rattus* spp.

Sexo fêmea	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
Espécie de parasita															
<i>Mastophorus muris</i>	27	36,4	25,7 – 48,1	7,63	1-29	0	0	0 – 12,3			27	57,1	42,2 – 71,2	7,63	1-29
<i>Brachylaima</i> spp.	2	2,6	0,3 – 9,1	1	1	2	7,1	0,9 – 23,5	1		0	0	0 – 7,3		
<i>Hymenolepis</i> spp.	19	24,7	15,6 – 35,8	3,58	1-7	5	17,9	6,1 – 36,9	3,6	1-6	14	28,6	16,6 – 43,3	3,57	1-7
<i>Moniliformis moniliformis</i>	3	3,9	0,8 – 11	1	1	0	0	0 – 12,3			3	6,1	1,3 – 16,9	1	
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	54	68,8	57,3 – 78,9	32,3	1->200	12	39,3	21,5 – 59,4	16,33	2-55	42	85,7	72,8 – 94,1	36,86	1->200
<i>Heterakis spumosa</i>	28	33,8	23,4 – 45,4	12,04	1-57	8	28,6	13,2 – 48,7	12	2-25	20	36,7	23,4 – 51,7	12,05	1-57
<i>Syphacia</i> spp.	9	11,7	5,5 – 21	16,89	1-52	9	32,1	15,9 – 52,4	16,89	1-52	0	0	0 – 7,3		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	2	2,6	0,3 – 9,1	26	4-48	1	3,6	1 – 18,3	48		1	2	1 – 10,9	4	
<i>Trichuris muris</i>	0	0	0 – 4,7			0	0	0 – 12,3			0	0	0 – 7,3		
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	8	10,4	4,6 – 19,4	1,25	1-2	2	7,1	0,9 – 23,5	1,5	1-2	6	12,2	4,6 – 24,8	1,17	1-2
<i>Calodium hepaticum</i>	40	51,9	40,3 – 63,5			10	35,7	18,6 – 55,9			30	61,2	46,2 – 74,8		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infeção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infeção AI – Amplitude de Infeção

Tabela 3 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de *Rattus* spp.

Sexo macho	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
Espécie de parasita															
<i>Mastophorus muris</i>	30	28,6	20,2 – 38,2	6,97	1-67	1	2,6	1 – 13,5	1		29	43,9	31,7 – 56,7	7,17	1-67
<i>Brachylaima</i> spp.	0	0	0 – 3,5			0	0	0 – 9			0	0	0 – 5,4		
<i>Hymenolepis</i> spp.	26	24,8	16,9 – 34,1	2,54	1-20	3	7,7	1,6 – 20,9	8,33	1-20	23	34,8	23,5 – 47,6	1,78	1-5
<i>Moniliformis moniliformis</i>	3	2,9	0,6 – 8,1	9,33	1-24	1	2,6	1 – 13,5	1		2	3	0,4 – 10,5	13,5	3-24
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	73	68,6	58,8 – 77,3	60,7	1- >200	17	43,6	27,8 – 60,4	36,65	1- >150	56	83,3	72,1 – 91,4	68	2- >200
<i>Heterakis spumosa</i>	47	45,7	36 – 55,7	15,6	1-109	11	28,2	15 – 44,9	18,18	1-109	36	56,1	43,3 – 68,3	1-49	14,81
<i>Syphacia</i> spp.	11	10,5	5,3 – 18	20	2-63	11	28,2	15 – 44,9	20	2-63	0	0	0 – 5,4		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	6	5,7	2,1 – 12	14,33	1-58	5	12,8	4,3 – 27,4	16	1-58	1	1,5	0 – 8,2	6	
<i>Trichuris muris</i>	1	1	0 – 5,2	2		0	0	0 – 9			1	1,5	0 – 8,2	2	
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	13	12,4	6,8 – 20,2	1,23	1-3	1	2,6	1 – 13,5	1		12	18,2	9,8 – 29,6	1-3	1,24
<i>Calodium hepaticum</i>	54	51,4	41,5 – 61,3			16	41	25,6 – 57,9			38	57,6	44,8 – 69,7		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infecção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infecção AI – Amplitude de Infecção

4.2.2 Distribuição da infecção por idade do hospedeiro

Tendo sido encontrado maioritariamente em Ponta Delgada, *Mastophorus muris* mostrou maior prevalência em amostras de *Rattus* spp. adultos. Na totalidade das amostras, os adultos tiveram uma prevalência sensivelmente 3 vezes superior à de juvenis (36,7% (53/147) em adultos, 11,4% (4/35) em juvenis), em Ponta Delgada sensivelmente 2,5 vezes superior (55,8% (52/95) em adultos e 20% (4/20) em juvenis). *Brachylaima* spp., só identificada em Lisboa, teve maior prevalência em juvenis (6,7% - 1/18) face aos adultos (1,9% - 1/52), resultando na totalidade das amostras numa prevalência de 2,9% (1/35) em juvenis e 0,7% (1/147) em adultos. Com uma prevalência consistentemente superior em adultos, *Hymenolepis* spp. teve, no total, prevalência de 28,6% (42/147) em adultos e 8,6% (3/35) em juvenis. Tanto na totalidade das amostras, como nas amostras de Ponta Delgada, *Moniliformis moniliformis* apresentou prevalências semelhantes entre idades (na totalidade das amostras 3,4% (5/147) e 2,9% (1/35) e em Ponta Delgada 4,2% (4/95) e 5% (1/20) respetivamente em adultos e juvenis). Em Lisboa, *Moniliformis moniliformis* não foi detetado em juvenis, com uma prevalência de 1,9% (1/52) em adultos. No conjunto total de amostras e em Ponta Delgada, *Nippostrongylus brasiliensis* foi mais prevalente em adultos (71,4% (105/147) totalidade das amostras, 88,4% (84/95) em Ponta Delgada). Em Lisboa a prevalência foi superior em amostras juvenis (46,7% - 8/18). No caso de *Heterakis spumosa* houve mais prevalência em adultos, na totalidade das amostras (43,5% - 65/147) e em Lisboa (34,6% - 18/52), enquanto que em Ponta Delgada as prevalências foram semelhantes entre as idades (48,4% (47/95) em adultos e 45% (9/20) em juvenis). *Syphacia* spp. teve prevalências semelhantes tanto em adultos como em juvenis. *Aspiculuris tetraptera* mostrou prevalências superiores em adultos (4,8% ((7/147) no total do estudo, 9,6% (5/52) em Lisboa e 2,1% (2/95) em Ponta Delgada), não tendo sido detetados casos de infecção em juvenis de Ponta Delgada. *Trichuris muris* tendo só 1 caso de infecção num adulto de Ponta Delgada, obteve prevalência em adultos nessa cidade de 1,1% (1/95), e 0,7% (1/147) na totalidade das amostras. *Cysticercus*

fasciolaris apresentou uma prevalência total sensivelmente 2 vezes superior em adultos face a juvenis (12,9% (19/145) em adultos e 5,7% (2/35) em juvenis). Em Lisboa foi só detetado em adultos, com uma prevalência de 5,8% (3/52). Na cidade de Ponta Delgada os adultos tiveram prevalência de 16,8% (16/95) e os juvenis de 10% (2/20). Seguindo o padrão de outros parasitas, *Calodium hepaticum* teve maior prevalência de infeção em adultos com 55,8% (82/145) na totalidade das amostras, 42,3% (22/52) em Lisboa e 63,2% (60/95) em Ponta Delgada. Quanto aos juvenis, pela mesma ordem, apresentaram prevalência de 34,3% (12/35), 26,7% (4/18) e 40% (8/20), respetivamente (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infeção de *Rattus spp.* adulto

Idade adulto	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
Espécie de parasita															
<i>Mastophorus muris</i>	53	36,7	28,9 – 45,1	7,42	1-67	1	1,9	0-10,3	1		52	55,8	45,2 - 66	7,54	1-67
<i>Brachylaima spp.</i>	1	0,7	0 – 3,7	1		1	1,9	0-10,3	1		0	0	0 – 3,8		
<i>Hymenolepis spp.</i>	42	28,6	21,4 – 36,6	3,05	1-20	7	13,5	5,6 – 25,8	5,57	1-20	35	36,8	27,2 – 47,4	2,54	1-7
<i>Moniliformis moniliformis</i>	5	3,4	1,1 – 7,8	1,4	1-3	1	1,9	0-10,3	1		4	4,2	1,2 – 10,4	1,5	1-3
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	105	71,4	63,4 – 78,6	55,94	1- >200	21	40,4	27 – 54,9	36,24	2- >150	84	88,4	80,2 – 94,1	60,87	1- >200
<i>Heterakis spumosa</i>	65	43,5	35,4 – 52	14,63	1-109	18	34,6	22 – 49,1	16,39	1-109	47	48,4	38 – 58,9	13,96	1-57
<i>Syphacia spp.</i>	16	10,9	6,4 – 17,1	18,25	1-63	16	30,8	18,7 – 45,1	18,25	1-63	0	0	0 – 3,8		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	7	4,8	1,9 – 9,6	11,43	1-48	5	9,6	3,2 - 21	14	1-48	2	2,1	0,3 – 7,4	5	4-6
<i>Trichuris muris</i>	1	0,7	0 – 3,7	2		0	0	0 – 6,8			1	1,1	0 – 5,7	2	
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	19	12,9	8 – 19,4	1,26	1-3	3	5,8	1,2 – 15,9	1,33	1-2	16	16,8	9,9 – 25,9	1,25	1-3
<i>Calodium hepaticum</i>	82	55,8	47,4 – 64			22	42,3	28,7 – 56,8			60	63,2	52,6 – 72,8		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infeção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infeção AI – Amplitude de Infeção

Tabela 5 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infeção de *Rattus spp.* juvenil

Idade juvenil	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
Espécie de parasita															
<i>Mastophorus muris</i>	4	11,4	3,2 – 26,7	5,5	2-13	0	0	0-21,8			4	20	5,7-43,7	5,5	2-13
<i>Brachylaima spp.</i>	1	2,9	0,1 – 14,9	1		1	6,7	0,2 – 31,9	1		0	0	0-16,8		
<i>Hymenolepis spp.</i>	3	8,6	1,8 – 23,1	2	1-4	1	6,7	0,2 – 31,9	4		2	10	1,2-31,7	1	
<i>Moniliformis moniliformis</i>	1	2,9	0,1 – 14,9	24		0	0	0-21,8			1	5	1 – 24,9	24	
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	22	57,1	39,4 – 73,7	13,68	1-38	8	46,7	21,3 – 73,4	7,25	1-21	14	65	40,8 – 84,6	17,36	1-38
<i>Heterakis spumosa</i>	10	28,6	14,6 – 46,3	11,9	1-41	1	6,7	0,2 – 31,9	1		9	45	23,1 – 68,5	13,11	1-41
<i>Syphacia spp.</i>	4	11,4	3,2 – 26,7	20	2-52	4	26,7	7,8 – 55,1	20	2-52	0	0	0-16,8		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	1	2,9	0,1 – 14,9	58		1	6,7	0,2 – 31,9	58		0	0	0-16,8		
<i>Trichuris muris</i>	0	0	0 – 10			0	0	0-21,8			0	0	0-16,8		
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	2	5,7	0,7 – 19,2	1	1	0	0	0-21,8			2	10	1,2-31,7	1	
<i>Calodium hepaticum</i>	12	34,3	19,1 – 52,2			4	26,7	7,8 – 55,1			8	40	19,1 – 63,9		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infeção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infeção AI – Amplitude de Infeção

4.2.3 Distribuição da infeção por espécie do hospedeiro

Mastophorus muris teve prevalência superior em *Rattus norvegicus* na totalidade das amostras (35,2% - 42/122). Em Lisboa, o caso detetado foi em *Rattus rattus* com prevalência de 2,6% (1/39) e em Ponta Delgada as prevalências foram semelhantes entre as espécies (48,3% (42/89) em *Rattus norvegicus* e 51,6% (16/31) em *Rattus rattus*). *Brachylaima spp.* foi apenas detetada em Lisboa, e, em ambas as espécies, com prevalências de 3% (1/33) em

Rattus norvegicus e 2,6% (1/31) em *Rattus rattus*, na totalidade das amostras a prevalência foi de 0,8% (1/122) em *Rattus norvegicus* e 1,4% (1/70) em *Rattus rattus*. Quanto a *Hymenolepis* spp., *Rattus norvegicus* foi a espécie com maior prevalência de infecção, com valores de 29,5% (36/122), 12,1% (4/33) e 36% (32/89) na totalidade das amostras, em Lisboa e em Ponta Delgada, respetivamente. De notar que as prevalências em *Rattus norvegicus* entre Lisboa e Ponta Delgada, são semelhantes apesar de ligeiramente superiores em Lisboa (12,1% (4/33) em *Rattus norvegicus* e 10,3% (4/39) em *Rattus rattus*). Com 3 casos de infecção em cada espécie, *Moniliformis moniliformis*, teve no total das amostras uma prevalência de 2,5% (3/122) em *Rattus norvegicus* e 4,3% (3/70) em *Rattus rattus*. Em Lisboa foi só identificado em *Rattus rattus* com uma prevalência de 2,6% (1/39), em Ponta Delgada a prevalência foi de 3,4% (3/31) em *Rattus norvegicus* e 6,5% (2/31) em *Rattus rattus*. Quanto a *Nippostrongylus brasiliensis*, as prevalências de infecção foram consistentemente superiores em *Rattus norvegicus*, com prevalências no total das amostras, em Lisboa e em Ponta Delgada de, 82% (101/122), 69,7% (24/33) e 86,5% (77/89), respetivamente. Em *Rattus rattus* as prevalências foram 41,4% (30/70), 20,5% (8/39) e 67,7% (22/31) sucessivamente. Semelhante a *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa* teve prevalências superiores em *Rattus norvegicus*. No total das amostras, em Lisboa e em Ponta Delgada, *Rattus norvegicus* tiveram prevalências de 58,2% (56/122), 57,6% (19/33) e 58,4% (53/89) respetivamente enquanto *Rattus rattus* tiveram 7,1% (5/70), 5,1% (2/39) e 9,7% (3/31). Todos os casos de infecção de *Syphacia* spp. foram identificados em *Rattus rattus* de Lisboa com uma prevalência de 51,3% (20/39) e no total das amostras de 28,6% (20/70). No que se refere às prevalências de *Aspicularis tetraptera* no total das amostras, *Rattus rattus* tiveram maior prevalência que *Rattus norvegicus* (7,1% (5/70) em *Rattus rattus* e 2,5% (3/122) em *Rattus norvegicus*). Em Lisboa é o mesmo caso com prevalência de 12,8% (5/39) em *Rattus rattus*. Em Ponta Delgada foram só detetados 2 casos em *Rattus norvegicus* com prevalência de 2,2% (2/89). *Trichuris muris*, tendo apenas um caso detetado em *Rattus rattus* de Ponta Delgada, teve aí uma prevalência de 3,2% (1/31) e no total de 1,4% (1/70). Quanto a *Cysticercus fasciolaris*, sendo a maioria das infeções em *Rattus norvegicus* de Ponta Delgada, obteve-se aí uma prevalência de 21,3% (19/89) face a uma prevalência em *Rattus norvegicus* de Lisboa de 3% (1/33), como uma prevalência total em *Rattus norvegicus* de 16,4% (20/122). Em *Rattus rattus* detetaram-se 2 casos em Lisboa com uma prevalência de 5,1% (2/39), fazendo uma prevalência no total das amostras de 2,9% (2/70). *Calodium hepaticum* na totalidade das amostras teve maior prevalência em *Rattus norvegicus* 55,7% (68/122) (em *Rattus norvegicus* e 41,4% (29/70) em *Rattus rattus*). Em Lisboa foi observada uma prevalência de 63,6% (21/33) em *Rattus norvegicus* e de 20,5% (47/89) em *Rattus rattus*. Em Ponta Delgada as prevalências invertem-se com 67,7% (21/31) em *Rattus rattus* e 52,8% (47/89) em *Rattus norvegicus* (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de *Rattus rattus*

Espécie <i>Rattus rattus</i>	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
<i>Mastophorus muris</i>	17	24,3	14,8 – 36	10,59	1-67	1	2,6	0,1 – 13,5	1		16	51,6	33,1 – 69,8	11,19	1 - 67
<i>Brachylaima</i> spp.	1	1,4	0 – 7,7	1		1	2,6	0,1 – 13,5	1		0	0	0 – 11,2		
<i>Hymenolepis</i> spp.	11	15,7	8,1 – 26,4	2,36	1-6	4	10,3	2,9 – 24,2	3,75	1 - 6	7	22,6	9,6 – 41,1	1,57	1 - 4
<i>Moniliformis moniliformis</i>	3	4,3	0,9 – 12	8,67	1-24	1	2,6	0,1 – 13,5	1		2	6,5	0,8 – 21,4	12,5	1 - 24
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	30	41,4	29,8 – 53,8	19,4	1- >150	8	20,5	9,3 – 36,5	28,5	1 - >150	22	67,7	48,6 – 83,3	16,09	1 - 53
<i>Heterakis spumosa</i>	5	7,1	2,4 – 15,9	2,6	1-7	2	5,1	0,6 – 17,3	1		3	9,7	2 – 25,8	3,67	2 - 7
<i>Syphacia</i> spp.	20	28,6	18,4 – 40,6	18,6	1-63	20	51,3	34,8 – 67,6	18,6	1 - 63	0	0	0 – 11,2		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	5	7,1	2,4 – 15,9	25,4	2-58	5	12,8	4,3 – 27,4	25,4	2 - 58	0	0	0 – 11,2		
<i>Trichuris muris</i>	1	1,4	0 – 7,7	2		0	0	0 – 9			1	3,2	0,1 – 16,7	2	
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	2	2,9	0,3 – 9,9	1,5	1-2	2	5,1	0,6 – 17,3	1,5	1 - 2	0	0	0 – 11,2		
<i>Calodium hepaticum</i>	29	41,4	29,8 – 53,8			8	20,5	9,3 – 36,5			21	67,7	48,6 – 83,3		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infecção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infecção AI – Amplitude de Infecção

Tabela 7 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infecção de *Rattus norvegicus*

Espécie <i>Rattus norvegicus</i>	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
<i>Mastophorus muris</i>	42	35,2	26,8 – 44,4	5,69	1-29	0	0	0 – 10,6			42	48,3	37,6 – 59,2	5,69	1 - 29
<i>Brachylaima</i> spp.	1	0,8	0 – 4,5	1		1	3	0,1 – 15,8			0	0	0 - 4,1		
<i>Hymenolepis</i> spp.	36	29,5	21,6 – 38,4	3,8	1-20	4	12,1	3,4 – 28,2	7	1 - 20	32	36	26,1 – 46,8	2,59	1 - 7
<i>Moniliformis moniliformis</i>	3	2,5	0,5 – 7	1,67	1-3	0	0	0 – 10,6			3	3,4	0,7 – 9,5	1,67	1 - 3
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	101	82	74 – 88,3	57,32	1- >200	24	69,7	51,3 – 84,4	32,46	2 - >150	77	86,5	77,6 – 92,8	65,06	1 - >200
<i>Heterakis spumosa</i>	56	58,2	48,9 – 67,1	13,82	1-109	19	57,6	39,2 – 74,5	16,84	1 - 109	53	58,4	47,5 – 68,8	14,4	1 - 57
<i>Syphacia</i> spp.	0	0	0 – 3			0	0	0 - 10,6			0	0	0 – 4,1		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	3	2,5	0,5 – 7	3,67	1-6	1	3	0,1 – 15,8	1		2	2,2	0,3 – 7,9	5	4 - 6
<i>Trichuris muris</i>	0	0	0 – 3	2		0	0	0 – 10,6			0	0	0 - 4,1		
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	20	16,4	10,3 – 24,2	1,20	1-3	1	3	0,1 – 15,8	1		19	21,3	13,4 – 31,3	1,21	1 - 3
<i>Calodium hepaticum</i>	68	55,7	46,5 – 64,7			21	63,6	45,1 – 79,6			47	52,8	41,9 – 63,5		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infecção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infecção AI – Amplitude de Infecção

4.2.4 Distribuição da infecção por cidade de captura do hospedeiro

Mastophorus muris é um parasita frequente em Ponta Delgada com uma prevalência de 49,2% (58/120) face a uma prevalência de 1,4% (1/72) em Lisboa, tendo na total prevalência de 31,3% (59/192). *Brachylaima* spp. com prevalência total de 1% (2/192), foi apenas detetado em Lisboa com prevalência aí de 2,8% (2/72). *Hymenolepis* spp. foi mais prevalente em Ponta Delgada (32,5% - 39/120) do que em Lisboa (11,1% - 8/72), com prevalência na totalidade das amostras de 24,5% (47/192). *Moniliformis moniliformis* teve uma prevalência superior em Ponta Delgada com 4,2% (5/120) face a 1,4% (1/72) em Lisboa, tendo uma prevalência total de 3,1% (6/192). *Nippostrongylus brasiliensis* obteve valores de prevalência no total da amostra de 67,2% (131/192) sendo a prevalência superior em Ponta delgada (81,7% - 99/120) face a Lisboa (43,1% - 32/72). *Heterakis spumosa* foi outro parasita que apresentou maior prevalência em Ponta Delgada (45,8% - 56/120) face à prevalência em Lisboa (29,2% - 21/72), com uma prevalência total de 39,6% (77/192). Todos os casos de infecção de *Syphacia* spp. foram detetados em Lisboa com uma prevalência de 27,8% (20/72) nessa cidade e 10,4% (20/120) no total. *Aspiculuris tetraptera* teve uma prevalência maior em

Lisboa (8,3% - 6/72) face a Ponta delgada (1,7% - 2/120) com uma prevalência total de 4,2% (8/192). Com apenas um caso detetado em Ponta Delgada, *Trichuris muris* teve aí prevalência de 0,8% (1/120), e de 0,5% (1/192) na totalidade das amostras. *Cysticercus fasciolaris* foi detetado com uma prevalência de 15,2% (19/120) em Ponta Delgada e 4,2% (3/72) em Lisboa, sendo detetado em 11,5% (22/72) das amostras totais. *Calodium hepaticum* apresentou maior prevalência em Ponta Delgada (56,7% - 68/120) face a Lisboa (40,3% - 29/72), com prevalência de 50,5% (97/192) no total do estudo (Tabela 8).

Tabela 8 - Prevalências, Intensidades médias e Amplitude de infeção de *Rattus* spp. consoante a cidade de captura

Espécie de parasita	Totalidade amostras					Amostras Lisboa					Amostras Ponta Delgada				
	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI	N	N%	IC 95%	IM	AI
<i>Mastophorus muris</i>	59	31,3	24,8–38,3	7,1	1-67	1	1,4	0–7,5	1		58	49,2	39,9–58,4	7,21	1-67
<i>Brachylaïma</i> spp.	2	1	0,1–3,7	1	1	2	2,8	0,3–9,7	1	1	0	0	0–3		
<i>Hymenolepis</i> spp.	47	24,5	18,6–31,2	2,91	1-20	8	11,1	4,9–20,7	5,38	1-20	39	32,5	24,2–41,7	2,41	1-7
<i>Moniliformis moniliformis</i>	6	3,1	1,2–6,7	5,17	1-24	1	1,4	0–7,5	1		5	4,2	1,4–9,5	6	1-24
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	131	67,2	60,1–73,8	48,6	1- >200	32	43,1	31,4–55,3	31,47	1- >150	99	81,7	73,6–88,1	54,18	1- >200
<i>Heterakis spumosa</i>	77	39,6	32,6–46,9	14,2	1-109	21	29,2	19–41,1	15,33	1-109	56	45,8	36,7–55,2	13,82	1-57
<i>Syphacia</i> spp.	20	10,4	6,5–15,6	18,6	1-63	20	27,8	17,9–39,6	18,6	1-63	0	0	0–3		
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	8	4,2	1,8–8	17,3	1-58	6	8,3	3,1–17,3	21,33	1-58	2	1,7	0,2–5,9	5	4-6
<i>Trichuris muris</i>	1	0,5	0–2,9	2		0	0	0–5	2		1	0,8	0–4,6	2	
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	22	11,5	7,3–16,8	1,23	1-3	3	4,2	0,9–1,7	1,33	1-2	19	15,8	9,8–23,6	1,21	1-3
<i>Calodium hepaticum</i>	97	50,5	43,2–57,8			29	40,3	28,9–52,5			68	56,7	47,3–65,7		

Legenda: N - casos positivos N% - prevalência de infeção IC95% - intervalo de confiança de 95%
IM – intensidade média de infeção AI – Amplitude de Infeção

4.3 Resultados estatísticos

De todo o leque de amostras que se obtiveram, apenas se verificou significância na diferença de prevalências entre a variável de dependência da cidade de captura de *Rattus* spp. ($p < 0,05$), sendo que em Lisboa há uma prevalência de infeção de 81,9% (59/72) enquanto em Ponta Delgada a prevalência é 93,3% (112/120). Um dado de interesse será também o valor de significância da variável da idade em que o valor do teste exato de Fisher está muito próximo do limite de significância sugerindo uma verdadeira influência na prevalência de infeção consoante a idade do murídeo. Quantos às associações das intensidades dependentes de cada variável, em todas as variáveis houve diferenças significativas entre os seus valores nominais. No caso da espécie de rato, *Rattus rattus* possuíram infeções médias de 23,79 e *Rattus norvegicus* de 64,85. Os espécimes de Lisboa possuíram infeções médias de 33,57 e os de Ponta Delgada de 59,96. Quanto à idade, os indivíduos adultos tiveram intensidade média de 57,42 e os juvenis de 22,70. Os roedores machos possuíram médias de infeção de 63,64 e os roedores fêmeas 36,25 (Tabela 9 e 10).

Tabela 9 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências por variável de dependência

Prevalência por variável de dependência	χ^2	p	F
Sexo	1.000	0.462	
Espécie	2.580	0.148	
Idade			0.060
Cidade	5.992	0.016	

Legenda: χ^2 - teste Qui-Quadrado p - valor *p-value* F - valor *p-value* teste exato de Fisher

Tabela 10 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades por variável de dependência

Intensidade por variável de dependência	p
Sexo	0,002
Espécie	<0,001
Idade	0,005
Cidade	0,003

Legenda: p - valor *p-value*

4.3.1 Análise estatística da influência do sexo do hospedeiro

Não se verificou qualquer significância estatística nas diferenças de prevalência de infeção entre os sexos, excetuando o caso de *Heterakis spumosa*. Nas amostras de Ponta Delgada com infeção por este parasita, as diferentes prevalências identificadas nos sexos revelaram-se estatisticamente significativas (*p-value* <0,05) revelando maiores níveis de infeção em machos. Neste estudo, 56,1% (36/66) de *Rattus* spp. machos em Ponta Delgada estavam infetados por *Heterakis spumosa*. Quanto à intensidade média das infeções verificou-se que há diferenças significativas (*p-value* <0,05) entre macho e fêmeas, no total das amostras do estudo referentes às infeções de *Nippostrongylus brasiliensis* e *Hymenolepis* spp.. Nas infeções por *Nippostrongylus brasiliensis* os espécimes machos apresentaram uma maior intensidade média de infeção, cerca de duas vezes a das fêmeas. Quanto às infeções de *Hymenolepis* spp., revelou-se uma diferença significativa de maior carga parasitária das fêmeas no total das amostras e em Ponta Delgada (3,57, 3,58 parasitas por individuo, respetivamente) (Tabela 11 e 12).

Tabela 11 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de *Rattus* spp. consoante o sexo

Prevalência por sexo	Totalidade amostras			Amostras Lisboa			Amostras Ponta Delgada		
	χ^2	p	F	χ^2	p	F	χ^2	p	F
Espécie de parasita									
<i>Mastophorus muris</i>	1.242	0.265				1	1.961	0.161	
<i>Brachylaima</i> spp.			0.178			0.171			
<i>Hymenolepis</i> spp.	0	0.989				0.264	0.508	0.476	
<i>Moniliformis moniliformis</i>			0.699			1			0.649
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	0.001	0.970		0.124	0.725		0.121	0.728	
<i>Heterakis spumosa</i>	2.628	0.105		0.001	0.974		4.209	0.040	
<i>Syphacia</i> spp.	0.067	0.796		0.121	0.728				
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>			0.470			0.388			1
<i>Trichuris muris</i>			1						1
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	0.173	0.678				0.567	0.751	0.386	
<i>Calodium hepaticum</i>	0.005	0.945		0.194	0.660		0.155	0.694	

Legenda: χ^2 - teste Qui-Quadrado p - valor *p-value* F - valor *p-value* teste exato de Fisher

Tabela 12 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de *Rattus* spp. consoante o sexo

Intensidade por sexo	Totalidade amostras	Amostras Lisboa	Amostras Ponta Delgada
Espécie de parasita	p	p	p
<i>Mastophorus muris</i>	0,082	Inc. Calcular	0.113
<i>Brachylaima</i> spp.	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Hymenolepis</i> spp.	0.011	0.786	0.017
<i>Moniliformis moniliformis</i>	0.200	incac	0.2
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	0.003	0.419	0.003
<i>Heterakis spumosa</i>	0.305	0.492	0.102
<i>Syphacia</i> spp.	0.710	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Aspicularis Tetraptera</i>	0.857	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Trichuris muris</i>	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	0.804	0.667	1

Legenda: p - valor *p-value*

4.3.2 Análise estatística da influência da idade do hospedeiro

Mastophorus muris, *Hymenolepis* spp., *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa* e *Calodium hepaticum*, foram os parasitas que revelaram diferenças estatisticamente significativas nas prevalências de infeção consoante a idade (*p-value* <0,05). Uma observação interessante será a de *Heterakis spumosa* que, apesar de não ter diferença estatística significativa no total de amostras e em Ponta Delgada, obteve um *p-value* limite (=0,05) nas amostras de Lisboa, onde os adultos tiveram prevalência de 34,6% (18/52) e os juvenis 6,7% (1/15). Um caso semelhante foi o de *Calodium hepaticum* em Ponta Delgada com um *p-value* de 0,079, revelando uma tendência apesar de não significância. No entanto, na totalidade da amostra, nesta espécie de parasita houve de facto uma prevalência maior e estatisticamente significativa em adultos (55,8% - 82/145) face à prevalência em juvenis (34,3% - 12/35) (*p-value* <0,05). No que se refere a *Mastophorus muris*, por ter uma amostra reduzida em Lisboa não se considerou haver aí diferença entre as idades de *Rattus* spp.. Mas incluindo as restantes amostras de Ponta Delgada obteve-se, tanto na cidade açoriana como no total das amostras diferenças significativas (*p-value* <0,05), sendo a prevalência sempre maior em adultos. *Hymenolepis* spp., apresentando uma prevalência no total da amostra de 28,6% (42/147) em adultos e 8,6% (3/35) em juvenis, mostrou também ter influência estatisticamente significativa na sua prevalência de infeção conforme a idade dos espécimes de *Rattus* spp.. Referentemente a *Nippostrongylus brasiliensis* só se revelou haver significância nas diferenças de prevalência de infeção por idade na cidade de Ponta Delgada, onde os adultos tiveram uma prevalência de 88,4% (84/95) e os juvenis de 65%(14/20). Só *Nippostrongylus brasiliensis* revelou significância estatística (*p-value* <0,05) de influência da idade na intensidade de infeção, com intensidade média no total da amostra de 55,94 parasitas em adultos e 13,68 em juvenis, e em Lisboa médias de 36,24 e 7,25 respetivamente (Tabela 13 e 14).

Tabela 13 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de *Rattus* spp. consoante idade

Prevalência por Idade	Totalidade amostras			Amostras Lisboa			Amostras Ponta Delgada		
	χ^2	p	F	χ^2	p	F	χ^2	p	F
Espécie de parasita									
<i>Mastophorus muris</i>	8.338	0.004				1			0.006
<i>Brachylaima</i> spp.			0.348			0.400			
<i>Hymenolepis</i> spp.	6.076	0.014				0.672			0.19
<i>Moniliformis moniliformis</i>			1			0.776			1
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	2.682	0.101				0.769			0.016
<i>Heterakis spumosa</i>	2.624	0.105				0.050			0.811
<i>Syphacia</i> spp.			1			1			
<i>Aspicularis Tetraptera</i>			1			1			1
<i>Trichuris muris</i>			1						1
<i>Cysticercus fasciolaris</i>			0.376			1			0.735
<i>Calodium hepaticum</i>	5.231	0.022				0.372			0.079

Legenda: χ^2 - teste Qui-Quadrado p - valor *p-value* F - valor *p-value* teste exato de Fisher

Tabela 14 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de *Rattus* spp. consoante idade

Intensidade por idade	Totalidade amostras	Amostras Lisboa	Amostras Ponta Delgada
	p	p	p
Espécie de parasita			
<i>Mastophorus muris</i>	0,775	Inc. Calcular	0.818
<i>Brachylaima</i> spp.	1	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Hymenolepis</i> spp.	0.472	1	0.168
<i>Moniliformis moniliformis</i>	0.333	Inc. Calcular	0.4
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	<0.001	0.041	0.26
<i>Heterakis spumosa</i>	0.386	0.211	0.679
<i>Syphacia</i> spp.	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Aspicularis Tetraptera</i>	1	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Trichuris muris</i>	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	0.686	Inc. Calcular	0.732

Legenda: p - valor *p-value*

4.3.3 Análise estatística da influência da espécie do hospedeiro

Apresentando uma prevalência de 29,5% (36/122) em *Rattus norvegicus* e 15,7% (11/70) em *Rattus rattus* na totalidade das amostras, *Hymenolepis* spp. demonstrou uma diferença estatisticamente significativa (*p-value* <0,05) entre as espécies de murídeos, apesar de em cada cidade não terem obtido esse resultado. No caso de *Nippostrongylus brasiliensis* houve em todos os campos de amostra uma significância com *p* <0,05 em associação com a prevalência superior em *Rattus norvegicus*. Também na prevalência de *Heterakis spumosa* todos os campos amostrais revelaram um *p-value* <0,05 com uma prevalência superior em *Rattus norvegicus*. Quanto a *Syphacia* spp., tendo apenas sido detetada na espécie *Rattus rattus*, o resultado da estatística de significância foi relevante (*p-value* <0,05). *Cysticercus fasciolaris*, com prevalências superiores em *Rattus norvegicus* no total das amostras e em Ponta Delgada (16,4% (20/122) e 21,3% (19/89), respetivamente) revelou diferença estatística significativa (*p-value* <0,05) na intensidade de infeção consoante a espécie de roedor. No caso das prevalências de infeção por *Calodium hepaticum*, obteve-se apenas significância estatística (*p-value* <0,05) em Lisboa, onde este parasita foi mais prevalente em *Rattus norvegicus* (63,6% - 21/33). Deve ser notado que o valor de significância da prevalência no total das amostras está muito próximo de ser relevante e dar também importância à variável de espécie quando se fala em parasitismo hepático por *Calodium hepaticum* (*p*=0,056). A

espécie dos murídeos mostrou também ser uma variável de relevância (p -value <0,05) quanto à intensidade média de infecção dos parasitas *Nippostrongylus brasiliensis* e *Heterakis spumosa* no campo de amostra total, tendo *Rattus norvegicus* maior intensidade de parasitismo. No primeiro há significância estatística entre as espécies também na cidade de Ponta Delgada, e no segundo há essa significância também em Lisboa (Tabela 15 e 16).

Tabela 15 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de Rattus spp. consoante espécie

Prevalência por espécie	Totalidade amostras			Amostras Lisboa			Amostras Ponta Delgada		
	χ^2	p	F	χ^2	p	F	χ^2	p	F
Espécie de parasita									
<i>Mastophorus muris</i>	2.487	0,115				1	0.100	0.752	
<i>Brachylaima</i> spp.			1			1			
<i>Hymenolepis</i> spp.	4.578	0.032				1	1.875	0.171	
<i>Moniliformis moniliformis</i>			0.670			1			0.603
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	33.156	<0.001		17.637	<0.001		5.413	0.020	
<i>Heterakis spumosa</i>	48.478	<0.001		23.800	<0.001		22.009	<0.001	
<i>Syphacia</i> spp.	38.910	<0.001		23.432	<0.001				
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>			0.143			0.209			1
<i>Trichuris muris</i>			0.365				2.895	0.089	
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	8.033	0.005		0.197	0.657				0.003
<i>Calodium hepaticum</i>	3.643	0.056		13.819	<0.001		2.088	0.148	

Legenda: χ^2 - teste Qui-Quadrado p - valor p -value F - valor p -value teste exato de Fisher

Tabela 16 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de Rattus spp. consoante espécie

Intensidade por espécie	Totalidade amostras	Amostras Lisboa	Amostras Ponta Delgada
	p	p	p
Espécie de parasita			
<i>Mastophorus muris</i>	0,347	Inc. Calcular	0.205
<i>Brachylaima</i> spp.	1	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Hymenolepis</i> spp.	0.449	1	0.113
<i>Moniliformis moniliformis</i>	1	Inc. Calcular	1
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	<0.001	0.564	<0.001
<i>Heterakis spumosa</i>	0.005	0.019	0.105
<i>Syphacia</i> spp.	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	0.143	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Trichuris muris</i>	Inc. Calcular	Inc. Calcular	Inc. Calcular
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	0.485	1	Inc. Calcular

Legenda: p - valor p -value

4.3.1 Análise estatística da influência da cidade do hospedeiro

A cidade de captura é a variável de dependência das amostras que mais relevância tem na presença e prevalência dos parasitas identificados. Das 11 espécies de helmintes identificadas ao longo do estudo, em 6 foi verificada diferença estatisticamente significativa (p -value <0,05) para as suas prevalências consoante a cidade de captura. Essas 6 espécies são *Mastophorus muris*, *Hymenolepis* spp., *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp. e *Cysticercus fasciolaris*. De destacar ainda o caso de *Aspiculuris tetraaptera* que teve um valor de p -value para as diferenças na sua prevalência entre as cidades perto do limite de significância ($p=0,054$). Todos estes parasitas, com a exceção de *Syphacia* spp. tiveram maior prevalência em Ponta Delgada. No caso de *Syphacia* spp., foi um helminte que

não foi identificado na cidade de Ponta Delgada e áreas circundantes. Quanto às intensidades de infecção apenas *Nippostrongylus brasiliensis* demonstrou intensidades médias de infecção diferentes no que diz respeito à significância estatística de (p -value <0,05), com valores médios de intensidade superiores em Ponta Delgada (Tabela 17 e 18).

Tabela 17 - Testes Qui-quadrado e Exato de Fisher de prevalências de *Rattus* spp.

Prevalência por cidade	Totalidade amostras		
	χ^2	p	F
Espécie de parasita			
<i>Mastophorus muris</i>	47,813	<0,001	
<i>Brachylaima</i> spp.			0.139
<i>Hymenolepis</i> spp.	11.136	<0.001	
<i>Moniliformis moniliformis</i>			0.413
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	30.431	<0.001	
<i>Heterakis spumosa</i>	5.227	0.022	
<i>Syphacia</i> spp.	37.209	<0.001	
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>			0.054
<i>Trichuris muris</i>			1
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	6.037	0.014	
<i>Calodium hepaticum</i>	4.835	0.28	

Legenda: χ^2 - teste Qui-Quadrado p - valor p -value F - valor p -value teste exato de Fisher

Tabela 18 - Testes teste U de Mann-Whitney de intensidades de *Rattus* spp.

Intensidade por cidade	Totalidade amostras
Espécie de parasita	p
<i>Mastophorus muris</i>	0,237
<i>Brachylaima</i> spp.	Inc. Calcular
<i>Hymenolepis</i> spp.	0.111
<i>Moniliformis moniliformis</i>	0.667
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	0.011
<i>Heterakis spumosa</i>	0.757
<i>Syphacia</i> spp.	Inc. Calcular
<i>Aspiculuris Tetraptera</i>	0.643
<i>Trichuris muris</i>	Inc. Calcular
<i>Cysticercus fasciolaris</i>	0.718

Legenda: p - valor p -value

5 Discussão

5.1 Composição qualitativa

Todas as espécies de parasitas identificadas encontram-se já descritas e caracterizadas em todo o mundo. Das 28 espécies identificadas globalmente nas revisões de Gliga et al. (2020), Islam et al. (2020), e Chaisiri et al. (2010), não foram identificados neste estudo 18 delas. Na Península Ibérica, das 21 espécies descritas por Feliu et al. (1997), Fuentes et al. (2000) e Fuentes et al. (2004), 11 não foram identificadas neste estudo na cidade de Lisboa. Das 11 espécies identificadas ao longo desta análise, *Trichuris muris* foi a única que não foi observada em Lisboa. Em relação à revisão dos Açores, de Pereira (2009), que descreveu 12 espécies de helmintes ficaram por identificar nestes *Rattus* spp. de Ponta Delgada 4 espécies (*Syphacia* spp., *Aonchoteca anulosa*, *Eucoleus gastricus*, *Gongylonema neoplasticum*). No entanto foram identificadas 2 espécies (*Moniliformis moniliformis* e *Aspiculuris tetraptera*) que não foram ainda descritas nos Açores. Um resultado interessante é o de superior prevalência de *Heterakis spumosa* em Ponta Delgada face à prevalência de

Lisboa. Apesar de já ter sido descrita no arquipélago dos Açores, *Syphacia* spp. não foi identificada nas ratazanas dos Açores neste estudo. O aumento de prevalência de *Heterakis spumosa* e inexistência de *Syphacia* spp. segundo Jackson (2006) e Teixeira (2020) parece revelar um caso de *ecological release*. Este conceito retrata a compensação em prevalência de infecção de um parasita quando não está presente outro parasita competidor, caso de *Heterakis spumosa* e *Syphacia* spp. que co-habitam o intestino grosso dos murídeos.

5.2 Composição quantitativa

5.2.1 Influência do sexo do hospedeiro

O sexo pode ser um fator importante nas prevalências e intensidades parasitárias como sugerido por Himsforth et al. (2013), que refere que os machos por lutas territoriais, e lutas em épocas reprodutivas estão em contacto próximo com mais espécimes. No entanto também podem ser aumentados os alcances de ambos os sexos em épocas de escassez de recursos. Fêmeas em gestação ou recetivas podem ter o seu sistema imunitário suprimido o que as pode deixar mais suscetíveis a maior parasitismo. No caso deste estudo, apenas os machos de Ponta Delgada, tiveram maior prevalência de *Heterakis spumosa*, possivelmente explicado pelas sugestões de aumento do seu alcance territorial. Quanto às intensidades superiores de *Nippostrongylus brasiliensis* pode-se sugerir a mesma razão. No caso da maior intensidade de *Heterakis spumosa* em fêmeas de Ponta Delgada, estando elas num clima temperado marinho podem estar em épocas reprodutivas ao longo de todo o ano, diminuindo a sua capacidade de combate à infecção.

5.2.2 Influência da idade do hospedeiro

Também Himsforth et al. (2013) concluíram que as prevalências parasitárias podem ser influenciadas pela idade média da população, e não só pela idade dos espécimes. Tendo os *Rattus* spp. um ciclo de vida curto e atingindo a maturidade adulta em pouco tempo, será natural os ratos adultos possuírem prevalências parasitárias superiores. Quando um rato juvenil está parasitado pode deduzir-se que esteve em contacto com o parasita desde cedo, dando possibilidade a que se passasse o período de incubação e se desenvolvesse o parasita adulto. Os resultados deste estudo vão de encontro a essa dedução.

5.2.3 Influência da espécie do hospedeiro

Como referido por Feng e Himsforth (2014), apesar de também serem oportunistas, *Rattus rattus* têm maior seletividade na sua alimentação preferindo frutas e sementes, enquanto que *Rattus norvegicus* não têm seletividade específica no tipo de alimento estando assim sujeitos a maior diversidade de alimentos e consequentemente sujeitos a maior perigo de contaminação. Com isso, associado ao facto de *Rattus norvegicus* serem animais que

preferem ambientes mais próximos do chão, incluindo esgotos, para acesso a recursos alimentares (ambientes onde são despojados os lixos e restos humanos), em oposição à preferência de ambiente de elevação de *Rattus rattus*, pode-se concluir que de facto *Rattus norvegicus* estão mais expostos a risco de contaminação. Esta conclusão vai de encontro aos resultados acima apresentados de prevalência consoante a espécie de murídeo.

5.2.4 Influência da cidade de captura do hospedeiro

Himsworth et al. (2013) referiu que a geografia local pode ser um fator influenciador na ecologia dos ratos e dos seus parasitas e que as prevalências do mesmo parasita podem ser diferentes em localizações distintas. Essa diferença pode ser resultado dos diferentes tipos de habitat e ecossistemas. Cardoso (2011) sugere que um elevado número de espécies numa cidade é revelador da capacidade de sobrevivência dessas espécies. Como Lisboa é capaz de conservar os seus complexos ecossistemas (Santos et al. 2015), na qual estão as espécies comensais *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus*, considera-se natural terem sido identificadas 10 espécies de helmintes nesta cidade das 28 espécies relatadas na revisão mundial. No entanto como é a maior cidade do país, será espectável possuir um controlo de pragas mais intenso. Himsworth et al. (2013) referiu também que as atividades humanas poderão ter impacto sobre as populações de *Rattus* spp. e dos seus parasitas, nomeadamente através de envenenamento e armadilhagem. Na cidade de Ponta Delgada, o ambiente é consideravelmente mais rural segundo as descrições ambientais de Oliveira (2009). Feng e Himsworth (2014) reconhecem que apesar de comensais, as espécies de *Rattus* spp. estão bem adaptadas a um ambiente silvestre. Dada a riqueza ecológica dos ecossistemas açorianos, a falta de limitação territorial que aumenta o alcance dos murídeos, a quase ausência de competidores e predadores insulares, e o clima estável que permite taxas reprodutivas mais constantes levam a maiores densidades populacionais de ambas as espécies de *Rattus* spp. Têm assim, melhores condições e recursos para a sua disseminação e dos seus parasitas. De facto, os resultados obtidos suportam esta hipótese dadas as maiores prevalências parasitárias observadas nos espécimes de Ponta Delgada.

5.3 Potencial zoonótico

Dadas as suas características de adaptação à vida em proximidade com o Homem *Rattus* spp. são animais sinantrópicos. Para além disso são dos roedores mais ubíquos e uns dos mais difíceis de controlar quando atingem proporções de praga (Feng and Himsworth 2014; Galán-Puchades et al. 2018).

Como transportam parasitas com baixa especificidade, a infeção de um roedor pode causar infeção ao humano através de vários meios e hábitos: ingestão de carne com

processamento térmico insuficiente e contacto indireto com formas infetantes libertadas pelos murídeos, ou mesmo contacto direto.

Estando a população mundial a aumentar em áreas urbanas tal como as mudanças ambientais, que são umas das consequências do primeiro fator, há alteração da ecologia de diversos agentes patogénicos e dos seus vetores incluindo-se nesses agentes os helmintes zoonóticos transmitidos por *Rattus* spp.

Sendo Lisboa a maior cidade do país, servida por um porto com substancial tráfego marítimo originário de todo o mundo, estas espécies de murídeos apresentam-se como um importante fator de introdução de agentes zoonóticos na população humana (Clinton 1969). Isto porque, tal como referiu Daszak et al. (2001) e Polley (2005), a frequência de contacto entre a vida selvagem e humanos pode ser frequente, criando a oportunidade para a transmissão de zoonoses. No caso da cidade de Ponta Delgada, menos urbanizada, com um porto com menor tráfego marítimo, tem uma grande expressão de habitats rurais, havendo maior possibilidade de expressão de uma ecologia natural das cadeias de parasitismo, onde para além da influência humana, os fatores ecológicos têm grande expressão. No entanto como existe interação com o humano nesse ambiente rural, seja por praga direta no ambiente ou contacto indireto nos meios da indústria (principalmente de laticínios e produção pecuária), a transmissão de zoonoses é uma realidade que não pode ser negligenciada. Aliás, a ilha de São Miguel apresenta os mais altos níveis de leptospirose do país, 10 vezes superiores ao continente (Witmer et al. 2004).

O parasita *Brachylaima* spp. tem potencial zoonótico por infeção principalmente indireta, dado o seu ciclo biológico que tem como um dos seus hospedeiros intermediários, *Cornu aspersum* que é de consumo habitual pelos humanos. Não sendo de infeção comum em humanos, *Cysticercus fasciolaris* pode apresentar potencial zoonótico principalmente em Ponta Delgada onde teve prevalência de 15,8%. Quanto a *Hymenolepis* spp., a espécie *Hymenolepis nana* terá maior risco zoonótico por ser mais comum a infeção em humanos do que *Hymenolepis diminuta*, e neste caso em Ponta Delgada onde *Hymenolepis* spp. apresentou uma prevalência de 30%, não se devendo descurar a sua prevalência de 10% em Lisboa. *Moniliformis moniliformis*, apesar de apresentar baixa prevalência, poderá também apresentar risco zoonótico tanto por transmissão direta ou indireta, dado que o seu ciclo biológico envolve um hospedeiro intermediário que pode ser ingerido acidentalmente por humanos. O oxiurídeo *Syphacia* spp., apesar de não ter sido detetado em Ponta Delgada, em Lisboa apresenta uma prevalência considerável de 27,8% pelo que deve ser considerado com potencial zoonótico nesta cidade. *Trichuris muris* apesar de possuir baixa prevalência nas populações estudadas, é zoonótico e tem probabilidade de ser transmitido ao Homem. *Calodium hepaticum* também por apresentar prevalências elevadas nas populações de *Rattus* spp. tem sério risco zoonótico.

6 Conclusões

O objetivo deste estudo foi avaliar as prevalências parasitárias nas populações de *Rattus* spp. capturadas em duas cidades portuárias, avaliar quais os seus valores de dependência com as variáveis de idade, sexo, espécie e cidade de captura, avaliando ainda o seu potencial zoonótico. A amostra total foi composta por 192 espécimes, estando parasitados 89,1% (n=171). Foram no final descritas 11 espécies de parasitas helmintes: *Brachylaima* spp. (1 tremátode), *Hymenolepis* spp., *Cysticercus fasciolaris* (2 cestodes), *Moniliformis moniliformis* (1 acantocéfalo), *Mastophorus muris*, *Calodium hepaticum*, *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris*, e *Aspiculuris tetraptera* (7 nemátodes). Não tendo sido encontrada referência ao registo de espécimes de *Moniliformis moniliformis* e *Aspiculuris tetraptera* no arquipélago dos Açores, acredita-se que esta seja a primeira vez que estes são aí detetados. Identificou-se também um caso sugestivo de *ecological release* dada a maior prevalência de *Heterakis spumosa* e inexistência de *Syphacia* spp. em Ponta Delgada.

Quanto à prevalência de infeção apenas houve diferença entre a cidade de captura dos *Rattus* spp.. No que diz respeito à intensidade total de infeção foram detetadas diferenças entre as cidades de captura, as idades, os sexos e as espécies dos ratos.

Relativamente às prevalências e intensidades de cada parasita consoante cada variável de dependência (cidade de captura, idade, sexo e espécie) verificou-se que: entre sexos - *Heterakis spumosa* foi o único que apresentou diferenças significativas nas prevalências e *Nippostrongylus brasiliensis* e *Hymenolepis* spp. nas intensidades de infeção; entre idades – tiveram diferentes prevalências *Mastophorus muris*, *Hymenolepis* spp., *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa* e *Calodium hepaticum* e teve diferente intensidade apenas *Nippostrongylus brasiliensis*; entre espécies de hospedeiro - *Hymenolepis* spp., *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp., *Cysticercus fasciolaris* e *Calodium hepaticum* apresentaram diferentes prevalências e intensidades *Nippostrongylus brasiliensis* e *Heterakis spumosa*; entre cidades – as prevalências foram diferentes em infeções por *Mastophorus muris*, *Hymenolepis* spp., *Nippostrongylus brasiliensis*, *Heterakis spumosa*, *Syphacia* spp. e *Cysticercus fasciolaris* e as intensidades diferentes em infeções por, unicamente, *Nippostrongylus brasiliensis*.

Sendo os roedores *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* sinantrópicos e ubíquos, é de esperar que haja transmissão de agentes infecciosos ao humano incluindo helmintes zoonóticos. Lisboa, a capital e a maior cidade de Portugal com um porto marítimo de elevado tráfego, tem um ambiente ecológico favorável aos roedores e uma elevada concentração demográfica e por isso eleva o aumento da probabilidade de contacto entre os animais selvagens e os humanos, aumentando a probabilidade de transmissão zoonótica. Nos Açores,

apesar de um porto marítimo de menor trânsito, por haver ambientes rurais que propiciam o seguimento natural das relações parasitárias, maiores densidades populacionais de ratos (por ausência de competidores e menor número de predadores) foram observadas maiores prevalências parasitárias. Essas maiores prevalências aumentam também o potencial zoonótico dos parasitas. Os parasitas que identificados como zoonóticos são *Brachylaima* spp., *Cysticercus fasciolaris*, *Hymenolepis* spp., *Moniliformis moniliformis*, *Syphacia* spp., *Trichuris muris* e *Calodium hepaticum*.

Estando a disseminação de doenças zoonóticas associada a fatores ambientais, saúde animal e humana, será importante a comunicação entre vários setores da saúde animal, humana e ambiental para o seu controlo, associados a uma atuação, também importante, de setores geopolíticos e financeiros. Ao aumentar também a educação populacional, aumenta-se o alerta sobre estes agentes, facilitando os caminhos da vigilância sanitária.

7 Bibliografia

- Abdel-Gaber R. 2016. *Syphacia obvelata* (Nematode, Oxyuridae) infecting laboratory mice *Mus musculus* (Rodentia, Muridae): phylogeny and host-parasite relationship. *Parasitology research*. 115(3):975–985.
- Abdel-Gaber R, Abdel-Ghaffar F, Al Quraishy S, Morsy K, Saleh R, Mehlhorn H. 2018. Morphological re-description and 18 S RDNA sequence confirmation of the pinworm *Aspiculuris tetraptera* (Nematoda, Heteroxynematidae) infecting the laboratory mice *Mus Musculus*. *Journal of Nematology*. 50(2):117.
- Afonso-Roque M. 1989. Fauna helmintológica de vertebrados terrestres da Ilha de S. Miguel (Açores) [PhD Thesis]. Universidade dos Açores.
- Al-Rawas AY, Mirza MY, Shafiq MA, Al-Kindy L, others. 1977. First finding of *Moniliformis moniliformis* (Bremser 1811) Travassos 1915 (Acanthocephala: Oligacanthorhynchidae) in Iraq from human child. *Journal of Parasitology*. 63(2):396–397.
- Al-Tae E. 2016. Histological morphology and pathological changes in liver of rats naturally infected with larval stage *Cysticercus fasciolaris* of *Taeniae taeniaeformis*. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 40(2):26–30.
- Amaral JJ, Puchades-Pradas RM. 2008. Os roedores das ilhas Flores e Corvo: distribuição, fertilidade e morfometria. "XIII expedição científica do Departamento de Biologia" / Universidade dos Açores. p. 59-64.
- Anya A. 1966. Studies on the biology of some oxyurid nematodes. II. The hatching of eggs and development of *Aspiculuris tetraptera* Schulz, within the host. *Journal of Helminthology*. 40(3–4):261–268.
- Arai H. 2012. Biology of the Tapeworm *Hymenolepis diminuta*. Academic Press Inc, London
- Bradley CA, Altizer S. 2007. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in ecology & evolution*. 22(2):95–102.
- Bruschi F, Dupouy-Camet J. 2014. Helminth infections and their impact on global public health. Springer.:1-502.
- Butcher AR, Grove D. 2001. Description of the life-cycle stages of *Brachylaima cribbi* n. sp.(Digenea: Brachylaimidae) derived from eggs recovered from human faeces in Australia. *Systematic Parasitology*. 49(3):211–221.
- Butcher AR, Talbot GA, Norton RE, Kirk MD, Cribb TH, Forsyth JR, Knight B, Cameron AS. 1996. Locally acquired *Brachylaima* sp.(Digenea: Brachylaimidae) intestinal fluke infection in two South Australian infants. *Medical Journal of Australia*. 164(8):475–478.
- Camberis M, Le Gros G, Urban Jr J. 2003. Animal model of *Nippostrongylus brasiliensis* and *Heligmosomoides polygyrus*. *Current protocols in immunology*. 55(1):19–12.
- Cardoso MC. 2011. Biodiversidade urbana: selecção e caracterização de indicadores para Lisboa [MSc Thesis].Universidade de Lisboa
- Casanova J, Miquel J, Fons R, Molina X, Feliu C, Mathias M de L, Torres J, Libois R, Santos-Reis M, Collares-Pereira M, et al. 1996. On the helminthfauna of wild mammals (Rodentia, Insectivora and Lagomorpha) in Azores archipelago (Portugal). *Vie et Milieu/Life &*

Environment.:253–259.

Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawineti J, Bordes F, Herbreteau V, Morand S. 2010. Human-dominated habitats and helminth parasitism in Southeast Asian murids. *Parasitology Research*. 107(4):931–937.

Chaudhary A, Goswami U, Singh HS. 2016. Molecular characterization of *Nippostrongylus brasiliensis* (Nematoda: Heligmosomatidae) from *Mus musculus* in India. *The Korean Journal of Parasitology*. 54(6):743.

Clinton JM. 1969. Rats in urban America. *Public Health Reports*. 84(1):1.

Coomansingh-Springer C, Vishakha V, Acuna AM, Armstrong E, Sharma R. 2019. Internal parasitic burdens in brown rats (*Rattus norvegicus*) from Grenada, West Indies. *Heliyon*. 5(8):e02382.

Cunningham D, Moors P. 1983. Guide to the identification and collection of New Zealand rodents. New Zealand Wildlife Service, Department of Internal Affairs Wellington.

Cymbron R, Pacheco D, Gonçalves V, Cabral M, Cruz J, Raposeiro P, Costa A, Marques H, Domingos M, Nunes J, et al. 2006. Monitorização da qualidade das águas superficiais das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. In: *Proceedings 8º Congresso da Água*. p. 13–17.

Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta tropica*. 78(2):103–116.

Destoumieux-Garzón D, Mavingui P, Boetsch G, Boissier J, Darriet F, Duboz P, Fritsch C, Giraudoux P, Le Roux F, Morand S, et al. 2018. The one health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in veterinary science*.:14.

Dewi K. 2019. Scanning electron microscope observations of *Gongylonema neoplasticum* and *Heterakis spumosa*, nematode parasites of an endemic murine rodent from Sulawesi. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 308. IOP Publishing. p. 012066.

Dumont G-F. 2018. Urban Demographic Transition (La transition démographique urbaine). *Urban development issues*. 56.

Ekanayake S, Warnasuriya N, Samarakoon P, Abewickrama H, Kuruppuarachchi N, Dissanaikie A. 1999. An unusual 'infection' of a child in Sri Lanka, with *Taenia taeniaeformis* of the cat. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*. 93(8):869–873.

Esch GW, Shostak AW, Marcogliese DJ, Goater TM. 1990. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. *Parasite communities: patterns and processes*.:1–19.

Feliu C, Renaud F, Catzefflis F, Hugot J-P, Durand P, Morand S. 1997. A comparative analysis of parasite species richness of Iberian rodents. *Parasitology*. 115(4):453–466.

Feng AY, Himsforth CG. 2014. The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). *Urban Ecosystems*. 17(1):149–162.

Fuehrer H-P. 2014. An overview of the host spectrum and distribution of *Calodium hepaticum* (syn. *Capillaria hepatica*): part 2—Mammalia (excluding Muroidea). *Parasitology Research*. 113(2):641–651.

Fuehrer H-P, Igel P, Auer H. 2011. *Capillaria hepatica* in man—an overview of hepatic capillariosis and spurious infections. *Parasitology Research*. 109(4):969–979.

Fuentes M, Cerezuola A, Galán-Puchades M, others. 2000. A helminthological survey of small mammals (insectivores and rodents) in the Serra Calderona mountains (Valencian Community, Spain). *Research and Reviews in Parasitology*. 60(1/2):23–36.

Fuentes M, Sáez S, Trelis M, Galán-Puchades M, Esteban J. 2004. The helminth community of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus*, in the Sierra Espuña, Murcia, Spain. *Journal of Helminthology*. 78(3):219.

Fukumoto S, Ohbayashi M. 1989. Cuticular ridges pattern of *Nippostrongylus brasiliensis* (Travassos, 1914)(Nematoda: Heligmonellidae) in eight populations from *Rattus norvegicus* in Japan. *Journal of Rakuno Gakuen University Natural Science (Japan)*.

Gaitán-Espitia JD, Belen Arias M, Lardies MA, Nespolo RF. 2013. Variation in thermal sensitivity and thermal tolerances in an invasive species across a climatic gradient: lessons from the land snail *Cornu aspersum*. *PLoS One*. 8(8):e70662.

Galán-Puchades MT, Sanxis-Furió J, Pascual J, Bueno-Marí R, Franco S, Peracho V, Montalvo T, Fuentes MV. 2018. First survey on zoonotic helminthosis in urban brown rats (*Rattus norvegicus*) in Spain and associated public health considerations. *Veterinary parasitology*. 259:49–52.

Gérard C, Ansart A, Decanter N, Martin M-C, Dahirel M. 2020. *Brachylaima* spp.(Trematoda) parasitizing *Cornu aspersum* (Gastropoda) in France with potential risk of human consumption. *Parasite*. 27.

Gibson DI. 2010. Nature and classification of parasitic helminths. *Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections*.:4367-4393.

Gliga DS, Pisanu B, Walzer C, Desvars-Larrive A. 2020. Helminths of urban rats in developed countries: a systematic review to identify research gaps. *Parasitology Research*. 119(8):2383–2397.

Gracenea M, Gállego L. 2017. Brachylaimiasis: *Brachylaima* spp.(Digenea: Brachylaimidae) metacercariae parasitizing the edible snail *Cornu aspersum* (Helicidae) in Spanish public marketplaces and health-associated risk factors. *Journal of Parasitology*. 103(5):440–450.

Gracenea M, González-Moreno O. 2002. Life cycle of *Brachylaima mascomai* n. sp.(Trematoda: Brachylaimidae), a parasite of rats in the Llobregat Delta (Spain). *Journal of Parasitology*. 88(1):124–133.

Gupta N, Gupta DK, Kumar S, Gupta V. 2021. Scanning electron microscopy of *Cysticercus fasciolaris* (larval *Taenia taeniaeformis* Batsch, 1786) from the wild rat, *Rattus rattus* Linnaeus, 1758, morpho-physiology and risk to human health. *Annals of Parasitology*. 67(1).

Haley AJ. 1961. Biology of the rat nematode *Nippostrongylus brasiliensis* (Travassos, 1914). I. Systematics, hosts and geographic distribution. *The Journal of Parasitology*. 47(5):727–732.

Hernández WC, Morán D, Villatoro F, Rodríguez M, Álvarez D. 2020. Zoonotic gastrointestinal helminths in rodent communities in southern Guatemala. *Journal of Parasitology*. 106(3):341–345.

Himsworth CG, Parsons KL, Jardine C, Patrick DM. 2013. Rats, cities, people, and pathogens: a systematic review and narrative synthesis of literature regarding the ecology of rat-associated zoonoses in urban centers. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 13(6):349–359.

Hurst RJ, Else KJ. 2013. *Trichuris muris* research revisited: a journey through time. *Parasitology*. 140(11):1325–1339.

Islam MM, Farag E, Hassan MM, Bansal D, Awaidy SA, Abubakar A, Al-Romaihi H, Mkhize-Kwitshana Z. 2020. Helminth Parasites among rodents in the Middle East Countries: a systematic review and meta-analysis. *Animals*. 10(12):2342.

Islam MM, Farag E, Mahmoudi A, Hassan MM, Atta M, Mostafavi E, Alnager IA, Farrag HA, Eljack GEA, Bansal D, et al. 2021. Morphometric Study of *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, and *Rattus rattus* in Qatar. *Animals*. 11(8):2162.

Ito A, Budke CM. 2021. Perspectives on intestinal tapeworm infections: An evaluation of direct and indirect life-cycles with a special emphasis on species of *Hymenolepis*. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*. 1:100023.

Jackson J, Pleass R, Cable J, Bradley J, Tinsley R. 2006. Heterogenous interspecific interactions in a host–parasite system. *International Journal for Parasitology*. 36(13):1341–1349.

Khalaf AK, Furhan Swadi B, Mahmoudvand H. 2020. Morphological characterization of *Moniliformis moniliformis* isolated from an Iraqi patient. *Journal of Parasitic Diseases*. 45:128-130

Khalaf AK. 2021. Isolation of *Moniliformis moniliformis* parasite from Brown Rats (*Rattus norvegicus*) in South of Iraq. *Annals of Tropical Medicine & Public Health*.:108-113

Khlyap L, Warshavsky A. 2010. Synanthropic and agrophilic rodents as invasive alien mammals. *Russian Journal of Biological Invasions*. 1(4):301–312.

Kiran S. 2017. Interactions between *Cysticercus Fasciolaris* and common rats. *Flora and Fauna*. 23(2):453-456

Klementowicz JE, Travis MA, Grecis RK. 2012. *Trichuris muris*: a model of gastrointestinal parasite infection. In: *Seminars in immunopathology*. Vol. 34. Springer. p. 815–828.

Kosoy M, Khlyap L, Cosson J-F, Morand S. 2015. Aboriginal and invasive rats of genus *Rattus* as hosts of infectious agents. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 15(1):3–12.

Lytvynets A, Langrová I, Lachout J, Vadlejch J, Fučíková A, Jankovská I. 2010. Drinking water ivermectin treatment for eradication of pinworm infections from laboratory rat colonies. *Helminthologia*. 47(4):233–237.

Mackenstedt U, Jenkins D, Romig T. 2015. The role of wildlife in the transmission of parasitic zoonoses in peri-urban and urban areas. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 4(1):71–79.

Majeed SA, AlAmery AM. 2021. Morphological and Molecular Study of *Hymenolepis* Sp. From House Rats in Baghdad/Iraq through Mitochondrial Cox1 and ITS1 Gene PCR Analysis. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*.:15995–16009.

McCormick M. 2003. Rats, communications, and plague: toward an ecological history. *Journal of Interdisciplinary History*. 34(1):1–25.

McGarry J, Higgins A, White N, Pounder K, Hetzel U. 2015. Zoonotic Helminths of Urban Brown Rats (*Rattus norvegicus*) in the UK: Neglected Public Health Considerations? *Zoonoses and Public Health*. 62(1):44–52.

Medeiros F, Mântua P, Portela N, Furtado M, Magalhães B, Teixeira B, Fonseca A. 2010. Conservação dos vertebrados terrestres na ilha de Santa Maria. *XIV expedição científica do Departamento de Biologia" / Universidade dos Açores*. p. 49-58.

Morand S, Bordes F, Chen HW, Claude J, Cosson JF, Galan M, Czirjak GA, Greenwood AD, Latinne A, Michaux J, et al. 2015. Global parasite and *Rattus* rodent invasions: The consequences for rodent-borne diseases. *Integrative Zoology*. 10(5):409–423.

Morand S, Krasnov BR, Poulin R. 2007. Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Springer.

Moudgil AD, Singla LD, Gupta K, Daundkar PS, Vemu B. 2016. Histopathological and morphological studies on natural *Cysticercus fasciolaris* infection in liver of Wistar rats. *Journal of Parasitic Diseases*. 40(2):255–258.

Nakao M, Waki T, Sasaki M, Anders JL, Koga D, Asakawa M. 2017. *Brachylaima ezohelicis* sp. nov. (Trematoda: Brachylaimidae) found from the land snail *Ezohelix gainesi*, with a note of an unidentified *Brachylaima* species in Hokkaido, Japan. *Parasitology International*. 66(3):240–249.

Nascimento MR. 2018. Conectividade das áreas verdes na cidade de Lisboa para a fauna [MSc Thesis]. Universidade Nova de Lisboa

Neupane B, Miller A, Evans A, Olsson G, Höglund J. 2020. Seasonal variation of *Mastophorus muris* (Nematoda: Spirurida) in the water vole *Arvicola amphibius* from southern Sweden. *Journal of Helminthology*. 94.

Oliveira G. 2009. Caracterização e monitorização das classes de uso do solo na área de intervenção do Plano de Ordenamento da orla Costeira da Costa Sul da Ilha de S. Miguel com recurso à detecção remota por satélite. In: 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde. p. 76–86.

Perec-Matysiak A, Okulewicz A, Hildebrand J, Zalesny G. 2006. Helminth parasites of laboratory mice and rats. *Wiadomości Parazytologiczne*. 52(2).

Pereira VMM. 2009. Estudo da helmintofauna de *Mus musculus* (Rodentia) em São Miguel (Açores): factores indutores de diversidade e potencial zoonótico [MSc Thesis]. Universidade de Lisboa

Polley L. 2005. Navigating parasite webs and parasite flow: emerging and re-emerging parasitic zoonoses of wildlife origin. *International journal for parasitology*. 35(11–12):1279–1294.

Poulin R. 2006. Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology*. 132(1):143–151.

Premaalatha B, Chandrawathani P, Tan P, Tharshini J, Jamnah O, Ramlan M, NOR IS. 2016. *Taenia taeniaeformis* in wild rats. *Malaysian J Vet Res.* 7:21–23.

Rabiee MH, Mahmoudi A, Siahsarvie R, Kryštufek B, Mostafavi E. 2018. Rodent-borne diseases and their public health importance in Iran. *PLoS neglected tropical diseases.* 12(4):e0006256.

Ribas A, Bellocq J, Ros A, Ndiaye P, Miquel J. 2013. Morphometrical and genetic comparison of two nematode species: *H. spumosa* and *H. dahomensis* (Nematoda, Heterakidae). *Acta Parasitologica.* 58(3):389–398.

Robles M del R, Cutillas C, Panei CJ, Callejón R. 2014. Morphological and molecular characterization of a new *Trichuris* species (Nematoda-Trichuridae), and phylogenetic relationships of *Trichuris* species of cricetid rodents from Argentina. *PLoS One.* 9(11):e112069.

Rojas M del C, Digiani M. 2003. First record of *Mastophorus muris* (Gmelin, 1790)(Nematoda: Spiruroidea) from a wild host in South America. *Parasite.* 10(4):375–378.

Rosalino LM, Torres J, Santos-Reis M. 2006. A survey of helminth infection in Eurasian badgers (*Meles meles*) in relation to their foraging behaviour in a Mediterranean environment in southwest Portugal. *European Journal of Wildlife Research.* 52(3):202–206.

Santos M, Cruz CS, Alves FL, Metelo I, Bogalho V, Pereira HM, da Luz Mathias M, Cardoso MC, Almeida J, Sousa M, et al. 2015. Biodiversidade na Cidade de Lisboa: uma estratégia para 2020| Documento técnico.

Scott ME, Gibbs HC. 1986. Long-term population dynamics of pinworms (*Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera*) in mice. *The Journal of parasitology.*:652–662.

Shaheen MN. 2022. The concept of one health applied to the problem of zoonotic diseases. *Reviews in Medical Virology.*:e2326.

Sharma R, Tiwari K, Birmingham K, Armstrong E, Montanez A, Guy R, Sepulveda Y, Mapp-Alexander V, DeAllie C. 2017. *Cysticercus fasciolaris* in brown rats (*Rattus norvegicus*) in Grenada, West Indies. *Journal of Parasitology Research.* 2017.

Shiels AB. 2010. Ecology and impacts of introduced rodents(*Rattus* spp. and *Mus musculus*) in the Hawaiian islands. *Dissertation Abstracts International.* 72(05).

Sood S. 2018. *Hymenolepis nana* infection in laboratory rats: A case report. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 6.4: 1202-1204.

Sousa J, Carvalho E, Levenhagen M, Chaves L, Costa-Cruz J. 2016. Diagnosis of the pinworm *Syphacia muris* in the Wistar rat *Rattus norvegicus*. *Journal of Helminthology.* 90(1):117–120.

Špakulová M, Casanova J, Guillén NL, Kral'ova I. 2000. A karyological study of the spirurid nematode *Mastophorus muris* (Nematoda: Spirocercidae). *Parasite.* 7(3):173–177.

Stěrba J, Barus V. 1976. First record of *Strobilocercus fasciolaris* (Taenidae-larvae) in man. *Folia parasitologica.* 23(3):221–226.

Swain K, Routray A, Panigrahi S, Rath AP, Sahoo S, Ganguly S. 2016. *Nippostrongylus brasiliensis*, an experimental model: a review. *International Journal.* 2(2):37.

Tattersall F, Nowell F, Smith R. 1994. A review of the endoparasites of wild house mice *Mus domesticus*. *Mammal Review*. 24(2):61–71.

Teixeira AAM, Riul P, Brito SV, Araujo-Filho JA, Teles DA, de Oliveira Almeida W, Mesquita DO. 2020. Ecological release in lizard endoparasites from the Atlantic Forest, northeast of the Neotropical Region. *Parasitology*. 147(4):491–500.

Thompson R. 2015. Neglected zoonotic helminths: *Hymenolepis nana*, *Echinococcus canadensis* and *Ancylostoma ceylanicum*. *Clinical Microbiology and Infection*. 21(5):426–432.

Thompson RA. 2013. Parasite zoonoses and wildlife: one health, spillover and human activity. *International journal for parasitology*. 43(12–13):1079–1088.

Turner JA. 1975. Other cestode infections. *Diseases transmitted from animals to man*. 6th ed.: 708-744

Ventriglio A, Torales J, Castaldelli-Maia JM, De Berardis D, Bhugra D. 2021. Urbanization and emerging mental health issues. *CNS spectrums*. 26(1):43–50.

Vieira CP. 2007. Estrutura ecológica em ilhas: o caso de S. Miguel [MSc Thesis]. Universidade dos Açores.

Vukićević-Radić OD, Kataranovski D, Kataranovski M. 2007. First record of *Mastophorus muris* (Gmelin, 1790)(Nematoda: Spiruroidea) in *Mus musculus* from the suburban area of Belgrade, Serbia. *Archives of Biological Sciences*. 59(1):1–2.

Walker R, Carvalho-Pereira T, Serrano S, Pedra G, Hacker K, Taylor J, Minter A, Pertile A, Panti-May A, Carvalho M, et al. 2017. Factors affecting carriage and intensity of infection of *Calodium hepaticum* within Norway rats (*Rattus norvegicus*) from an urban slum environment in Salvador, Brazil. *Epidemiology & Infection*. 145(2):334–338.

Weaver HJ, Monks S, Gardner SL. 2016. Phylogeny and biogeography of species of *Syphacia* Seurat, 1916 (Nemata: Oxyurida: Oxyuridae) from the Australian bioregion. *Australian Journal of Zoology*. 64(2):81–90.

Wertheim G. 1962. A study of *Mastophorus muris* (Gmelin, 1790)(Nematoda: Spiruridae). *Transactions of the American Microscopical Society*. 81(3):274–279.

WHO. 2022. The control of neglected zoonotic diseases: community based interventions for NZDs prevention and control. [accessed 2022 Apr 2]. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241502528>.

Witmer GW, Martins H, Flor L. 2004. Leptospirosis in the Azores: The rodent connection. In: *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*. Vol. 21.

Zaleśny G, Hildebrand J, Popiołek M. 2010. Molecular identification of *Heterakis spumosa* Schneider, 1866 (Nematoda: Ascaridida: Heterakidae) with comparative analysis of its occurrence in two mice species. In: *Annales Zoologici*. Vol. 60. Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences. p. 647–655.