



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Curso de Graduação Farmácia-Bioquímica**

Jonatha França Nereu

Revisão bibliográfica: *Ascaris lumbricoides* e a Ascariíase

Araraquara, SP

2023

Jonatha França Nereu

Revisão bibliográfica: *Ascaris lumbricoides* e a ascaridíase

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Farmacêutico Bioquímico.

Orientador: Prof. Dr. João Aristeu da Rosa

Coorientador: Tiago Belintani

Araraquara, SP

2023

N444r Nereu, Jonatha França.
Revisão bibliográfica: *Ascaris lumbricoides* e a ascaridíase / Jonatha França Nereu. – Araraquara, 2023.
64 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Cursos (Graduação – Farmácia Bioquímica) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

Orientador: João Aristeu da Rosa.
Coorientador: Tiago Belintani.

1. Geo-helminíase. 2. Doenças negligenciadas. 3. COVID-19. 4. Coinfecção. 5. Revisão. I. Rosa, João Aristeu da, orient. II. Belintani, Tiago, coorient. III. Título.

DEDICATÓRIA

Não poderia dedicar este trabalho, que simboliza o último passo da minha graduação, a outra pessoa que não fosse minha avó, aquela que esteve ao meu lado desde os primeiros passos da minha vida, dos primeiros passos literais até os figurados.

É engraçado dedicar um trabalho de conclusão de curso em farmácia para minha avó, visto que é a pessoa mais hipocondríaca que eu conheço na vida, o que no final do dia acabou sendo um grande aprendizado e de grande valia para minha formação como profissional, podendo entender algumas das complexidades do uso irracional de medicamentos e a importância de combater essa prática através da informação.

À minha avó Dirce Lucio Correia, uma força da natureza.

AGRADECIMENTOS

À instituição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP, e a todos os professores que fazem parte do seu corpo docente, obrigado pela luta constante em manter nossa universidade no mais alto nível de qualidade de ensino, mesmo quando o contexto do país desmoralizou nossas atividades, não reconheceu a importância da universidade pública e banalizou a informação baseada na ciência.

Ao Prof. Dr. João Aristeu da Rosa, um agradecimento especial não só por aceitar a orientação do meu trabalho de conclusão de curso e pela proposta do tema, mas também pelo que fez e faz em nome da universidade pública e da propagação do conhecimento. Ao meu coorientador Tiago Belintani, agradeço por dispor seu tempo, que hoje faz parte dos nossos bens preciosos, para me dar suporte contínuo no desenvolvimento desta atividade, além das palavras encorajadoras e do incentivo neste período.

À minha família, agradeço minha avó e minha mãe, Dirce e Cristiana, por estarem sempre ao meu lado e por me ensinarem o que é o amor. Minhas tias, Rosangela e Silvia, que sempre me apoiaram, especialmente durante minha graduação, e me ensinam como deve ser um humano exemplar. E a meu pai, Altair, que mesmo com todas suas complexidades me deu o suporte necessário para minha formação.

À República Só Capim, minha família em Araraquara, obrigado pela oportunidade de aprendermos juntos sobre tantos aspectos da vida, por serem combustível quando necessário e por realmente terem tornado os meus anos na terra do sol, os melhores da minha vida.

Aos meus amigos, Alessandro Rosini, Arthur Hatae, Beatriz Brighenti, Beatriz Meduqui, Gabriela Calvo e Gabriella Yukie, muito obrigado por toda a parceria e auxílio durante a graduação, sem vocês esse período teria sido nebuloso.

RESUMO

A ascaridíase é a helmintíase mais recorrente do mundo, ela é causada pelo *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758), um geo-helminto que se relaciona de forma parasitária com os seres humanos. Embora a ascaridíase não tenha altas taxas de mortalidade, ela requer bastante atenção pois afeta diretamente a qualidade de vida dos parasitados, podendo afetar o desenvolvimento de crianças, que por sua vez é a população mais afetada e suscetível à doença. Trata-se de uma doença negligenciada, muito por conta de acometer principalmente pessoas pobres e de países tropicais e subdesenvolvidos, já que esses possuem as condições ideais para o desenvolvimento do parasita. É por conta dessa negligência e da relevância da doença para a saúde pública que se justifica a elaboração de uma revisão das informações encontradas na literatura a respeito dela, reunindo os seus sintomas e consequências, métodos de diagnóstico, tratamento, prevenção, medidas de controle da sua disseminação, ciclo de vida e informações morfológicas do parasita. Também é levado em consideração o período de pandemia da COVID-19, causada pelo SARS-CoV-2, buscando informações dos efeitos da coinfeção entre o este vírus e o *A. lumbricoides* na resposta imunológica do corpo humano. Esta pandemia tornou maior a ruptura da desigualdade social, que é outro fator de suscetibilidade da ascaridíase, por isso é importante ter helmintíases como está controladas para que não venham a ser um desafio, ainda maior, diante de situações como a vivida pela humanidade a partir do final de 2019. Este é um estudo de revisão bibliográfica com abordagem qualitativa, onde as informações foram recuperadas de ferramentas de pesquisa disponíveis na internet como o Scielo, Pubmed e Google Acadêmico. As informações reunidas neste trabalho levam a clara conclusão de que é preciso que a comunidade volte mais atenção à ascaridíase e a população afetada por ela, buscando novos medicamentos através da conscientização da indústria farmacêutica e bases de dados para acompanhamento constante da doença, principalmente no Brasil. É preciso também elucidar o impacto de uma helmintíase preexistente nos casos de COVID-19 e na gravidade deles.

Palavras-chave: Geo-helmintíase; Doenças negligenciadas; COVID-19; Coinfeção; Revisão.

ABSTRACT

Ascariasis is the most recurrent helminthiasis in the world, caused by *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758), a geohelminth that relates to humans in a parasitic manner. Although ascariasis does not have high mortality rates, it requires significant attention as it directly affects the quality of life of those infected, potentially influencing the development of children, who in turn are the most affected and susceptible population. It is a neglected disease, largely due to its impact primarily on impoverished individuals in tropical and underdeveloped countries, which provide ideal conditions for the parasite's development. Because of this negligence and the disease's relevance to public health, justifying the need for a review of information found in the literature regarding it, gathering its symptoms and consequences, diagnostic methods, treatment, prevention, measures to control its dissemination, life cycle, and morphological information of the parasite. The ongoing COVID-19 pandemic, caused by SARS-CoV-2, is also taken into consideration, seeking information on the effects of coinfection between this virus and *A. lumbricoides* on the human body's immune response. This pandemic has exacerbated social inequality, which is another susceptibility factor for ascariasis. Therefore, it is important to have helminthiasis like this under control, so they do not become an even greater challenge in situations such as the one humanity has been experiencing since late 2019. This is a bibliographic review study with a qualitative approach, where information was retrieved from research tools available on the internet, such as Scielo, PubMed, and Google Scholar. The information gathered in this work leads to the clear conclusion that the community needs to pay more attention to ascariasis, and the population affected by it, seeking new medications through raising awareness within the pharmaceutical industry and databases for constant disease monitoring, especially in Brazil. It is also necessary to elucidate the impact of a preexisting helminthiasis on COVID-19 cases and their severity.

Keywords: Geohelminthiasis; Neglected diseases; COVID-19; Coinfection; Review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferença entre a fêmea e o macho adulto do <i>A. lumbricoides</i>	21
Figura 2 – Tipos de ovos do <i>A. lumbricoides</i>	22
Figura 3 – Ciclo de vida do <i>A. lumbricoides</i>	24
Figura 4 – Algoritmo de controle das geohelmintíases.....	43
Figura 5 – Distribuição geográfica da ascaridíase.....	46
Figura 6 – Distribuição geográfica da ascaridíase no Brasil.....	48
Figura 7 – Casos positivos de COVID-19 no mundo.....	51
Figura 8 – Óbitos causados pela COVID-19 ao redor do mundo.....	52
Figura 9 – Casos positivos de COVID-19 no Brasil.....	52
Figura 10 – Óbitos causados pela COVID-19 no Brasil.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais SNP no gene da β -tubulina associadas a resistência dos benzimidazóis.....	37
Quadro 2 – Órgãos afetados por <i>Ascaris</i> erráticos e suas consequências.....	39
Quadro 3 – Prevalência média nacional de ascaridíase em alguns países endêmicos	45
Quadro 4 – Gravidade dos sintomas da causados pela infecção do SARS-CoV-2.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AADs: Aminoacetonitrila

ANTs: Adenine Nucleotide Translocators (Translocadores de Nucleotídeo de Adenina)

AP: Antes do presente

CDC: Centers for Disease Control and Prevention (Centros de Controle e Prevenção de Doenças)

CNN: Convolutional Neural Network (Rede Neural Convolucional)

ELISA: Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Ensaio Imunoenzimático por Ligação)

Fiocruz: Fundação Oswaldo Cruz

GAHI: Global Atlas of Helminth Infection (Atlas Global de Infecção por Helminetos)

GVS-MS: Guia de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde

HIV: Infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana

ICTV: International Committee on Taxonomy of Viruses (Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus)

IDWSD: International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (Década Internacional de Abastecimento de Água potável e Saneamento)

MS: Ministério da Saúde

NTZ: Nitazoxanida

OMS: Organização Mundial de Saúde

PF1022A: Ciclo-octadepsipeptídeo

PHQ: Paraherquamida

RAM: Reação Adversa á Medicamento

RAS: Rede de Atenção à Saúde

RENAME: Relação Nacional de Medicamentos Essenciais

SIDA: Síndrome da Imunodeficiência Adquirida

SNP: Single Nucleotide Polymorphisms (Polimorfismos de Nucleotídeo Único)

UBS: Unidade Básica de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO.....	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 JUSTIFICATIVA	16
4 METODOLOGIA.....	17
5 REVISÃO DA LITERATURA	18
5.1 <i>Ascaris lumbricoides</i>	18
5.1.1 Morfologia.....	19
5.1.1.1 Vermes adultos	20
5.1.1.2 Ovos.....	21
5.1.2 Reprodução e ciclo de vida	22
5.2 Ascaridíase.....	25
5.2.1 Sintomatologia e complicações	26
5.2.2 Diagnóstico.....	28
5.2.2.1 Método de sedimentação espontânea.....	29
5.2.2.2 Método de Kato Katz.....	30
5.2.2.3 Exame direto a fresco.....	31
5.2.2.4 Diagnóstico automático utilizando Redes Neurais Convolucionais	31
5.2.2.5 Outros exames	32
5.2.3 Tratamento	33
5.2.3.1 Tratamento medicamentoso.....	33
5.2.3.2 Desenvolvimento de novos fármacos e medicamentos para o tratamento da ascaridíase	36
5.2.4 Ascaridíase ectópica	39

5.2.5 Transmissão e prevenção	40
5.2.5.1 Estratégia de controle do Ministério da Saúde Brasileiro	43
5.3 Epidemiologia.....	44
5.3.1 No mundo.....	44
5.3.2 No Brasil.....	47
5.3.3 Arqueoparasitologia.....	49
5.4 A pandemia de COVID-19.....	50
5.4.1 Sistema imunológico diante da coinfeção de <i>A. lumbricoides</i> e SARS-Cov-2.....	53
5.4.2 O uso irracional de antiparasitários durante a pandemia de COVID-19.....	55
6 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Considerado um geo-helminto, o *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758) é um helminto do filo Nematoda, classificado assim devido a suas características morfológicas, como o corpo alongado e cilíndrico. Este parasita requer bastante atenção já que é o causador da helmintíase mais recorrente do mundo, a Ascaridíase, estudos apontam que havia a possibilidade de 819 milhões de pessoas estarem infectadas no mundo em 2010, 11,84% da população mundial na época. A ascaridíase possui maior prevalência em locais com clima quente e tem relação direta com a falta de saneamento básico e consequentemente com a desigualdade social. Logo, países em desenvolvimento e em regiões tropicais, como o Brasil, precisam sempre ter essa helmintíase em seu radar, para que estratégias sejam tomadas visando a redução de infectados e a erradicação do parasita, tendo esta parasitose sempre como uma pauta de saúde pública (Crompton, 2001, Brasil, 2004, Neghina *et al.* 2012; Pullan *et al.*, 2014).

O ciclo do *A. lumbricoides* é iniciado quando uma pessoa infectada excreta os ovos embrionados através de suas fezes e contamina o ambiente, como por exemplo algum reservatório de água, que futuramente pode contaminar algum alimento devido a uma irrigação e este alimento ser consumido. O parasita possui vários estágios de vida, inicialmente como ovos, mudas de larva diferentes e cada vez mais próximas do amadurecimento, por fim chegam a sua forma adulta onde passam a copular e dar origem a novos ovos. Durante esses estágios o parasita tem contato com a terra, e por isso é classificado como um geo-helminto, passa por diversos órgãos do corpo humano e quando adultos se alojam no intestino do hospedeiro. Vale lembrar que os ovos deste parasita podem ser carregados de forma mecânica, ou seja, através da ação do vento, aves e insetos, o que não significa que são hospedeiros do parasita, já que o *A. lumbricoides* é monoxênico (Patriarcha, 2012; CDC, 2019; Arli, 2001).

Quanto aos sintomas, já no início da infecção durante a migração das larvas podemos ter sinais no fígado como sangramento, necrose e fibrose, embora esses não sejam sintomas típicos desta infecção, nos pulmões pode causar a Síndrome de Loeffler, além de quadros de tosse com sangue e larvas sendo expelidas, em alguns casos. Já quando estão no intestino, devido a ação espoliadora das larvas, o indivíduo infectado pode ter sérios problemas de nutrição, podem ocorrer casos de obstrução parcial ou total do intestino dependendo da quantidade de larvas ali

presente. E ainda há sintomas causados pela atividade do sistema imunológico diante de tal infecção, como urticária e edemas (Andrade *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2019).

O diagnóstico clínico não permite a diferenciação deste com outros helmintos, o que requer um diagnóstico laboratorial, procurando os ovos nas fezes do paciente (Brasil, 2004; Oliveira, 2020).

Quanto ao tratamento medicamentoso, temos vários medicamentos disponíveis no mercado, os principais utilizados são o albendazol e o mebendazol, o primeiro é administrado em dose única e o segundo duas vezes ao dia durante três dias, ambos com dose dependente do peso do paciente. Em alguns casos, raros, de obstrução intestinal pode ser preciso uma intervenção cirúrgica (Andrade *et al.*, 2010; Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

A melhor medida de profilaxia da ascaridíase é através do saneamento básico, interrompendo o ciclo do parasita antes que ele consiga infectar o ser humano. Por isso na maioria das vezes esta é uma patologia que acomete principalmente populações com menor poder aquisitivo e de vulnerabilidade socioeconômica, já que as condições de saneamento destas populações são precárias e muitas vezes negligenciadas. Um método específico de controle desta helmintíase é através do uso de medicamentos de forma massal em crianças com idade escolar (Asaolu e Ofoezie, 2003; Silva *et al.*, 2019).

No final de 2019 tivemos o início da pandemia de COVID-19, que em pouco tempo se tornou um grande problema não só de saúde como em todos os aspectos sociais, representando um grande desafio para a humanidade. Quase 7 milhões de óbitos foram causados pela doença em 4 anos (Hassanpour e Nikbakht, 2021; WHO, 2023).

A coinfeção causada pelo *A. lumbricoides* e pelo SARS-CoV-2 pode aumentar a morbidade e mortalidade diante da COVID-19, assim como a eficácia de vacinas em pessoas com infecções helmínticas preexistentes. Embora alguns autores defendam teorias contraditórias de que o ambiente imunológico induzido pelo *A. lumbricoides* possa ter efeito atenuante na gravidade da COVID-19 (Scott, 2008; Abdoli, 2020; Hays *et al.*, 2020).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise aprofundada das publicações científicas disponíveis nas bases de dados Scielo, Pubmed e Google Acadêmico, abordando o *A. lumbricoides* e a ascaridíase, com o propósito de contribuir significativamente para o entendimento desta doença.

2.2 Objetivos específicos

1. Conduzir uma revisão bibliográfica abrangente da literatura científica relacionada ao *A. lumbricoides*, incorporando estudos publicados em ambos os idiomas, português e inglês;
2. Identificar a prevalência da ascaridíase e realizar uma análise minuciosa da sua distribuição geográfica, tanto no contexto nacional brasileiro quanto globalmente;
3. Investigar de forma detalhada os fatores ambientais e socioeconômicos que desempenham um papel significativo na transmissão da ascaridíase;
4. Analisar e discutir criticamente a ascaridíase, considerando especialmente o impacto do período de pandemia da COVID-19, explorando as possíveis interações e implicações para a saúde pública.

3 JUSTIFICATIVA

Embora a ascaridíase seja a helmintíase mais recorrente do mundo e tenha ampla distribuição geográfica ainda assim é uma doença negligenciada, muito por conta das pessoas que ela acomete, que em linhas gerais são residentes de países tropicais e em situação de vulnerabilidade socioeconômica, que por sua vez dificulta o acesso ao saneamento básico e a água potável (Crompton, 2001; Brasil, 2004; Neghina *et al.* 2012; Pullan *et al.*, 2014).

Levando em consideração os pontos colocados acima se justifica a realização de um estudo que visa reunir as informações a respeito da doença e do agente causador dela, tendo assim essas informações reunidas e de fácil acesso para possíveis consultas da comunidade acadêmica.

Vale ressaltar também o período em que este trabalho foi realizado, pouco depois do apogeu da pandemia de COVID-19, doença esta que possui taxa de mortalidade maior em pessoas com comorbidades. Considerando a alta quantidade de pessoas infectadas com o *A. lumbricoides* é importante entender se essa infecção previa tem efeito agravante nos casos de COVID-19 e se deve ser considerada como uma das comorbidades citadas (Hassanpour e Nikbakht, 2021; WHO, 2023).

4 METODOLOGIA

A revisão de literatura foi realizada em 2023, utilizando as bases de dados Scielo (scielo.br), Pubmed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov) e Google Acadêmico (scholar.google.com.br), três bases de dados populares no Brasil e que incluem uma ampla gama de artigos, resultando em uma pesquisa qualitativa com caráter exploratório.

Os descritores utilizados para pesquisa foram: “ascaridíase” ou no inglês “ascariasis”, “*Ascaris lumbricoides*”, “geo-helminthíases” ou no inglês “geohelminthiasis”, “COVID-19” e “SARS-CoV-2”, separadamente ou combinados. Tais descritores foram escolhidos para tentar alcançar o maior número de resultados possível sobre a ascaridíase. Utilizamos como primeiro filtro o título dos artigos encontrados e na sequência o resumo deles, caso o trabalho abordasse um dos tópicos previamente estabelecidos como essenciais para esta revisão era analisado completamente.

Para critério de inclusão foram considerados os artigos relacionados aos termos citados acima, em português ou inglês. Foram incluídos os artigos com acesso online que datavam de 1991 até 2023.

Aqueles que não se referiam ao *A. lumbricoides*, a ascaridíase e a COVID-19 não foram incluídos. Quanto a ascaridíase, foram utilizados artigos que citavam sua sintomatologia, diagnóstico, tratamento, transmissão, prevenção e epidemiologia.

As referências dos artigos elegíveis foram avaliadas para verificar outros potenciais estudos que não foram encontrados pela estratégia de busca. Além dos artigos selecionados, foram consultadas outras referências relevantes que abordavam somente a doença para complementação, como websites do Ministério da Saúde e estudos da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

5 REVISÃO DA LITERATURA

Conforme colocado anteriormente, a ascaridíase é a helmintíase mais recorrente do mundo, o que por si só deve ser uma preocupação para organizações de saúde de todos os níveis, desde a OMS (Organização Mundial de Saúde) até a UBS (Unidade Básica de Saúde) de um determinado bairro, sendo o *A. lumbricoides* o parasita causador da doença.

5.1 *Ascaris lumbricoides*

Popularmente conhecido como lombriga ou bicha (Patriarcha, 2012), o *A. lumbricoides* é uma espécie de helminto do reino animal (Jaremczuk, 2010, Esteves, 2023) onde estão classificados os seres multicelulares, eucariontes e heterotróficos (Corrêa *et al.*, 2017). Seres multicelulares são aqueles que apresentam mais de um tipo celular na composição de seu organismo, assim como as células eucariontes são aquelas classificadas assim devido a organização de seu material genético, que diferente das células procariontes, fica alojado dentro de um núcleo delimitado por um envoltório nuclear. Já a classificação heterotrófica diz respeito à forma como o organismo obtém alimento, neste caso são os seres incapazes de produzir seu próprio alimento e por isso dependem do ambiente para suprir essa demanda (Corrêa *et al.*, 2017).

Ascaris lumbricoides faz parte do filo Nematoda, que agrupa os animais de corpo cilíndrico e alongados, uma vez que seu corpo não apresenta segmentos e são invertebrados, possibilitando este formato corporal (Jaremczuk, 2010; Esteves, 2023). Da classe Chromadorea e da ordem Ascaridida (Jaremczuk, 2010; Esteves, 2023), esta última classifica seres que possuem três lábios na composição de sua boca (CDC, 2019).

Da família Ascarididae, que contempla os nematódeos que são parasitas intestinais e se alimentam do conteúdo deste ambiente. E pôr fim, do gênero *Ascaris*, descrito por Linnaeus e são parasitas de mamíferos, este gênero contempla além do *A. lumbricoides* o *Ascaris suum* (Goeze, 1782) (Jaremczuk, 2010; Esteves, 2023).

Os helmintos do gênero *Ascaris* apresentam diferenças significativas em relação ao hospedeiro preferencial de cada espécie. O *A. lumbricoides* é um parasita que se desenvolve principalmente em humanos, enquanto o *A. suum* é encontrado principalmente em porcos. Além dessas diferenças de hospedeiros, há também

pequenas variações morfológicas entre os vermes adultos de cada espécie. No entanto, é importante ressaltar que os ovos das duas espécies são bastante semelhantes, não apresentando diferenças morfológicas significativas (Leles et al., 2012).

Existem várias teorias que discutem e divergem entre si sobre a origem de cada uma das espécies, algumas defendem que uma é derivada da outra e existe uma espécie persistente e em outra teoria a narrativa se inverte, no entanto, a teoria mais bem fundamentada em estudos, que comprovam a baixa divergência morfológica e genética, defende que ambas são espécies coexistentes dentro de um mesmo táxon. Infecções cruzadas induzidas experimentalmente se mostraram bem-sucedidas, ou seja, o helminto conseguiu completar seu ciclo de vida no hospedeiro preferencial do outro (Leles et al., 2012).

Agora pensando em infecções cruzadas espontâneas, a de *A. lumbricoides* em porcos requer uma carga parasitária grande para ser bem-sucedida, diferente da infecção de humanos com o *A. suum* que pode acontecer facilmente. O tempo de vida útil do *A. lumbricoides* em humanos é maior que o do *A. suum* em porcos o que pode indicar que o gênero tenha se adaptado melhor aos humanos como hospedeiros (Leles et al., 2012).

O *A. lumbricoides* é um helminto monoxênico (Patriarcha, 2012; CDC, 2019), ou seja, ele precisa de um único hospedeiro para conseguir completar o seu ciclo de vida, ele até pode contar com a ajuda de outros animais para chegar até o seu hospedeiro, porém apenas de forma mecânica.

5.1.1 Morfologia

A morfologia do *A. lumbricoides* depende da sua fase de vida (Patriarcha, 2012), no início de seu ciclo de vida estes helmintos apresentam a forma de ovos, passam a ser larvas e em sua fase adulta eles podem ser do sexo feminino ou masculino (Patriarcha, 2012; CDC, 2019), que também possuem diferenças morfológicas entre si.

É sabido que essa espécie possui o sistema digestório completo, ou seja, tem boca com três lábios, faringe, intestino e anus, uma aquisição evolutiva que permite maior captação de nutrientes e aproveitamento dos alimentos. Não apresenta um sistema especializado em respiração e tem sua troca gasosa feita por meio de difusão. Seu sistema nervoso é ganglionar, com dois gânglios ligados por cordões

que se estendem pela região ventral e dorsal do corpo, e nas extremidades possuem papilas sensoriais que permitem responder a estímulos do ambiente (Jaremczuk, 2010).

5.1.1.1 Vermes adultos

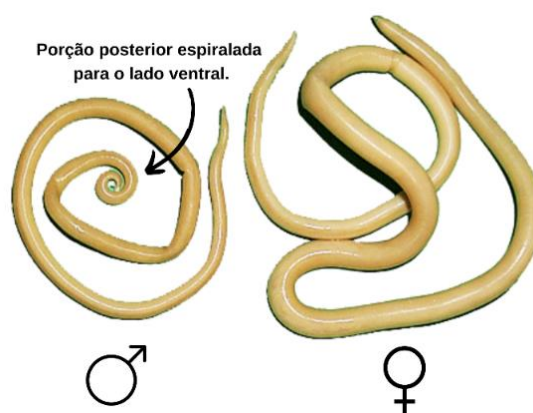
Como citado anteriormente, esses parasitas possuem o corpo comprido e cilíndrico, além de apresentarem uma coloração leitosa.

O tamanho dos vermes adultos está sujeito a carga parasitária presente no hospedeiro (Patriarcha, 2012), quanto maior ela for menor serão as dimensões dos parasitas, este fenômeno é explicado pela curva de crescimento, o crescimento de uma população possui três fases e a última delas é onde ocorre um decréscimo na quantidade de indivíduos por fatores que podem afetar o desenvolvimento deles como competição por alimentos e exaustão de fatores de crescimento do meio (Rey, 2008). Normalmente os machos possuem de 15 a 30 centímetros (cm) de comprimento por 2 a 4 milímetros (mm) de largura e as fêmeas, que são maiores possibilitando a fecundação interna dos ovos, podem medir de 20 a 35 cm de comprimento por 3 a 6 mm de largura (CDC, 2019). Quando a carga parasitária é grande eles alcançam no máximo 12 cm de comprimento (Patriarcha, 2012). Segundo Rey (2008), para termos comparativos, a média deste helminto no hospedeiro é de 6 indivíduos por pessoa, porém já foram relatadas infecções com 700 mil indivíduos do parasita no mesmo hospedeiro.

Conseguimos diferenciar o macho da fêmea principalmente por conta da parte posterior, a fêmea apresenta essa parte arredondada e no macho esta parte forma uma espiral para o lado ventral, o que pode ser visto na figura 1, com dois espículos (Barone, 2015).

Quanto à parte reprodutiva, o macho possui testículos filiformes, canal deferente, canal ejaculador e cloaca. Já a fêmea apresenta ovários filiformes, ovidutos, útero, vagina e a vulva, presente no terço anterior do corpo (Barone, 2015).

Figura 1 - Diferença entre a fêmea e o macho adulto do *A. lumbricoides*.



A figura ilustra a diferença de tamanho entre os indivíduos adultos de *A. lumbricoides*, onde a fêmea apresenta superioridade. Além de demonstrar a porção posterior espiralada do macho, característica que possibilita a diferenciação entre os sexos da espécie.

Fonte: Montagem feita com imagem disponível em [Ascaris lumbricoides: Roundworm - Biology Educare](#)

5.1.1.2 Ovos

Os ovos de *A. lumbricoides* são brancos e por conta do contato com as fezes do hospedeiro acabam adquirindo coloração castanha (Patriarcha, 2012). Existem ovos férteis, decorticados e inférteis ou não larvados (Coelho *et al.*, 2021).

Os ovos férteis possuem um formato oval mais próximo do esférico com tamanho médio de 60 micrômetros (μm) (Coelho *et al.*, 2021). A casca do ovo é composta por três camadas, a camada interna que é impermeável e a mais delgada, a camada média que possui proteína e quitina o que a torna mais espessa e por fim temos a camada externa ou mamilonada composta por mucopolissacarídeos secretados na parede uterina, o que agrega ao ovo grande capacidade de aderência em superfícies, como nas verduras, por exemplo (Barone, 2015).

Dentro dos ovos férteis temos um tipo chamado ovos decorticados, classificados assim por não possuírem a membrana mamilonada, a camada externa, sendo essa a única diferença do anterior (Coelho *et al.*, 2021).

O último tipo de ovo deste helminto é o infértil gerado por fêmeas não fecundadas, o que geralmente é resultado da baixa quantidade de machos presentes no hospedeiro. Esses ovos quase não possuem a camada albuminosa ou ela é totalmente ausente e seu interior é repleto de grânulos de aspecto grosseiro,

eles são mais alongados e podem chegar a medir até 90µm de comprimento (Coelho *et al.*, 2021), na figura 2 é possível ver este e os outros dois tipos de ovos, abordados nos parágrafos anteriores.

Figura 2 - Tipos de ovos do *A. lumbricoides*.



A figura contém imagens microscópicas dos três tipos de ovos do *A. lumbricoides*, sendo o primeiro o ovo fértil, o segundo o ovo decorticado e o terceiro o ovo infértil.

Fonte: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), disponível em www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html.

Características como a impermeabilidade à água agregam grande resistência aos ovos desta espécie, em estudos experimentais com condições controladas esses ovos mantiveram sua infectividade por sete anos. Outra característica importante são os mucopolissacarídeos, que são pegajosos e dão aos ovos grande poder de adesão a superfícies, o que facilita o caminho entre o ambiente e o indivíduo através dos alimentos. Ou seja, são atributos dos ovos importantes para a transmissão da ascaridíase (Coelho *et al.*, 2021).

5.1.2 Reprodução e ciclo de vida

O ciclo de vida do *A. lumbricoides* tem início no interior do intestino delgado do hospedeiro (Arlí, 2001), por meio da reprodução sexuada dos vermes adultos, ou seja, só é possível se houver naquele espaço o macho e a fêmea da espécie. Após a copulação há a fecundação dos ovos no interior da fêmea, que todos os dias pode pôr 200.000 (CDC, 2019) ovos ali no intestino e através da evacuação do hospedeiro esses ovos podem alcançar o solo, o que dá início a segunda fase deste ciclo.

Assim que alcançam o solo os ovos fertilizados começam o seu processo de maturação, diferente dos não fertilizados que tem o seu ciclo finalizado neste

momento. O *A. lumbricoides* é um geo-helminto, pois precisa passar obrigatoriamente pelo solo para poder se desenvolver, sem este contato não há o seu desenvolvimento. Quando no solo, em condições ideais como boa umidade, (para este fator não há um consenso na comunidade acadêmica que indique os valores exatos, ainda assim um ambiente considerado úmido é aquele com umidade relativa acima de 30%), temperatura em torno de 30 a 35°C (celsius), sombreado e com oxigênio em abundância, os ovos levam cerca de 1 semana para passar para sua fase de larva 1 (L1) e logo em seguida com mais alguns dias após assumir a etapa de L1 ela sofre mutação e passa para a fase L2, em ambas as fases (L1 e L2) as larvas possuem formato rabditóide. Totalizando de 15 a 18 dias as larvas alcançam fase L3, passando para uma nova etapa no seu ciclo de vida. Assumindo a fase L3 as larvas, que agora possuem formato filarióide, adquirem uma importante habilidade, elas se tornam infectantes. Uma característica crucial dos ovos de *A. lumbricoides* é a capacidade de permanecer até um ano no solo, com a larva L3, e ainda assim serem infectantes, graças a resistência gerada pelas três camadas de sua casca (Patriarcha, 2012; CDC, 2019; Arli, 2001).

Os ovos, com a larva em fase L3, quando presentes na água e/ou em alimentos que são consumidos pelo ser humano, passam por parte do trato digestório até alcançar o duodeno. É no momento de ingestão desses alimentos que temos o início da infecção do ser humano e a chegada do *A. lumbricoides* no seu hospedeiro (Jaremczuk, 2010). No duodeno devido ao pH, temperatura, presença de sais e concentração de CO₂ (Barone, 2015) deste ambiente os ovos eclodem e finalmente liberam as larvas L3, que começam imediatamente sua migração para que possam continuar o seu processo de maturação e completar o seu ciclo de vida (Patriarcha, 2012; CDC, 2019; Arli, 2001).

Essas larvas migram para o ceco, porção do intestino humano onde temos a união do intestino delgado com o grosso, atravessam a parede intestinal conseguindo acesso aos vasos linfáticos, por meio deles vão até o fígado e com cerca de dois a três dias elas passam pela veia cava superior alcançando o coração. Com mais dois dias, a partir do quinto dia de infecção, as larvas alcançam os pulmões e podem finalmente passar da fase L3 para L4, através do ciclo de LOSS (Patriarcha, 2012; CDC, 2019; Arli, 2001).

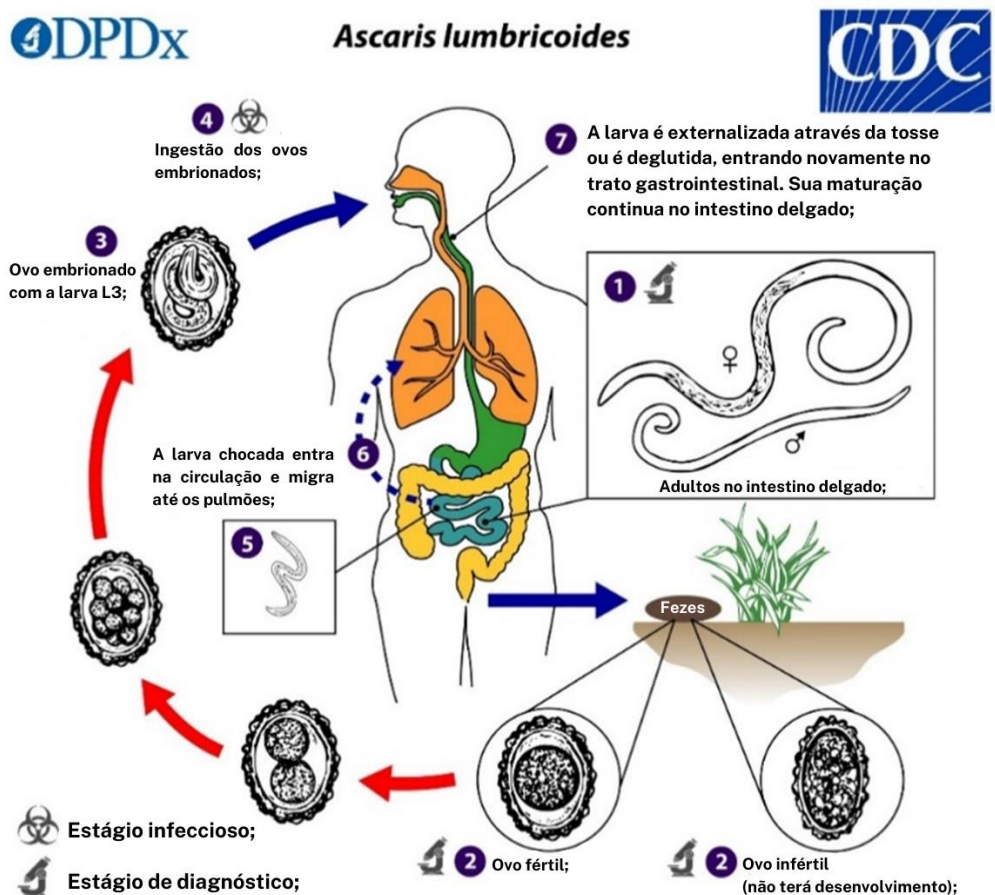
O ciclo de LOSS, ou ciclo pulmonar, é exatamente o momento que um nematelminto chega aos pulmões do hospedeiro humano e se desenvolvem (Oliveira

et al., 2022). No caso do *A. lumbricoides* ele passa de L3 para L4 no oitavo dia da infecção, e permanecem nos alvéolos alguns dias para que as larvas L4 passem para a fase L5.

Assumindo a forma de L5 as larvas precisam neste momento retornar ao intestino delgado, que desta vez será seu paradeiro final, para isso elas sobem os bronquíolos, a traqueia e a faringe. Uma vez na faringe elas podem ser expelidas para fora do hospedeiro através de tosses ou pela saliva. No caso de sucesso para as larvas ao invés de serem expelidas elas são deglutidas, passam novamente por parte do trato digestivo (esôfago e estômago) e chegam ao intestino delgado, completando aproximadamente 30 dias de infecção (Patriarcha, 2012).

Ao completar 60 dias de infecção, as larvas L5 alcançam sua maturidade sexual, completam o seu ciclo de vida, começam a copular e dão início a um novo ciclo. As larvas adultas podem permanecer até dois anos vivas no hospedeiro (Patriarcha, 2012), todo o ciclo de vida do *A. lumbricoides* está descrito na figura 3.

Figura 3 - Ciclo de vida do *A. lumbricoides*.



A figura ilustra o ciclo de vida do *A. lumbricoides*. 1– Larvas adultas no intestino delgado, onde há copulação e oviposição. 2- Ovo infértil, que não sofrerá desenvolvimento, e ovo fértil no ambiente. 3- Ovo embrionado com larva no estágio L3. 4- Ingestão dos ovos embrionados. 5- Eclosão do ovo e chegada da larva no intestino. 6- Larva eclodida cai na circulação e migra até os pulmões. 7- O hospedeiro tosse e a larva é engolida, entrando novamente no trato gastrointestinal e a maturação acontece no intestino delgado.

Fonte: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), disponível em www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html.

5.2 Ascaridíase

Ascaridíase é o nome dado a infecção causada pelo *A. lumbricoides*, bastante presente em países tropicais e em desenvolvimento, respectivamente, por conta das condições climáticas ideais para o desenvolvimento do parasita e devido às más condições de saneamento básico geralmente presentes em alguns locais desses países (Neghina *et al.* 2012; Patriarcha, 2012; CDC, 2019; Arli, 2001).

A ascaridíase não possui uma sintomatologia específica que caracterize a doença e facilita no seu diagnóstico (Crompton, 2001; Brasil, 2004). O infectado pode apresentar vários sintomas diferentes dependendo da sua carga parasitária, do tempo de infecção, da sua idade e do ciclo de vida do parasita. Apesar de não ter a sintomatologia específica, quadros de febre e dores abdominais são bem comuns, assim como distúrbios causados no sistema digestivo como diarréias e náuseas. Além de sintomas, dificilmente relacionados a uma infecção parasitária, causados em outros órgãos do corpo humano devido a migração do *A. lumbricoides* durante o seu ciclo de vida, como por exemplo, durante sua passagem pelos pulmões onde pode haver broncoespasmos (Brasil, 2004).

O grande problema relacionado a ascaridíase hoje é a negligência atrelada a ela, uma vez que ela acomete pessoas de maior vulnerabilidade socioeconômica (Neghina *et al.* 2012), o que culmina em baixo interesse privado e muitas vezes público também, no desenvolvimento e aplicação de métodos eficientes de controle das infecções, assim como de fármacos específicos para o tratamento medicamentoso da doença. Embora, seja importante mencionar que esforços significativos foram realizados para controlar a ascaridíase ao redor do mundo nas últimas décadas, com uma queda de 140 milhões de infectados entre 1990 e 2010, como resultado. Ainda assim se faz importante contornar essa realidade já que essa é a parasitose que mais acomete pessoas, quando consideramos a população

mundial, podendo causar obstrução intestinal, quadros de desnutrição em toda uma população e até mesmo a morte de algumas pessoas infectadas (Crompton, 2001; Brasil, 2004; Neghina *et al.* 2012; Pullan *et al.*, 2014).

5.2.1 Sintomatologia e complicações da ascaridíase

A doença decorrente da infecção pelo *A. lumbricoides* causa sintomas e complicações no organismo como um todo, quando estes estão no intestino delgado, como febre, dores abdominais, diarreia e náuseas, sendo estes os sintomas mais comuns da doença. Assim como também causa danos específicos em determinados órgãos de acordo com o movimento das larvas dentro do corpo humano. Tal qual o tamanho, que as larvas adultas do *A. lumbricoides* conseguem alcançar, os sintomas causados pela infecção desse parasita também dependem da carga parasitária no hospedeiro (Andrade *et al.*, 2010), quanto maior for essa carga maiores serão os danos causados à saúde humana.

O principal sintoma e dano causado pela ascaridíase é a desnutrição, principalmente em crianças. Isso acontece por conta da atividade espoliadora do *A. lumbricoides*, possibilitando ao helminto que ele consuma as vitaminas, lipídios, proteínas e carboidratos do seu hospedeiro, logo, esses nutrientes deixam de estar disponíveis para absorção e aproveitamento no organismo humano. A insuficiência de nutrientes pode levar quadros de perda muscular, anemia por falta de ferro, gerar danos ao sistema imunológico e atrapalhar o crescimento e desenvolvimento cognitivo de crianças (Andrade *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2019).

Depois da desnutrição, a obstrução intestinal é outra complicação gerada pela ascaridíase, ela acontece quando a carga parasitária é tão grande que há o enovelamento dos parasitas na luz do intestino impedindo a passagem e movimentação habitual de alimentos, líquidos e das secreções digestivas, levando a sintomas como náuseas, vômitos, impossibilidade de eliminação das fezes, fortes dores e cólicas intestinais. Quando a obstrução é completa, se faz necessário a intervenção cirúrgica para a remoção desses parasitas, e caso ela não seja revertida o infectado pode ir a óbito (Andrade *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2019).

Além dos quadros gerais causados pela ascaridíase, citados acima, temos sintomas e complicações específicas causadas pela presença do parasita em diferentes órgãos, durante sua movimentação no organismo em busca de maturação, como a obstrução dos ductos pancreático e biliar, por exemplo, embora

esses sejam sintomas menos comuns podem causar impacto na saúde do infectado. Segundo Rey (2008), este é um movimento que faz parte de um ciclo obrigatoriamente migratório do *A. lumbricoides*.

No fígado, a presença do parasita pode causar lesões com focos hemorrágicos e necrose, que se desenvolvem para fibrose hepática, quadro caracterizado pelo acúmulo de colágeno no órgão devido ao método de reparação do próprio tecido, o grande problema da fibrose hepática está no seu desenvolvimento, caso o hospedeiro tenha algum outro comportamento de risco danoso ao fígado, como hábitos alimentares ruins com alto consumo de gordura ou etilismo, a soma dos fatores podem desencadear quadros de cirrose hepática (Brasil, 2022). Ainda no fígado a ascaridíase pode causar hepatomegalia, que é o aumento no tamanho do órgão (Silva *et al.*, 2019).

Já nos pulmões, a presença do *A. lumbricoides* pode levar a diversas complicações e sintomas. Ocorrem lesões pulmonares e pontos de hemorragia, devido a passagem das larvas nos alvéolos (Andrade *et al.*, 2010). Dependendo da quantidade de larvas nos pulmões pode ser caracterizado um quadro pneumônico, com dispneia que é definida por alguns autores como sensações respiratórias desconfortáveis, como falta de ar, por exemplo (Martinez *et al.*, 2004). Além da dispneia, o quadro pneumônico causa sintomas como febre e tosse, podendo ser acompanhado de eosinofilia (Andrade *et al.*, 2010).

A eosinofilia é caracterizada por contagens de eosinófilos superiores a 350 células/mm³, o que indica infecções através do exame de sangue. Os eosinófilos são células sanguíneas inflamatórias especializadas na defesa contra helmintos, isso porque esses parasitas estimulam as células Th2 a produzirem IL-4 e IL-5, a IL-5 por sua vez estimula a produção dos eosinófilos, além da ascaridíase outras parasitoses também causam esse fenômeno (Mendes *et al.*, 2000). Não necessariamente relacionada com a eosinofilia, o sistema imunológico leva também a reações alérgicas causadas pela infecção do *A. lumbricoides* gerando edemas e urticárias.

Voltando ao pulmão, uma consequência rara e grave, gerada por essa infecção, no órgão em questão, é a síndrome de Loeffler (Andrade *et al.*, 2010), descrita como pneumonia eosinofílica aguda benigna, que também causa tosses secas, febre baixa e dispneia asmátiforme. A síndrome de Loeffler geralmente é acompanhada de edema dos alvéolos com infiltrado parenquimatoso eosinofílico. Sintomas menos comuns deste quadro são a mialgia, ou dor muscular, e a

hemoptise, que são tosses com sangue (Oliveira *et al.*, 2022; Andrade *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2019).

Segundo Teixeira *et al.* (2018), as crianças são os indivíduos mais acometidos pelas complicações geradas e pela própria infecção com o *A. lumbricoides*. Isso por conta do sistema imunológico em formação, pelo tamanho do trato gastrointestinal ser menor e por conta da falta de hábitos de higiene nesta faixa etária. Em contrapartida entendemos que adultos estão menos propensos, não imunes, as complicações geradas por essa parasitose, uma vez que não apresentam os comportamentos de risco para a infecção, e mesmo que esta ocorra o sistema imunológico desenvolvido ajuda com maior eficácia no combate da mesma, quando comparado com as crianças (Silva *et al.*, 2019; Teixeira *et al.*, 2018).

Além das crianças, por mais que a ascaridíase possa acometer qualquer pessoa, populações sem acesso ao saneamento básico também estão mais propensas a infecção com o parasita, ao desenvolvimento da ascaridíase e suas complicações. O que ocorre em grande parte com indivíduos com baixa renda familiar e com morada em locais com baixo investimento público em água potável e principalmente no tratamento do esgoto (Teixeira *et al.*, 2018).

De acordo com Silva *et al.* (2019), dentre os mais afetados estão as crianças que residem no meio rural.

5.2.2 Diagnóstico da ascaridíase

Uma vez que a ascaridíase não possui sintomas específicos, a anamnese por si só não possibilita que o profissional da saúde em questão faça um diagnóstico conclusivo dessa parasitose, o que torna necessário a realização de exames laboratoriais, entre eles o método de sedimentação espontânea e o método de Kato Katz, dois exames coprológicos que utilizam de diferentes técnicas (Júnior *et al.*, 2020). E é através desses métodos que se torna possível firmar um diagnóstico por meio do achado de ovos de *A. lumbricoides* no material analisado, as fezes do paciente (Brasil, 2004).

Hoje, os métodos aplicados para o diagnóstico de parasitoses são exclusivamente manuais, o que pode levar a resultados incorretos, podendo ser um falso positivo ou um falso negativo, sendo o segundo o mais comum e acontece geralmente pela baixa quantidade de ovos no material analisado ou a própria carga

parasitária pode ser baixa. Ambos os diagnósticos incorretos geram impactos negativos, no caso do falso positivo temos o uso desnecessário de medicamentos e no caso do falso negativo o não tratamento da infecção, que possibilita a transmissão do parasita. Esses erros podem acontecer por conta do profissional que está fazendo a análise devido a cansaço e/ou falta de experiência ou por conta da amostra fecal que pode conter sujeiras, fungos e bolhas de água que dificultam a observação. Devido a essa problemática o diagnóstico automático utilizando redes neurais convolucionais estão sendo estudados (Oliveira, 2020).

5.2.2.1 Método de sedimentação espontânea

O método de sedimentação espontânea inicialmente foi desenvolvido por Lutz e hoje é mais conhecido por método de Hoffman, que foi quem melhor adaptou a técnica junto de sua equipe. Levando em consideração que o Brasil é um país fortemente acometido por parasitoses, e que cerca de 130 milhões de pessoas estão acometidas por algum parasita, o exame de fezes, principalmente pelo método de sedimentação espontânea é o mais solicitado e realizado na prática clínica no país (Sant'anna *et al.*, 2013).

Este é o método mais comum dentro de um laboratório clínico, pois apresenta como vantagens o amplo espectro de parasitas que podem ser identificadas com a técnica, é um método seguro e principalmente por ser de baixo custo, uma vez que requer poucas vidrarias e dispensa o uso de reagentes e centrifugação. Ainda assim o método possui suas desvantagens, como a grande quantidade de detritos fecais no sedimento, o que pode ser contornado realizando uma ressuspensão, que prejudica a agilidade do processo, e outra desvantagem é a temperatura, baixa, da água utilizada para realizar a sedimentação do material que não proporciona uma boa migração das larvas (Sant'anna *et al.*, 2013). Este método só é possível de ser aplicado no diagnóstico da ascaridíase devido à alta densidade dos ovos do *A. lumbricoides* (Pêgo, 2013).

Antes do método ser iniciado é preciso fazer a coleta do material analisado em um coletor universal, geralmente essa etapa é feita pelo próprio paciente que entrega o coletor com a amostra para um profissional da saúde e este o armazena em uma caixa de térmica de isopor (Bernardes *et al.*, 2001), esse material é levado até o laboratório, onde será iniciado o método em questão na prática. Primeiramente é feito o processamento da amostra, com o auxílio de uma pazinha uma porção do

material é colhida e depositada em um béquer de 250 ml e o volume é completado, até atingir 60 ml, com água corrente e então a amostra deve ser solubilizada com uma bagueta de vidro, após solubilização são adicionados mais 100 ml de água corrente no béquer e a mistura dos componentes é feita. A mistura recém preparada deve ser filtrada com um parasitofiltro em uma taça de Hoffman, a filtração da mistura é feita para que sejam separados do material a ser analisado os detritos alimentares presentes nas fezes. Já na taça de Hoffman a mistura deve ser acrescida de água corrente até atingir 3/4 da taça e então é preciso deixar a amostra em repouso por cerca de duas horas. Após o repouso é possível visualizar a formação de duas fases, o sedimento e o sobrenadante, e é exatamente no sedimento que temos nosso objeto de estudo e ele deve ser colhido utilizando uma pipeta, o sedimento então é depositado em uma lâmina, uma gota do corante Lugol pode ser adicionada para facilitar a visualização dos corpos parasitológicos e por fim uma lamínula é colocada sobre o sedimento e a lâmina. A lâmina estando pronta pode ser levada ao microscópio com aumento de 10 ou 40 vezes para que o profissional faça a análise da amostra (Bernardes *et al.*, 2001; Sant'anna *et al.*, 2013).

5.2.2.2 Método de Kato Katz

Mesmo sendo amplamente utilizado, o método de sedimentação espontânea não é o recomendado pela OMS para o diagnóstico de ascaridíase e sim o método de Kato Katz (Pêgo, 2013), que permite realizar a quantificação dos ovos presentes na amostra. A OMS classifica as infecções por *A. lumbricoides* em leves, com resultados até 5.000 epg, moderadas, com resultados entre 5.000 e 50.000 epg, e pesadas, com resultados a partir de 50.000 epg (Scott, 2008).

Inicialmente é feita a coleta e transporte do material a ser analisado, da mesma forma como a descrita no método anterior. Com material chegando no laboratório é dado início na análise, primeiramente o material é disposto sobre uma toalha de papel e sobre ela é colocada uma tela filtrante, com o auxílio de uma espátula é coletado o material filtrado que então deve ser posto com o intermédio de uma placa quantificadora, centralizada, em uma lâmina de vidro. A placa quantificadora, que possui um orifício, é retirada da lâmina dando espaço a uma lamínula que é colocada sobre as fezes. A lâmina deve ser invertida e uma pressão deve ser aplicada, com os dedos, para que o material seja espalhado e ela esteja

pronta. Após finalizar o preparo da lâmina ela deve permanecer em repouso por 30 minutos em temperatura ambiente para clarificação das fezes e finalmente pode ser levada ao microscópio para análise, onde o número de ovos encontrados é multiplicado por 24 para termos o dado quantitativo, no caso o número de ovos por grama de fezes (Bernardes *et al.*, 2001; Katz, 2015).

5.2.2.3 Exame direto a fresco

Esta é uma técnica que apesar de não ser recomendada para o diagnóstico da ascaridíase, também, é amplamente utilizada devido a sua simplicidade e pelo baixo custo. O processo para sua execução a partir da coleta do material fecal, segundo Neves (2005) se inicia colocando 3 gotas de solução salina a 0,85% na lâmina microscópica e com o auxílio de um palito é feita a transferência de uma pequena porção da amostra para esta mesma lâmina, é preciso espalhar a amostra e a solução salina para formação de um esfregaço. A partir de então a lâmina pode ser analisada com objetivas de 10 e 40x.

Trata-se de um método com baixa sensibilidade, isso porque não aplica nenhuma técnica de concentração das formas parasitárias, a amostra de fezes analisada é pequena e ainda tem a dificuldade atrelada a presença das impurezas fecais (Neves *et al.*, 2005).

5.2.2.4 Diagnóstico automático utilizando Redes Neurais Convolucionais

Oliveira (2020) estabeleceu um algoritmo baseado em Rede Neural Convolucional (CNN), que pode ser usado para desenvolver um sistema computacional que permite automatizar totalmente a análise de amostras fecais.

A CNN consegue diferenciar objetos de acordo com padrões aprendidos, rotulando esses objetos e determinando qual é a sua classe. Esses padrões são ensinados ao algoritmo através de imagens de entrada que contém um objeto pré-definido do qual ele extrai características relevantes, estabelecendo então os padrões. Inicialmente foram obtidas 66 imagens dos ovos de 6 parasitas diferentes através da microscopia, como essa é uma amostra extremamente baixa para o desenvolvimento de um algoritmo, foram empregadas técnicas de *data augmentation* que através do tratamento das 66 imagens iniciais elaborou um banco de dados de 48 mil imagens, através do tratamento das imagens primárias, aplicando rotação, espelhamento e edições em brilho e contraste. Foram propostas duas arquiteturas

diferentes para a CCN, uma capaz de diferenciar os ovos dos parasitas de impureza contidas na amostra estudada, utilizando 8 mil imagens do total obtido, e outra com a capacidade de diferenciar os ovos de acordo com a espécie dos parasitas, desta vez utilizando as outras 40 mil imagens restantes (Oliveira, 2020).

Dentro de um ambiente controlado, a primeira versão do algoritmo apresentou uma taxa de acerto de 99,9% na diferenciação entre ovos e impurezas. A segunda manteve a taxa de 99,9%, desta vez na diferenciação dos ovos entre as espécies, sendo elas, *A. lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* (Dubini, 1843), *Enterobius vermicularis* (Linneu, 1758), *Necator americanus* (Stiles, 1902), *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) e *Trichuris trichiura* (Roederer, 1761) (Oliveira, 2020).

Este é um método em desenvolvimento e ainda não é aplicado na prática clínica, trata-se de uma tecnologia promissora e que se bem lapidada pode gerar grande avanço nos diagnósticos de parasitoses (Oliveira, 2020).

5.2.2.5 Outros exames

Além dos exames coprológicos, alguns outros exames podem ser utilizados para ajudar no diagnóstico da ascaridíase, mesmo sem nenhum deles excluir a necessidade do exame de fezes pelo método de Kato Katz.

Dentre esses exames temos a radiografia convencional do abdome, que geralmente é feita em casos de obstrução intestinal, apresentando estruturas tubulares com as paredes que inibem a passagem da radiação eletromagnética e interior que permite facilmente a passagem da mesma radiação. Geralmente é visto o enovelamento dos parasitas, formando um aspecto descrito como de miolo de pão (Pêgo, 2013).

Podemos também fazer um imunodiagnóstico (Scott, 2008) quantificando a IgE específica para *A. lumbricoides* pelo método de Elisa (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Uma vez que o IgE apresenta níveis altos durante a fase aguda da infecção, este é um exame ótimo para ajudar a determinar em que momento se encontra a parasitose, porém o exame possui suas desvantagens como a reação cruzada com outros alérgenos, como ácaros e camarões, por exemplo (Pêgo, 2013).

5.2.3 Tratamento da ascaridíase

Ao discutir o tratamento da ascaridíase, é fundamental reconhecer que o enfrentamento dessa doença demanda não apenas a administração de medicamentos, mas também a implementação de medidas abrangentes, como melhoria no saneamento básico, iniciativas educativas e informativas destinadas à população. Essa abordagem mais abrangente é essencial para garantir a eficácia do tratamento (Andrade et al., 2010).

De modo geral, o tratamento da ascaridíase pode ser feito com dois tipos de fármacos, os antimicrotúbulos e os bloqueadores dos receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR), com dois medicamentos disponíveis de cada tipo, o que permite ao profissional prescritor a possibilidade de escolha de acordo com as especificidades do paciente (Andrade *et al.*, 2010; Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

5.2.3.1 Tratamento medicamentoso da ascaridíase

Quatro anti-helmínticos são preconizados pela OMS no tratamento e controle da ascaridíase, sendo eles: o Albendazol, o Mebendazol, o Levamisol e o pamoato de pirantel (Andrade *et al.*, 2010; Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

O albendazol e o mebendazol são considerados agentes antimicrotúbulos devido ao seu mecanismo de ação, esses medicamentos apresentam atividade anti-helmíntica pois são capazes de se ligar com alta afinidade e de forma pseudo-irreversível na tubulina inibindo desta forma a polimerização tubulínica levando ao esgotamento da energia do parasita que causa a imobilização do mesmo e permite que ele seja eliminado pelas fezes, além de interromper outras funções dos microtúbulos levando a morte destes helmintos. São medicamentos seguros pois são capazes de interagir apenas com as tubulinas nematóides, ou seja, dos parasitas, o que foi comprovado por alguns estudos onde não apresentou a mesma atividade nas tubulinas de mamíferos (Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

Uma diferença notável entre os dois é que o albendazol possui atividade ovicida além de larvicida, atividade esta que o mebendazol não realiza, em contrapartida o mebendazol é o mais indicado em programas de controle da ascaridíase pois em casos refratários a produção de ovos dos parasitas é reduzida, por fim por mais que ambos sejam considerados medicamentos de amplo espectro o mebendazol é um pouco mais restrito que o albendazol, não apresentando atividade

contra o *Strongyloides stercoralis* (Bavay, 1876), agente causador da estrogiloidíase. A prescrição de ambos os medicamentos não é indicada durante a gravidez, alguns estudos demonstraram que os benzimidazóis possuem atividade teratogênica em ratos e ovelhas e devido à falta de evidências e estudos visando elucidar este efeito em humanos eles são contraindicados no período de gravidez ou por mulheres que pretendem engravidar (Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

Segundo a bula, o albendazol é um carbamato benzimidazólico que apresenta atividade anti-helmíntica contra vários parasitas intestinais, além do *A. lumbricoides*, o *E. Vermicularis*, *S. Stercoralis*, *Taenia spp* entre outros. No tratamento da ascaridíase este medicamento apresenta eficácia de até 100% (Massara e Enk, 2004) e está disponível hoje no mercado em comprimidos de 400 mg e suspensão oral com 10 ml a 4%, sendo ambos de dose única e recomendados para adultos e crianças a partir de dois anos de idade. Apresenta poucas reações adversas quando administrados de forma correta e para a finalidade indicada, sendo uma delas a dor epigástrica, classificada como incomum. É um medicamento com baixa absorção no organismo humano, não superando 5% da dose administrada, é metabolizado pelo fígado com bastante velocidade pelo metabolismo de primeira passagem, dando forma ao sulfóxido de albendazol, sendo este o fármaco do medicamento, ou seja, a parte ativa contra a infecção. E tem uma meia vida de pouco mais de oito horas, sendo eliminado majoritariamente pela bile.

O Mebendazol, de acordo com a bula, é um anti-helmíntico derivado do albendazol indicado no tratamento de helmintíases simples ou mistas, em especial para indivíduos de populações endêmicas, com eficácia entre 93 e 100% contra a ascaridíase (Massara e Enk, 2004). Ainda segundo a bula, suas apresentações comerciais são em comprimidos de 500 mg e suspensão oral de 20 mg/ml, o comprimido é de dose única e a suspensão oral deve ser administrada duas vezes ao dia por três dias consecutivos com doses de 5 ml por administração. Seu uso é indicado a partir dos dois anos de idade, porém é permitido para crianças de um ano quando os benefícios justificam os riscos. Entre as reações adversas temos distúrbios gastrointestinais e na pele, sendo pouco recorrentes. Cerca de 10% do fármaco é absorvido, então a maior parte da dose administrada fica no trato gastrointestinal onde realiza sua atividade anti-helmíntica, é metabolizado pelo

mecanismo de primeira passagem, possui de três a seis horas de meia vida e é eliminado pela bile e pela urina.

Já o Levamisol e o pamoato de pirantel atuam no sistema neuromuscular dos parasitas, através dos receptores nicotínicos de acetilcolina destes nematóides. Os nAChRs são canais de cátions presentes nas células musculares do *A. lumbricoides*, compostos por uma estrutura pentamérica com diferentes subunidades, possibilitando então a caracterização destas subunidades através das moléculas que se ligam a esses receptores, de acordo com a afinidade por cada uma delas, as dividindo em três subtipos farmacológicos, o subtipo B com maior afinidade ao befênio, o subtipo N com maior afinidade pela nicotina e por fim o subtipo L, onde o fármaco do Levamisol e do pamoato de pirantel se ligam devido a maior afinidade por essa porção do receptor. Após a interação da molécula do fármaco com o nAChR há uma despolarização da célula seguida de uma paralisia espástica, quando há um excesso de contração no músculo, e por fim o parasita também é eliminado nas fezes por meio dos movimentos peristálticos do intestino. Vale ressaltar que ambos não apresentam atividade ovicida sendo este um contra desses medicamentos, e um pró é a ausência de efeitos teratogênicos em animais, possibilitando o seu uso durante a gravidez, ainda assim não são indicados no primeiro trimestre da gestação (Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

Apresentando eficácia dentro do espectro de 86 a 100% (Massara e Enk, 2004), o Levamisol é indicado para o tratamento da ascaridíase e de acordo com a bula pode ser prescrito para crianças a partir de seis meses de vida. Disponível no mercado como comprimido, sua dose varia de acordo com a idade do indivíduo, começando em 40 mg para lactentes de seis meses a um ano, 80 mg para crianças entre um e sete anos e por fim 150 mg para adultos e crianças a partir dos sete anos de idade. O Levamisol é um medicamento seguro, com poucas reações adversas sendo a mais comum a dor abdominal. Assim como o mebendazol ele possui de três a seis horas de meia vida, é metabolizado pelo fígado e seus metabólitos são excretados em grande parte na urina.

O pamoato de pirantel possui eficácia entre 81 e 100% no tratamento da ascaridíase e é comercializado em forma de comprimido, com dose única de 10 mg/kg. A maior parte do medicamento não é absorvida e pode ser observada intacta nas fezes do indivíduo, o que aumenta o tempo de contato com o parasita facilitando sua atividade (Massara e Enk, 2004).

No Brasil, o albendazol, 400 mg, é o medicamento de primeira escolha na Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME) e os cidadãos brasileiros podem ter acesso gratuito a este medicamento na Rede de Atenção à Saúde (RAS) (Brasil, 2021).

Os medicamentos preconizados pela OMS possuem apresentações, posologia e eficácia diferentes entre eles e a escolha no momento da prescrição deve levar em consideração fatores populacionais, entendendo se o local é endêmico ou não, fatores individuais como alergia a componentes dos medicamentos e a idade do paciente, a carga parasitaria, a possibilidade de coinfeção com outros agentes infecciosos e, no caso de pacientes do sexo feminino, a possibilidade de uma gravidez.

5.2.3.2 Desenvolvimento de novos fármacos e medicamentos para o tratamento da ascaridíase

Observando as taxas de eficácia dos medicamentos disponíveis no mercado para o enfrentamento da ascaridíase é possível ter a falsa sensação de que esta não é uma doença com a qual precisamos nos preocupar, o que provavelmente pode ter impacto na negligência desta helmintíase, junto de outros fatores. O que precisa ser mudado, pois existem duas problemáticas que precisam ser levadas em consideração e ganhar maior destaque dentro e fora do meio acadêmico, sendo elas a reinfeção dos hospedeiros e a resistência anti-helmíntica (Massara e Enk, 2004; Hangel e Giusti, 2010).

Dos medicamentos preconizados pela OMS nenhum deles é capaz de evitar 100% da possibilidade de reinfeção do indivíduo com o *A. lumbricoides*, o que torna necessário a reincidência do tratamento, que por sua vez é a fonte do segundo fator que preocupa a comunidade acadêmica, a resistência anti-helmíntica. Essa resistência se dá por meio de mecanismos de sobrevivência do parasita, que através de modificações genéticas propagadas para gerações futuras possibilita a sobrevivência do helminto ao efeito das doses recomendadas dos medicamentos. No caso dos benzimidazóis essa resistência é em grande parte gerada por um polimorfismo de nucleotídeo único (do inglês: *Single Nucleotide Polymorphism* - SNP) que substitui aminoácidos de fenilalanina por tirosina no códon 200 da tubulina, podemos ver as principais SNP associadas a essa resistência no quadro 1.

Já nos agonistas colinérgicos ela ocorre devido a uma alteração nas propriedades do nAChRs, diminuindo a interação fármaco-receptor (Hangel e Giusti, 2010).

Um estudo realizado em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 2018 discutiu e analisou a possibilidade de mutações genéticas em 864 ovos de *A. lumbricoides* oriundas de 62 pacientes, sendo eles dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Piauí e Tocantins. O estudo buscava por polimorfismos no gene da β -tubulina isótipo 1 do parasita, tanto no códon 167 quanto no 198. Das amostras, algumas apresentaram indícios de mutação nos códons analisados, por isso tiveram o seu DNA sequenciados com a finalidade de validar a possível mutação, por fim nenhuma das amostras apresentou de fato uma mutação. Resultado esperado, uma vez que nenhum dos pacientes dos quais tiveram as amostras analisadas tinham passado por tratamento medicamentoso contra o *A. lumbricoides*. No entanto, um estudo feito em Ruanda com pacientes que apresentaram falha no tratamento com albendazol apresentou os mesmos resultados, nenhuma mutação identificada. Estudos veterinários já comprovaram a influência dessas mutações na falha da terapia medicamentosa em ruminantes. Esses dados conflitantes só reforçam a necessidade de mais estudos nessa área (Medeiros, 2018).

Quadro 1. Principais SNP no gene da β -tubulina associadas a resistência dos benzimidazóis.

Códon	Trinca de nucleotídeos comum e aminoácido codificado	Trinca de nucleotídeos mutantes e aminoácido codificado
167 e 200	TTC - Phe	TAC - Tyr
198	GAA - Glu	GCA - Ala

Fonte: Adaptado de Medeiros, 2018.

Levando em consideração os pontos abordados anteriormente conseguimos entender a real necessidade de desenvolver novos medicamentos para serem utilizados no tratamento da ascaridíase. Hoje podemos contar com o auxílio de softwares, que facilitam não só o desenvolvimento de novos fármacos como também podem facilitar o acompanhamento dos testes em populações, permitindo maior conhecimento das atividades dessas moléculas. Também contamos com a tecnologia das técnicas de DNA recombinante que possibilita a descoberta de novos alvos terapêuticos.

Existem estudos que estão analisando a viabilidade do uso de fármacos que atuam na via de fosforilação oxidativa do parasita tendo no horizonte a possibilidade de um medicamento com especificidade potencialmente alta e baixa toxicidade. Há outros que preveem o potencial dos ANTs (translocadores de nucleotídeos de adenina) como possíveis alvos terapêuticos também. Um estudo desenvolvido pelo Instituto Nacional Chinês de Doenças Parasitárias, que está em fase de testes clínico, desenvolveu a tribondimidina, um agonista nAChR do subtipo L com taxas entre 92 e 96% de eficácia (Hangel e Giusti, 2010).

Já no México um estudo com a Nitazoxanida (NTZ) demonstrou a potência desta molécula em uma comunidade rural no enfrentamento da ascaridíase, resolvendo cerca de 88% dos casos da parasitose. Outras moléculas como a aminoacetonitrila (AADs), a Paraherquamida (PHQ) e Ciclo-octadepsipeptídeo (PF1022A) demonstraram atividades contra helmintos em animais, como ovelhas e ruminantes, podendo ser aprimoradas contornando suas limitações e possibilitando o uso em humanos. Existem também moléculas presentes em plantas e frutas que empiricamente são usadas a muitos anos no tratamento de helmintíases, que podem ser ótimas linhas de pesquisa no desenvolvimento de fármacos contra a ascaridíase, como extratos de mamão e abacaxi onde a molécula ativa são as cisteínas proteinases, além de outras plantas ao redor do mundo (Hangel e Giusti, 2010).

Não há relatos na literatura de estudos que estejam desenvolvendo neste momento vacinas específicas contra a ascaridíase humana, entretanto uma vacina contra a ancilostomíase, que utiliza a Na-ASP-2 uma proteína secretada por ancilostomídeos, demonstrou alta eficácia em cães estimulando altos níveis de IgG antígeno-específico agregando proteção futura contra larvas deste parasita e está sendo testada em adultos no Brasil, podendo ser um ponta pé inicial no desenvolvimento de vacinas contra parasitas intestinais. Outro antígeno que também vem sendo desenvolvido como vacina, desta vez contra o *A. suum* em porcos é a proteína As16 expressa por leveduras que também pode ter atividade contra o *A. lumbricoides* e pode representar uma esperança futura. O desenvolvimento de vacinas antiparasitárias é mais complexo do que as vacinas contra vírus e bactérias, provavelmente por conta das interações imunológicas complexas entre o parasita e o hospedeiro, o que requer mais estudos em busca de um antígeno adequado (Hangel e Giusti, 2010).

5.2.4 Ascaridíase ectópica

Todo ser vivo busca sempre o melhor ambiente para viver e propagar a sua existência, o que não é diferente para o *A. lumbricoides*. Casos raros demonstraram que diante de situações adversas como falha na terapia anti-helmíntica, uso inadequado de medicamentos, consumo de álcool ou alimentos muito condimentados e picantes, longos períodos sem alimentação, alta densidade parasitária e a presença de outras doenças gastrointestinais no hospedeiro, faz com que o *A. lumbricoides* migre de forma ectópica para outros órgãos do corpo humano. Existem casos ainda mais raros, onde o parasita faz essa migração de forma espontânea, ou seja, sem nenhum estímulo do ambiente (Pêgo, 2013).

Chamado de *Ascaris* errático, o parasita que migra para órgãos incomuns causa diversas consequências graves à saúde do hospedeiro, que variam de acordo com o órgão afetado, o que pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2. Órgãos afetados por *Ascaris* erráticos e suas consequências.

Órgão	Consequências
Apêndice cecal	Obstrução e apendicite aguda
Esôfago	Tosse e expulsão oral do parasita
Vias respiratórias	Parada respiratória por obstrução e morte por asfixia
Árvore biliar	Estase da bile, dilatação do ducto, cólica e espasmos do esfíncter de Oddi
Fígado	Abcessos hepáticos devido o transporte das bactérias intestinais na superfície do corpo do parasita, cálculos microscópicos intra-hepáticos, reação inflamatória com formação de tecido conjuntivo e invasão de leucócitos
Canal pancreático	Pancreatite aguda, necrose subtotal no pâncreas e pode levar a morte do hospedeiro devido a obstrução das vias excretoras do pâncreas
Sistema cardiovascular	No caso relatado houve dor torácica, derrame pericárdico e disfunção sistólica do ventrículo direito
Cérebro	Dores de cabeça, letargia, pesadelos e abcessos cerebrais, em decorrência das bactérias presentes no parasita

Fonte: Adaptado de Pêgo, 2013.

Foram relatadas também situações em que houve a expulsão do parasita pelas narinas após a anestesia com éter em uma criança que passou por uma cirurgia. Em outro caso relatado, o parasita se exteriorizou pelas vias lacrimais, devido à forte desnutrição da criança. Houve casos em que o *A. lumbricoides* foi encontrado nas vias urinárias e órgão genitais, o que requer uma lesão prévia na parede do intestino, uma vez que este helminto não consegue perfurar a mucosa intestinal íntegra. E por fim tiveram casos de parasitismo em neonatos, que pelo pouco tempo de vida indica a possibilidade de transmissão transplacentária, pois o parasita não teria tempo de passar pelo seu ciclo de vida (Pêgo, 2013).

Tanto o diagnóstico quanto o tratamento da ascaridíase ectópica dependem do local onde o *A. lumbricoides* se encontra. No geral, o diagnóstico é feito por exames de imagem, em especial a ultrassonografia que é um método rápido, seguro, não invasivo, de baixo custo e disponível na maioria dos estabelecimentos de saúde no Brasil. Para o tratamento, os medicamentos disponíveis atualmente que atuam contra a ascaridíase não são eficazes nessas situações, o que torna como única opção a remoção cirúrgica do parasita (Pêgo, 2013).

5.2.5 Transmissão e prevenção da ascaridíase

Conforme exposto anteriormente a propagação e transmissão da ascaridíase se dá pela ingestão dos ovos férteis do *A. lumbricoides*, que podem chegar até o hospedeiro das mais diversas formas possíveis. Das mais comuns, sendo através da água de córregos contaminados, de alimentos irrigados com esta água, da geofagia ou pela contaminação de brinquedos, entre diversas outras. Ou até mesmo das formas mais inesperadas possíveis, devido principalmente pela resistência dos ovos desse helminto, podendo ser através da água do mar, resíduos de esgoto mesmo tratados ou em feiras livres e restaurantes (Silva *et al.*, 2019; Massara e Enk, 2004).

De acordo com o que foi dito anteriormente, os ovos desta espécie de helmintos são resistentes, o que os torna capazes de se desenvolver em soluções ácidas como ácido sulfúrico 9%, ácido acético 8% e formol 12%, por exemplo. Tornando necessário a aplicação de agentes redutores, quando a estratégia de profilaxia envolve a erradicação dos ovos presentes no solo de um determinado local, como sódio nitrito, cresol 10% e solventes lipídicos (Massara e Enk, 2004).

Pensando na dificuldade de eliminação dos ovos de *A. lumbricoides* do ambiente assim como no controle da reinfecção com este helminto, medidas de prevenção contra a ascaridíase se tornam indispensáveis quando precisamos controlar a transmissão desta helmintíase e suas consequências. Para a OMS, a educação em saúde e o saneamento são dois componentes básicos para a prevenção e controle de doenças transmissíveis, tanto que ela declarou, na época, a década de 1981 a 1990 como a Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento, ou em inglês, International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (IDWSD) (Asaolu e Ofoezie, 2003).

A OMS, em 2018, definiu o saneamento como o acesso e uso de instalações e serviços para o descarte seguro de urina e fezes. E ainda reforçou a definição informando que um sistema de saneamento seguro é um sistema projetado e usado para separar as excretas humanas do contato humano em todas as etapas da cadeia de serviços de saneamento, desde a captura e contenção do banheiro até o esvaziamento, transporte, tratamento e disposição ou uso final (WHO, 2018).

Foram desenvolvidos vários tipos de locais onde as pessoas podem eliminar suas excretas e esses locais foram evoluindo de acordo com o passar do tempo, podendo ser chamados de latrinas. Os tipos de latrinas usadas para o manejo de excrementos humanos são: latrinas de balde, fossa, compostagem, privadas de água e vasos sanitários com descarga. Segundo a literatura, os três primeiros tipos contaminam mais o ambiente do que os dois últimos, ainda assim é melhor do que a inexistência de nenhum dos tipos, o que obriga as pessoas a defecarem em arbustos e locais inadequados, que favorecem a transmissão da ascaridíase. No entanto, a simples existência dessas latrinas em uma comunidade não quer dizer que a taxa de transmissão de doenças seja menor, pois essa diminuição depende do costume de uso pela população e tratamento das mesmas (Asaolu e Ofoezie, 2003).

Estudos diferentes foram feitos com o objetivo de determinar o impacto do saneamento no controle de helmintíases, aqueles em que o saneamento foi avaliado isoladamente como forma de prevenção da ascaridíase demonstraram que a prevalência da ascaridíase caiu de 71 para 51% e sua intensidade média diminuiu em 60%. Já estudos que analisaram o impacto do saneamento junto com o abastecimento de água potável tiveram como resultados uma taxa entre 17,9 e 31,1% de diminuição na prevalência deste helminto e esses mesmos estudos

concluíram que ao diminuir as instalações sanitárias e o acesso à água potável ocorria um aumento entre 27 e 194,5% na prevalência de helmintíases. Por fim, foram feitos estudos que analisaram o impacto da aplicação de medidas de saneamento básico junto da intervenção com tratamento medicamentoso e os resultados foram impactantes, no Irã a intensidade de contaminação por helmintos caiu em mais 87%, por exemplo (Asaolu e Ofoezie, 2003).

Junto ao acesso à água potável, saneamento básico e terapias medicamentosas outra forma importantíssima de prevenção da ascaridíase é a educação em saúde que através da propagação do conhecimento sobre a helmintíase gera autonomia para que as pessoas possam adotar e divulgar as práticas e medidas profiláticas no seu dia a dia. As principais medidas profiláticas são o tratamento massal com medicamentos em crianças com idade escolar, orientação sobre a necessidade do saneamento básico e melhoras no mesmo, higienização das mãos antes de refeições e após brincadeiras ou ir ao banheiro, lavar em água corrente os alimentos que serão consumidos, consumir apenas água filtrada ou previamente fervida, impedir o contato de insetos com os alimentos, evitar o consumo de carnes mal passadas e por fim evitar andar descalço (Silva *et al.*, 2019).

Todas as informações a respeito da ascaridíase podem ser difundidas por diferentes metodologias de ensino em escolas, tornando as crianças agentes propagadores da informação em suas famílias, através de jogos educativos entre outras formas. Já pensando na comunidade como um todo, essas informações podem ser levadas através de peças teatrais com os membros da comunidade, da distribuição de panfletos, da aplicação de banners em locais específicos como nas UBS no caso do Brasil e até mesmo pela grande mídia como televisões, rádios, e pensando de forma contemporânea, em serviços de streaming (Silva *et al.*, 2019). Analisando isoladamente o impacto da educação em saúde, estudos demonstraram que a prevalência de *A. lumbricoides* caiu em mais de 26% e quando combinado com o tratamento medicamentoso obtiveram taxas entre 42 e 75% na queda da prevalência deste mesmo helminto (Asaolu e Ofoezie, 2003).

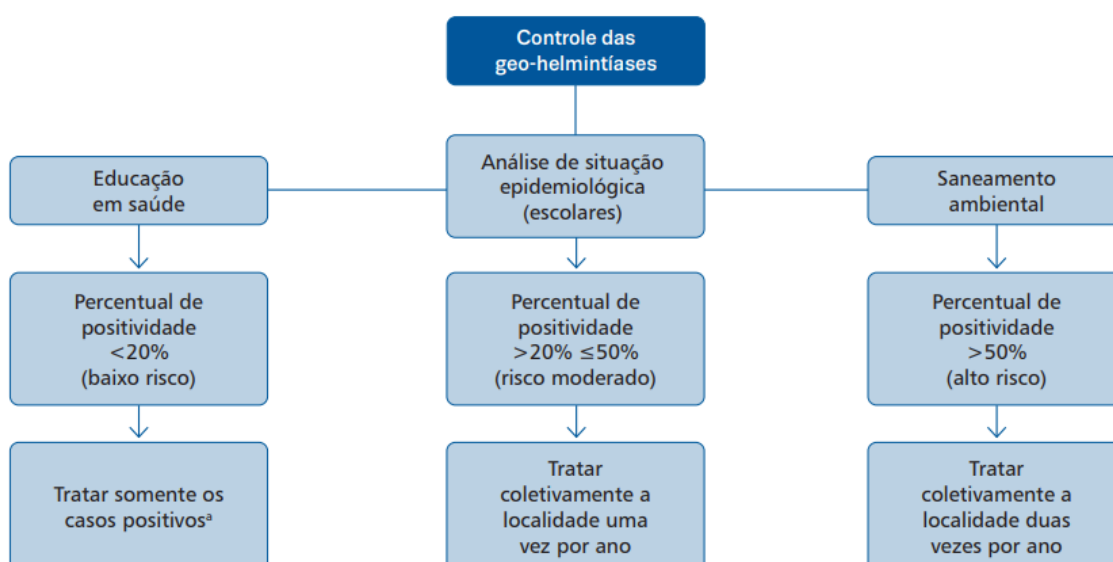
Por fim um programa de controle da ascaridíase, eficaz, deve então conter todas as formas de prevenção e tratamento da doença, começando pela educação em saúde, passando pelo investimento e preocupação constante dos órgãos públicos em fornecer água potável e acesso ao saneamento básico para toda a

população, principalmente aquelas em situação de vulnerabilidade socioeconômica. E finalizando com o uso de medicamentos de forma massal em crianças entre 9 e 14 anos em áreas endêmicas e do tratamento medicamentoso dos indivíduos infectados.

5.2.5.1 Estratégia de controle da ascaridíase do Ministério da Saúde Brasileiro

No Brasil, a estratégia adotada pelo Ministério da Saúde (MS) para o controle da ascaridíase é condizente com o recomendado na literatura. O plano inclui o uso dos medicamentos antiparasitários, as medidas de educação em saúde e desenvolvimento do saneamento. O MS recomenda o tratamento coletivo, já que este reduz a carga parasitária e a contaminação do ambiente, porém antes da definição de quem fará parte da terapia medicamentosa deve ser feito um estudo epidemiológico da população em questão a fim de determinar a porcentagem de positivados, este estudo é feito através do exame de fezes. Na figura 4, podemos ver as medidas recomendadas pelas autoridades de saúde de acordo com a porcentagem de positivados. Vale pontuar que o MS recomenda que o tratamento seja realizado pelos profissionais das UBS (Brasil, 2021).

Figura 4 – Algoritmo de controle das geohelmintíases.



A figura ilustra a metodologia de controle das geohelmintíases no Brasil. De acordo com o ministério da Saúde a estratégia de enfrentamento da ascaridíase, trichuríase e ancilostomíase com

medicamentos depende da porcentagem de positivados, sendo eles aqueles que tiveram ovos dos helmintos identificados em suas fezes.

Fonte: Guia de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (GVS-MS). Disponível em: [Guia de Vigilância em Saúde 2021.pdf — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](#)

5.3 Epidemiologia da ascaridíase

Visto que a ascaridíase possui ampla distribuição geográfica, é essencial entender seu comportamento diante de diferentes populações, locais e climas. Assim como em indivíduos de diferentes idades, morando em espaços geográficos diferentes e o impacto da densidade demográfica nos casos desta helmintíase.

5.3.1 No mundo

A ascaridíase atinge por volta de 30% de toda a população mundial, o que caracteriza essa helmintíase como a mais prevalente no mundo. Além de possuir ampla distribuição geográfica, são poucos os países onde não há a presença do *A. lumbricoides* e/ou o relato de casos de ascaridíase, geralmente esses são países com baixas temperaturas ambientes. Um estudo feito pela OMS em 1987 demonstrou que 900 milhões de pessoas ao redor do mundo estavam parasitadas pelo *A. lumbricoides* (Melo *et al.*, 2004).

Segundo Silva, Chan e Bundy (1997) cerca de 59 milhões de pessoas correm o risco de sofrer com alguma morbidade advinda da ascaridíase, das quais 12 milhões são doenças agudas que por sua vez resultam em 10 mil mortes todos os anos.

Dados mais recentes, de um estudo feito em 2010, aplicando informações do Global Atlas of Helminth Infection (GAHI) em modelos e abordagens empíricas de geostática, sugeriu que a prevalência de casos de ascaridíase era de 819,0 milhões de pessoas infectadas no mundo, com um intervalo de credibilidade de 95%, no quadro 3 podemos ver a prevalência média nacional da ascaridíase em alguns países.

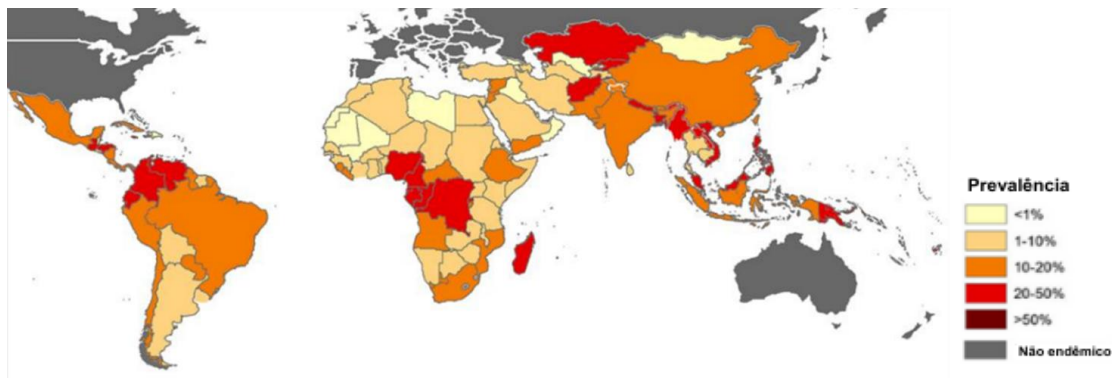
Quadro 3. Prevalência média nacional de ascaridíase em alguns países endêmicos.

País	Prevalência média nacional (%)
Camarões	30,8
Nigéria	25,4
Congo	38,8
Guiné Equatorial	38,8
Bangladesh	38,4
Malásia	41,7
Afeganistão	36,0
Venezuela	28,4
Colômbia	26,0
Equador	35,8
Cazaquistão	28,4
Quirguistão	23,7
Marrocos	8,0
Jordânia	19,2

Fonte: Adaptado de Pullan *et al.*, 2014.

No mesmo estudo feito em 2010, das geo-helminthíases abordadas, a ascaridíase teve a maior distribuição geográfica, o que podemos visualizar na figura 5. A ascaridíase também foi apontada pelos autores como a responsável pela morte de 2824 pessoas, no ano do estudo, uma porcentagem baixa do número total de infectados, cerca de 0,003%. Além de constatar que a incidência das geo-helminthíases teve uma queda expressiva de entre 1990 e 2010 nas regiões endêmicas ao redor do mundo, passando de 38,6% para 25,7%, o que representa uma queda de 140 milhões de infectados. Grande parte deste resultado é atribuído a República Popular da China, que saiu de 57,5% para 18,6% dos casos mundiais, em contrapartida na América Latina essa redução foi menor, saindo de 29,2% para 27,4%, uma queda menor que 3% (Pullan *et al.*, 2014).

Figura 5 - Distribuição geográfica da ascaridíase.



A figura ilustra, através de um sistema de classificação em seis faixas de prevalência, os casos da ascaridíase ao redor do mundo em 2010, sendo cada faixa representada por uma cor diferente de acordo com a legenda da própria figura.

Fonte: Parasites & Vectors, disponível em [Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010 | Parasites & Vectors | Full Text \(biomedcentral.com\)](http://www.biomedcentral.com/parasites-vectors/fulltext/10/1/1).

Pensando em faixa etária, algumas pesquisas epidemiológicas descobriram que as crianças são mais afetadas pela contaminação com o *A. lumbricoides* do que indivíduos de outras idades, o que pode ser explicado, entre outros motivos, pelo maior contato com ovos do helminto no momento de atividades recreativas em locais contaminados e pela resistência imunológica acumulada à infecção que os adultos desenvolvem (Scott, 2008). Essas mesmas pesquisas afirmaram que a carga parasitária em indivíduos de 5 a 15 anos são maiores, o que torna a morbidade nessa faixa etária maior também (Crompton, 2001).

Um estudo feito em Timis, uma cidade da Romênia localizada na Europa, afirmou que a cada 100.000 habitantes havia 90 pessoas com ascaridíase, em 2006. O mesmo estudo afirmou que a incidência da doença em regiões rurais foi significativamente superior à urbana onde a média de casos, no período de 1993 a 2006, na área rural foi de 262 e na urbana de 162, a cada 100.000 habitantes da cidade (Neghina *et al.* 2012).

Em Uganda, um país da África Ocidental, alguns estudos demonstraram que a precipitação pluviométrica e a temperatura da superfície terrestre foram fatores determinantes para a incidência da ascaridíase no local. Já em Sri Lanka, um país da Ásia, outros estudos demonstraram que o número de dias com chuva dentro de

um mês possui melhor correlação com a incidência de ascaridíase e a taxa de reinfeção do que a temperatura média mensal (Scott, 2008).

Com base na literatura os fatores de risco e as populações mais sujeitas a infecção com o *A. lumbricoides* são as crianças, habitantes de países tropicais e de áreas rurais, pessoas sem acesso ao saneamento básico, sem acesso a água potável e com hábitos ruins de higiene pessoal. E ainda temos fatores que podem influenciar e ainda precisam de maiores esclarecimentos baseados em dados científicos, como a incidência de dias chuvosos.

5.3.2 No Brasil

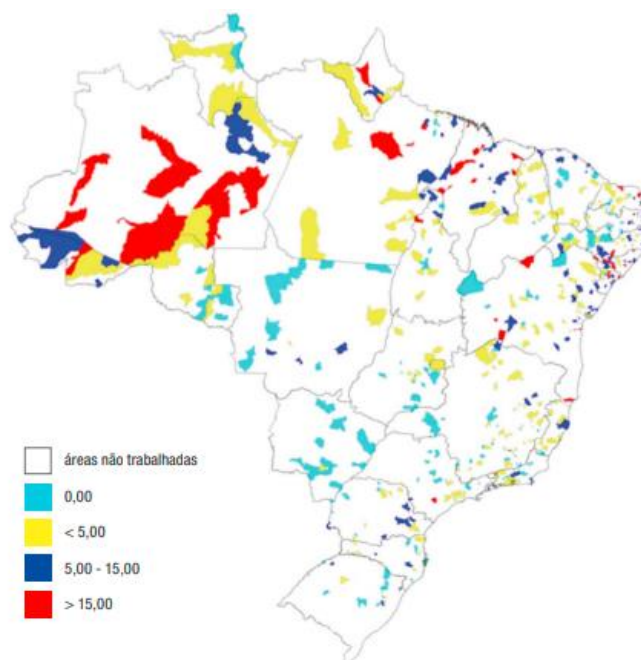
De acordo com os estudos paleoparasitológicos sabemos que o *A. lumbricoides* está presente no Brasil desde a pré-história e de acordo com Gonçalves e Araújo (2002) é uma espécie de nematoide humano bem-sucedido. As características climáticas, localização e a desigualdade social do Brasil, tornam o país ideal para o desenvolvimento e propagação deste helminto.

Segundo o Instituto Trata Brasil, em 2010, cerca de 19% da população brasileira não tinha acesso a água potável e 54,6% não tinha acesso a coleta de esgoto, a renda média das pessoas com saneamento naquele ano era de R\$1.591,03 e das populações sem esse acesso era de R\$270,59.

Um relatório divulgado em Minas Gerais pela Fiocruz em 2018 discutiu sobre a prevalência de algumas geo-helminthíases no Brasil. O estudo foi feito através da coleta de amostras de fezes de 220 mil escolares dentro da faixa etária de 7 a 17 anos, de ambos os sexos e com cobertura de 521 cidades de 26 estados do país e no Distrito Federal. Das 213.171 amostras coletadas apenas 197.564 foram incluídas nos resultados, já que algumas foram excluídas por conta da idade dos indivíduos, que estavam fora do intervalo determinado. Do total de amostras incluídas, 11.531 escolares positivaram para a ascaridíase, ou seja, foram encontrados ovos férteis de *A. lumbricoides* nas amostras de fezes, o que representa 6% da população estudada. Com os dados deste relatório conseguiram mapear quais são as regiões do Brasil com maior incidência de casos de ascaridíase, de acordo com a figura 6, sendo o norte e nordeste as regiões mais afetadas, onde o estado do Amazonas foi aquele com maior proporção de positivos na amostra estudada com 19,14%, seguido do Maranhão com 17,49%, já a região com menor incidência foi o centro oeste, onde foi registrada a menor taxa de

incidência de todo o país, com 0,14% no Mato Grosso do Sul. A porcentagem geral de positivos das regiões foram as seguintes, em ordem decrescente, região Norte com 10,80%, região Nordeste com 8,26%, região Sul com 3,71%, região Sudeste com 2,04% e Centro Oeste com 1,19% (Katz, 2018).

. **Figura 6** - Distribuição geográfica da ascaridíase no Brasil.



A figura ilustra a distribuição geográfica dos casos positivos, em porcentagem, de ascaridíase no Brasil.

Fonte: INPEG, disponível em [Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helmintíases \(fiocruz.br\)](http://www.fiocruz.br/inquero)

Um outro estudo feito no bairro São Remo (com 60.000 m²), na Zona Oeste de São Paulo, com 407 indivíduos, representando 8,84% de toda a população que a comunidade possuía, quando a pesquisa foi realizada, em 1991, com cerca de 4600 habitantes. A pesquisa resultou na identificação de 97 casos positivos, ou seja, 23,83% da amostra analisada possuía ascaridíase (Ferreira *et al.*, 1991). A prevalência registrada é considerada alta e atualmente representaria um grande problema de saúde pública para o município de São Paulo. Uma informação relevante que este estudo nos traz é o impacto da densidade demográfica na incidência de ascaridíase, por mais que o local esteja em um ambiente urbano e não rural, a quantidade de pessoas por metro quadrado aumenta as chances de

contaminação por *A. lumbricoides* e é mais um fator relacionado com a vulnerabilidade socioeconômica, que expõe populações a parasitoses.

Os dados mais recentes do Instituto Trata Brasil, de 2021, relatam que 15,8% da população brasileira continua sem acesso à água potável e 44,2% sem coleta de esgoto. Onde a renda média das pessoas com acesso ao saneamento é de R\$2.859,78 e daqueles sem este acesso é de R\$486,37.

5.3.3 Arqueoparasitologia

Estudos na área da paleoparasitologia, que buscam vestígios parasitológicos em achados arqueológicos ou paleontológicos, nos ajudam a entender o histórico a respeito de parasitas humanos como o *A. lumbricoides*. Essa área da ciência surgiu com Sir Marc Armand Ruffer, no século 20, que descreveu ovos de parasitas nos rins das múmias egípcias (Gonçalves *et al.*, 2002).

Arqueoparasitologistas afirmam que ovos de *A. lumbricoides* em sítios arqueológicos são comuns e que devido a resistência dos ovos da espécie são fáceis de identificar com processos paleoparasitológicos mesmo quando material mortal do hospedeiro são mal preservados. Há relatos de que gregos e romanos tinham familiaridade com a ascaridíase, embora os ovos mais antigos recuperados da espécie datam mais de 30 mil anos de idade, encontrados em Arcy-sur-Cure, Yonne na França (Loreille e Bouchet, 2003).

Os estudiosos dessa área acreditaram por muito tempo que o Novo Mundo pré-histórico, o que hoje é o continente americano, não possuíam doenças parasitárias antes das navegações de Cristóvão Colombo e da vinda dos europeus para o continente. Porém achados de ovos inférteis de *A. lumbricoides* no sítio de Los Gavilanes no Peru datados de 2.277 a.C. e nos sítios de Colorado Plateau do Arizona e Faulkner, onde foram encontrados vestígios do *A. lumbricoides* datados em cerca de 2.177 a.C. corroboram com hipóteses de que o helminto em questão tenha sido trazido para a América dos continentes africano, asiático e europeu antes da vinda de Colombo, por meio das rotas de povoamento da América, como a hipótese da Rota de Bering e da Rota Transpacífica (Loreille e Bouchet, 2003).

Os primeiros estudos paleoparasitológicos da América do Sul aconteceram no Brasil, com o Dr. Luiz Fernando Rocha Ferreira da Silva em 1978, que criou o nome da área no país, e junto com o Dr. Adauto José Gonçalves de Araújo em 1978 tiveram feitos e descobertas significativas (Novo e Ferreira, 2016).

Achados de 1980 e 1983 no sítio arqueológico Gruta do Gentio II, Unaí em Minas Gerais apresentaram vestígios de *A. lumbricoides* datados em aproximadamente 3.490 anos antes do presente (AP). Já em amostras do sítio arqueológico de Santa Elina no Mato Grosso foram identificados, em 1989, ovos de *A. lumbricoides* datados de 4.000 a 2.000 anos AP. Coprólitos dos sítios arqueológicos da Toca do Meio e Parque Nacional da Serra da Capivara no Piauí e Lapa Pequena em Minas Gerais, datados respectivamente em aproximadamente 8.800 e 8.000 anos AP, tiveram fragmentos de DNA do *A. lumbricoides* diagnosticados através da biologia molecular (Novo e Ferreira, 2016).

5.4 A pandemia de COVID-19

No final do ano de 2019 foi relatado à filial da OMS na China casos de infecção injustificada no trato respiratório inferior, o que se tornou o início de uma das maiores pandemias pela qual a humanidade passou até então. Em fevereiro de 2020 o agente causador dessas infecções foi identificado e denominado pelo International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV), ou em português Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus, como SARS-CoV-2 e a doença causada pelo mesmo como COVID-19 (Hassanpour e Nikbakht, 2021).

Segundo o MS a COVID-19 é transmitida pelo contato físico, por gotículas e/ou por aerossol, que também são gotículas, porém com moléculas menores. Formas de transmissão essas que tornaram a doença rapidamente pandêmica, com números expressivos e alarmantes no mundo todo. Ainda segundo o MS a infecção causada pelo SARS-CoV-2 apresenta variados sintomas de acordo com a gravidade da infecção, pode até mesmo ser assintomática, de acordo com o quadro 4.

Quadro 4. Gravidade dos casos e os sintomas causados pela infecção do SARS-CoV-2.

Gravidade da infecção	Sintomas
Assintomático	Ausência de sintomas
Caso Leve	Tosse, dor na garganta, anosmia, ageusia, desconforto abdominal, febre, fadiga e cefaleia
Caso moderado	Tosse e febre persistentes, adinamia, prostração, hiporexia, diarreia e presença de pneumonia
Caso grave	Síndrome respiratória aguda grave, em crianças temos

Caso crítico

casos de taquipneia, hipoxemia, dificuldade de se alimentar, desidratação, convulsões, disfunção da coagulação e aumento de enzimas hepáticas

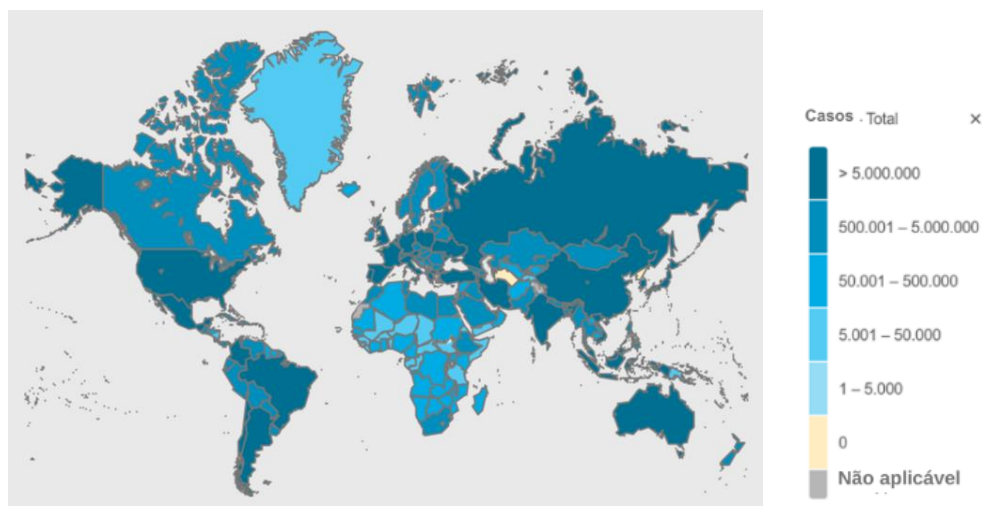
Sepse, síndrome do desconforto respiratório agudo, insuficiência respiratória grave e disfunção de múltiplos órgãos

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2022.

A COVID-19 pode gerar diversas complicações para os infectados, desde casos de olfato e paladar prejudicados até casos de falência respiratória seguida de óbito (Brasil, 2022).

Considerando o primeiro semestre de 2023, desde que a pandemia de COVID-19 começou foram registrados 769.774.646 casos da doença e 6.955.141 mortes causadas por ela ao redor do mundo, o que podemos ver nas figuras 7 e 8 (WHO, 2023).

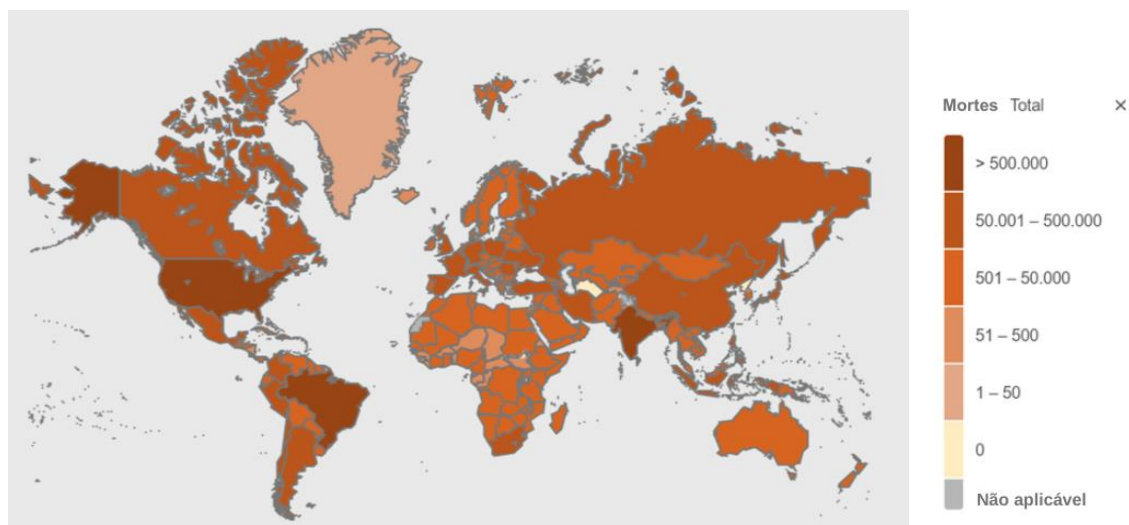
Figura 7 – Casos positivos de COVID-19 no mundo.



A figura ilustra a distribuição geográfica dos casos positivos de COVID-19 no mundo.

Fonte: WHO, disponível em covid19.who.int.

Figura 8 – Óbitos causados pela COVID-19 ao redor do mundo.

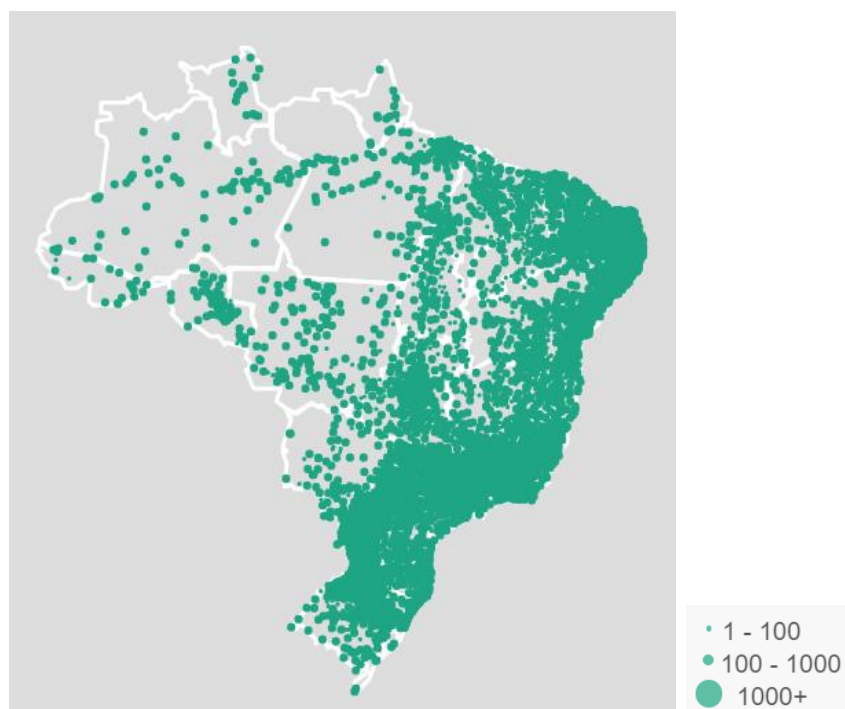


A figura ilustra a distribuição geográfica dos óbitos registrados e atribuídos a COVID-19 no mundo.

Fonte: WHO, disponível em covid19.who.int.

Considerando o mesmo período, no Brasil foram registrados 37.750.389 casos de COVID-19 e 705.054 óbitos em decorrência da doença, a distribuição destes registros pode ser observada nas figuras 9 e 10 (Brasil, 2023).

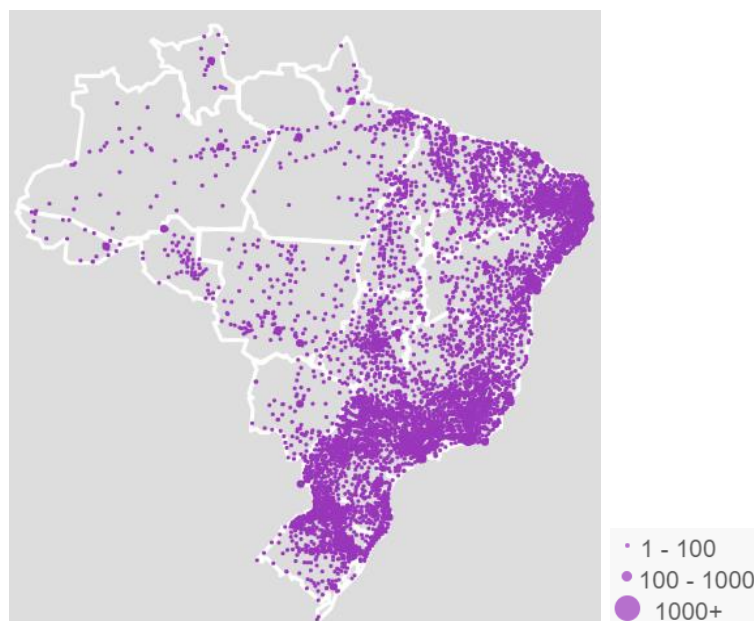
Figura 9 – Casos positivos de COVID-19 no Brasil.



A figura ilustra a distribuição geográfica dos casos positivos de COVID-19 no Brasil.

Fonte: BRASIL, disponível em covid.saude.gov.br.

Figura 10 – Óbitos causados pela COVID-19 no Brasil.



A figura ilustra a distribuição geográfica dos óbitos registrados e atribuídos a COVID-19 no Brasil.

Fonte: BRASIL, disponível em covid.saude.gov.br.

Com os esforços de toda a comunidade científica e do incentivo público e privado foram desenvolvidas vacinas contra a COVID-19 em tempo recorde e a pandemia começou a ser controlada no final de 2022. No mundo 5.150.248.528 pessoas foram vacinadas com a segunda dose ou com dose única, já no Brasil foram 173.065.096 pessoas, considerando do início das vacinações até o primeiro semestre de 2023 (WHO, 2023; Brasil, 2023).

5.4.1 Sistema imunológico diante da coinfeção de *A. lumbricoides* e SARS-Cov-2

Tendo em vista que a ascaridíase é a helmintíase mais prevalente do mundo e que a partir de 2019 se desenhou um quadro de pandemia da COVID-19, e que pessoas com comorbidades tiveram taxas de morbidade maiores que outros grupos é importante entender a relação entre as duas doenças. O MS não considerou as helmintíases como fatores de risco para a COVID-19 diferente da imunossupressão, que por sua vez pode ser causada pela infecção com *A. lumbricoides* (Brasil, 2022; Abdoli, 2020).

No geral a resposta imune induzida pela infecção com o *A. lumbricoides* é mediada pela resposta imune adaptativa, onde as células Th2 produzem IgG que neutralizam os parasitas, IgE que se ligam aos eosinófilos e aos mastócitos os

ativando e por fim citocinas como a IL-4, IL-5 e IL-13 são produzidas. Os eosinófilos ativados produzem citocinas que lesam as células dos parasitas, já os mastócitos induzem a produção de muco intestinal que atuam como barreira mecânica contra o parasita e aumenta o peristaltismo, auxiliando a eliminação dele através das fezes. As IL-4 e IL-13 também induzem a secreção de muco intestinal, assim como os mastócitos, e a IL-5 também ativa os eosinófilos, assim como o IgE (Scott, 2008; Abdoli, 2020).

O ambiente criado pelo sistema imunológico visando combater o *A. lumbricoides* leva a uma supressão da própria resposta imune contra patógenos intracelulares, como os vírus, que são obrigatoriamente intracelulares, sendo este o caso do SARS-CoV-2. Algumas doenças infecciosas tiveram sua gravidade aumentada quando os indivíduos eram parasitados por helmintos, sendo as mais descritas na literatura a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA)/Infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), a tuberculose e a malária. Além da gravidade, a suscetibilidade a essas infecções intracelulares também é maior nesses indivíduos (Scott, 2008; Abdoli, 2020).

A infecção com helmintos, assim como o *A. lumbricoides*, também podem influenciar na resposta adequada do organismo humano diante a aplicação de vacinas e conseqüentemente tornar os indivíduos parasitados mais sensíveis a outras doenças (Scott, 2008; Abdoli, 2020).

Tanto suscetibilidade e aumento da gravidade quanto a resposta inadequada a vacinas diante das helmintíases são possíveis que sejam causadas pela autorregulação do sistema imune, onde as interleucinas produzidas pelas células Th2, como as IL-4 e IL-10, que inibem a diferenciação das células TCD4 em Th1 e ainda bloqueiam a ação dessas células, as células Th1 são a responsáveis pela atividade imune inata, que atua contra vírus e bactérias (Scott, 2008).

Abdoli (2020) concluiu que a coinfeção de helmintos diminui a resposta do sistema imunológico diante o contato com o SARS-CoV-2, podendo aumentar a morbidade e mortalidade da COVID-19 no estágio inicial da doença.

Embora as interações descritas nos parágrafos anteriores não tenham sido refutadas, existem autores que apresentam uma outra perspectiva diante desta coinfeção, apresentando a hipótese de que a resposta do sistema imune induzida pela infecção de helmintos pode nem sempre ser negativa diante da infecção com SARS-CoV-2, onde os helmintos teriam um efeito atenuante na gravidade da

COVID-19, visto que diante da ascaridíase temos o aumento de células imune reguladoras e a redução de citocinas pró inflamatórias (Hays *et al.*, 2020). Algo semelhante foi abordado por Scott (2008), que aponta evidências de que a resposta mediada por Th2 diante da infecção por *A. lumbricoides* tem efeito positivo e mitigador diante de uma resposta agressiva e patogênica induzida pelas células Th1, como em casos de rinite alérgica, asma e até mesmo diante de alergias alimentares.

5.4.2 O uso irracional de antiparasitários durante a pandemia de COVID-19

Durante a pandemia de COVID-19, em especial no Brasil, houve a disseminação de muitas informações falsas a respeito do uso de medicamentos, já existentes, no tratamento de COVID-19. O uso e prescrição do que ficou popularmente conhecidos como “Kit-covid” foi muitas vezes incentivado através de mídias sociais, embora não houvesse nenhum embasamento científico da eficácia destes medicamentos contra o SARS-CoV-2. O uso irracional de medicamentos é uma prática preocupante e representa outro grande problema de saúde pública, que foi impulsionado durante a pandemia de COVID-19 (Pereira *et al.*, 2021).

Embora os medicamentos preconizados para o tratamento e controle da ascaridíase não tenham sido foco e seu uso impulsionado durante a pandemia de COVID-19, um medicamento que teve destaque nesse cenário foi a Ivermectina, outro antiparasitário, que também apresenta ação contra o *A. lumbricoides*, de acordo com sua bula. As vendas de Ivermectina alavancaram de 2019 para 2020, passando de R\$ 44 para R\$ 409 milhões em um ano, o que pode ser explicado em parte pela distorção do resultado de pesquisas que apontaram a eficácia da Ivermectina em interromper a replicação viral do SARS-CoV-2 *in vitro*. A Ivermectina é um medicamento seguro, porém o seu uso inadequado apresenta riscos de hepatotoxicidade e neurotoxicidade, somente em novembro de 2020 foram notificados 25 casos de Reação Adversa a Medicamento (RAM) pelo uso de ivermectina (Pereira *et al.*, 2021).

6 CONCLUSÃO

Embora a ascaridíase seja uma doença conhecida há bastante tempo, com indicativos de que a relação parasitária entre o *A. lumbricoides* e os humanos aconteça há cerca de 30 mil anos, pouco se discute sobre ela, levando em consideração sua ampla distribuição geográfica, suas consequências, seu impacto na qualidade de vida dos acometidos pela doença e principalmente na saúde pública.

A negligência atrelada ao tipo de doença como a ascaridíase é apenas um dos sintomas da desigualdade social, que cada vez mais pesa sobre aqueles com menor poder aquisitivo, aumentando a distância entre a pobreza e os direitos humanos.

Pouco se investe em inovações que busquem combater a ascaridíase e a disseminação do *A. lumbricoides*. Há poucas linhas de pesquisa desenvolvendo novos medicamentos contra esta helmintíase que apesar de contar com medicamentos com boa eficácia ainda há uma lacuna quando pensamos em medicamentos que evitem a reinfecção com o parasita, que seriam de extrema valia em programas de controle da ascaridíase.

Até mesmo o acesso a informações relacionadas a esta doença é difícil, com poucos dados atuais, mesmo sendo a helmintíase mais recorrente do mundo não há programas de avaliação contínua da ascaridíase no Brasil, pois se trata de uma doença que não tem notificação obrigatória. Sem essas informações pouco se sabe sobre a progressão atual da doença que pode vir a pegar uma comunidade de surpresa e se tornar um problema de saúde pública ainda maior.

Em períodos de pandemia, como a causada pela COVID-19, enxergamos o impacto que o incentivo público e privado tem no enfrentamento de uma doença. Os primeiros casos de COVID-19 foram registrados no final de 2019 e com um ano, no final de 2020, já havia países registrando a aplicação das primeiras doses de vacina contra o SARS-CoV-2, embora esta seja uma pauta para outra grande discussão. O ponto aqui é que diante de uma doença que não acomete somente países subdesenvolvidos, pessoas pobres e com impacto financeiramente significativo, fazendo grandes companhias repensarem no seu negócio, houve investimento em pesquisas e inovações para o seu enfrentamento.

É necessário mais incentivo financeiro no enfrentamento da ascaridíase, colocando cada vez mais membros da comunidade científica nesta área e com os

insumos necessários para o seu trabalho, além da conscientização da indústria farmacêutica que tem um papel fundamental neste tema. Assim teremos novos medicamentos, novos métodos de diagnóstico, maior conscientização popular com disseminação da informação em mídias com grande alcance, programas de controle mais eficazes e conseqüente a diminuição na quantidade de pessoas acometidas por essa infecção no mundo.

É necessário também elucidar os efeitos e o impacto da coinfeção do *A. lumbricoides* e do SARS-CoV-2, buscando dados com os quais a comunidade científica possa definir se ela é ou não potencialmente perigosa, pois assim por exemplo, estaria na lista de comorbidades da COVID-19 e pessoas com infecções helmínticas preexistentes teriam prioridade na campanha de vacinação. Um atenuante que podemos considerar, neste ponto específico, é a faixa etária da população mais acometida pela gravidade de cada doença, que estão em extremos opostos, já que a ascaridíase acomete mais crianças e a COVID-19 tem maior periculosidade para a população idosa.

REFERÊNCIAS

ABDOLI, A. Helminths and COVID-19 Co-Infections: A Neglected Critical Challenge. **ACS Pharmacol Transl Sci**, [S. l.], p. 1039-1041, 2020. Disponível em: doi.org/10.1021/acsptsci.0c00141. Acesso em: 20 ago. 2023.

ANDRADE, E. C. *et al.* Parasitoses intestinais: Uma revisão sobre seus aspectos sociais, epidemiológicos, clínicos e terapêuticos. **Rev. APS**, Juiz de Fora, v. 13, n. 2, p. 231-240, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14508>. Acesso em: 11 mar. 2023.

ANDRADE JÚNIOR, F. P. *et al.* Ascaridíase, himenolepíase, amebíase e giardíase: Uma atualização. *Educação, ciência e saúde*, v. 7, n. 1, p. 234-250, 2020. Disponível em: doi.org/10.20438/ecs.v7i1.204. Acesso em: 12 mar. 2023.

ASAOLU, S. O.; OFOEZIE, I. E. The role of health education and sanitation in the control of helminth infections. **Acta Tropica**, [S. l.], p. 283-294, 2003. Disponível em: [doi.org/10.1016/S0001-706X\(03\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(03)00060-3). Acesso em: 8 abr. 2023.

BARONE, A.; FERNANDES, A. **Nematelmintos intestinais: *Ascaris lumbricoides*; *Enterobius vermicularis*; *Trichuris trichiura***. ProfBio (Professor de biomedicina). 2015. Disponível em: http://www.profbio.com.br/aulas/parasito2_02.pdf. Acesso em: 28 jan. 2023.

BERNARDES, H. M. S. **Comparação dos Métodos de Lutz, Willis e Kato-Katz no diagnóstico de helmintos intestinais (Uberlândia, MG)**. Orientador: Oswaldo Marçal Júnior. Dissertação (Mestrado em Imunologia e Parasitologia Aplicadas) - Universidade Federal de Uberlândia, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27223>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BRASIL. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Hospitais Universitários Região Sudeste HC-UFMG - Hospital das Clínicas da UFMG. **Fibrose hepática, 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao->

sudeste/hc-ufmg/ensino-e-pesquisa/novo-unidade-de-gestao-da-pesquisa/centro-de-pesquisa-clinica-1/area-do-administrador/fibrose-hepatica. Acesso em: 11 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus Brasil: Painel coronavírus. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/m/malaria/arquivos/2022/guia-de-vigilancia-em-saude-2021.pdf/view>. Acesso em: 9 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de vigilância epidemiológica. Secretaria de Vigilância em Saúde. Emergência de saúde pública de importância nacional pela doença pelo coronavírus 2019 – covid-19. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/publicacoes-tecnicas/guias-e-planos/guia-de-vigilancia-epidemiologica-covid-19/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças Infecciosas e Parasitárias: Guia de bolso**. 4. ed. Ampliada. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_bolso_4ed.pdf. Acesso em: 11 fev. 2023.

CARLI, G. A de. **Parasitologia Clínica**: Seleção de Métodos e Técnicas de Laboratório para o Diagnóstico das Parasitoses Humanas. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 810 p. Acesso em: 28 jan. 2023.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC (USA). DPDx - Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern. Ascariasis: *Ascaris lumbricoides*. In: *Ascariasis*. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html#print>. Acesso em: 28 jan. 2023.

COELHO, L. F. *et al.* **Atlas Virtual de Parasitologia: *Ascaris lumbricoides***, 2016. Disponível em: <http://atlasparasitologia.sites.uff.br/?cat=17>. Acesso em: 28 jan. 2023.

CORRÊA, D. M. *et al.* Tópicos especiais em ensino de biologia 1 - biodiversidade. **Ensino em biologia**. Catalão: UAE IBIotec, Área de Ciências Biológicas na Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, 2017. Disponível em: <https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/ensino-de-biologia/Mod4Cap2/conteudo/3-9.html>. Acesso em: 28 jan. 2023.

CROMPTON, D.W.T. *Ascaris* and ascariasis. **Advances in Parasitology**, [S. l.], v. 48, p. 285-375, 2001. Disponível em: [doi.org/10.1016/S0065-308X\(01\)48008-0](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(01)48008-0). Acesso em: 11 fev. 2023.

ESTEVES, A. M. **Ascarididae**. Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. 2023. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/45620>. Acesso em 28 jan. 2023.

FERREIRA, C. S. *et al.* Prevalência e intensidade de infecção por *Ascaris lumbricoides* em amostra populacional urbana (São Paulo, SP). **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], p. 82-89, 1991. Disponível em: doi.org/10.1590/S0102-311X1991000100007. Acesso em: 12 fev. 2023.

GONÇALVES, M. L. C. *et al.* Paleoparasitologia no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], p. 191-196, 2002. Disponível em: doi.org/10.1590/S1413-81232002000100018. Acesso em: 6 ago. 2023.

GUIDELINES on sanitation and health. Geneva: **World Health Organization**; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

HAGEL, I.; GIUSTI, T. *Ascaris lumbricoides*: An Overview of Therapeutic Targets. **Infectious Disorders - Drug Targets**, v. 10, n. 5, p. 349-367, 2010. Disponível em: doi.org/10.2174/187152610793180876. Acesso em: 2 abr. 2023.

HASSANPOUR, S. H.; NIKBAKHT, J. A Comprehensive Review on Covid-19. **Zahedan Journal of Research in Medical Sciences**, v. 23, n. 4, e109853, 2021. Disponível em: doi.org/10.5812/zjrms.109853. Acesso em: 20 ago. 2023.

HAYS, R. *et al.* Helminth coinfection and COVID-19: An alternate hypothesis. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 8, e0008628, 2020. Disponível em: doi.org/10.1371/journal.pntd.0008628. Acesso em: 26 ago. 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL: Saneamento é Saúde, 2018. Disponível em: tratabrasil.org.br. Acesso em: 6 ago. 2023.

JAREMCZUK, V. Comparações morfológicas e fisiológicas entre os diversos grupos que formam o reino animal. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, v. 11, p. 1-38, 2010. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_unicentro_cien_pdp_vanda_jaremczuk.pdf. Acesso em: 28 jan. 2023.

KATZ, N. Inquérito nacional de prevalência da esquistossomose mansoni e geohelmintíases. **Arca Fiocruz**, [S. l.], p. 1-76, 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25662>. Acesso em: 12 fev. 2023.

KATZ, N. Método Kato-Katz original, 2015. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/video/metodo-kato-katz-original-por-naftale-katz>. Acesso em: 12 mar. 2023.

LELES, D. *et al.* Are *Ascaris lumbricoides* and *Ascaris suum* a single species? **Parasites Vectors**, [S. l.], 2012. Disponível em: doi.org/10.1186/1756-3305-5-42. Acesso em 28 jan. 2023.

LOREILLE, O.; BOUCHET, F. Evolution of ascariasis in humans and pigs: a multidisciplinary approach. **Memorial Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, p. 39-46, 2003. Disponível em: doi.org/10.1590/S0074-02762003000900008. Acesso em: 6 ago. 2023

MARTINEZ, J. A. B. *et al.* Dispneia. **Medicina Ribeirão Preto**, v. 37, n.3-4, p. 199-207, Julho-Dezembro, 2004. Simpósio Semiologia. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4872006/mod_resource/content/1/DISPNEIA.pdf. Acesso em: 11 mar. 2023.

MASSARA, C. L.; ENK, M. J. Treatment options in the management of *Ascaris lumbricoides*. **Expert Opin Pharmacother**, v. 5, n. 3, p. 529-539, 2004. Disponível em: doi.org/10.1517/14656566.5.3.529 Acesso em: 2 abr. 2023.

MEDEIROS, C. S. **Varredura molecular de polimorfismos associados à resistência aos benzimidazóis em *Ascaris lumbricoides***. Dissertação (Mestre em Parasitologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34638>. Acesso em: 8 jul. 2023.

MELO, M. C. B. *et al.* Parasitoses intestinais. **Rev. Med. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 14, (1 supl.1), p. S1-S10, 2004. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3638224/mod_folder/content/0/Parasitose%20interninal%202.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

MENDES, D. M. *et al.* Eosinofilia. **Revista brasileira de alergia e imunopatologia**, p. 84-91, 2000. Disponível em: <http://www.sbai.org.br/revistas/Vol232/eosino.htm>. Acesso em: 11 mar. 2023.

NEGHINA, R. *et al.* Epidemiology of ascariasis, enterobiasis and giardiasis in a Romanian western county (Timis), 1993–200. **Acta Tropica**, Victor Babes University of Medicine and Pharmacy, 2 Eftimie Murgu Square, 300041 Timisoara, Romania, p. 1-4, 22 out. 2012. Disponível em: doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.10.005. Acesso em: 11 fev. 2023.

NEVES, D. P. *et al.* **Parasitologia Humana**. 11. ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 2005. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3850906/mod_resource/content/1/2005_%28Pereira-Neves%29_Parasitologia_Humana_11ed.pdf. Acesso em: 8 jul. 2023.

NOVO, S. P. C.; FERREIRA, L. F. The Paleoparasitology in Brazil and Findings in Human Remains from South America: A Review. **The Korean Journal of Parasitology**, p. 573-583, 2016. Disponível em: doi.org/10.3347/kjp.2016.54.5.573. Acesso em: 6 ago. 2023.

OLIVEIRA, B. A. S. **Diagnóstico automático de ovos de parasitos intestinais humanos a partir de imagens microscópicas utilizando Redes Neurais Convolucionais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/40064>. Acesso em: 8 jul. 2023.

OLIVEIRA, G. A. *et al.* **Síndrome de Loeffler relacionada às parasitoses intestinais**, 2022. In: XIX Encontro Anual de Iniciação Científica da Unipar. Disponível em: https://eic.unipar.br/2020/trabalhos_view.php?id=21742. Acesso em 29 jan. 2023.

PATRIARCHA, A.P. **Parasitismo por Ascaris lumbricoides: abordagem teórica**. 2012. 33. f. 2012. Monografia de conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia). Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA. Ariquemes: RO, 2012.

PÊGO, L. A. G. **Ascaridíase ectópica**. Orientador: Adriana Oliveira Costa. Monografia (Especialização em Análises Clínicas e Toxicológicas) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Faculdade de Farmácia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/39566>. Acesso em: 12 mar. 2023.

PEREIRA, S. J. C. *et al.* O uso irracional de medicamentos na pandemia da COVID-19 e o papel do farmacêutico na sua prevenção. **Revista Artigos.Com**, [S. l.], p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/download/9118/5600>. Acesso em: 26 ago. 2023.

PULLAN, R. L. *et al.* Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. **Parasites & Vectors**, [S. l.], v. 7, Article

number 37, 19 p., 2014. Disponível em: doi.org/10.1186/1756-3305-7-37. Acesso em: 23 jul. 2023.

REY, L. **Parasitologia**: Parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Disponível em: <https://www.meulivro.biz/parasitologia/1354/re-y-parasitologia-4-ed-pdf/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

SANT'ANNA, L. M. L. *et al.* Estudo comparativo de técnicas parasitológicas baseada no princípio de sedimentação espontânea (Hoffman) e Parasitokit®. **Scire Salutis**, [S. l.], p. 6-15, 2013. Disponível em: doi.org/10.6008/ESS2236-9600.2013.001.0001. Acesso em: 12 mar. 2023.

SCOTT, M. E. *Ascaris lumbricoides*: A Review of Its Epidemiology and Relationship to Other Infections. **Annales Nestlé**, Institute of Parasitology, McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada, v. 66, n. 1, p. 7-22, 2008. Disponível em: doi.org/10.1159/000113305. Acesso em: 12 fev. 2023.

SILVA, E. P. *et al.* *Ascaris lumbricoides*, quais os danos causados por essa enfermidade nas crianças? **Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde (RBPeCS)**, v. 6, n. 11, p. 19-24, 2019. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/RBPeCS/article/view/841>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SILVA, N. R. *et al.* Morbidity and mortality due to ascariasis: re-estimation and sensitivity analysis of global numbers at risk. **Tropical Medicine and International Health**, v. 2, n. 6, p. 519–528, 1997. Disponível em: doi.org/10.1046/j.1365-3156.1997.d01-320.x. Acesso em: 23 jul. 2023.

TEIXEIRA, A. G. S. *et al.* Os efeitos do saneamento básico precário para o aumento da *Ascaris lumbricoides*. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 10, p. 34-40, 2018. Disponível em: doi.org/10.6084/m9.figshare.8285435. Acesso em: 25 jun. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Geneva, 2023. Cases [Dashboard]. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 20 ago. 2023.