

REVISÃO E SÍNTESE

Geo-helmintíases no Rio Grande do Sul: uma análise a partir da perspectiva de Saúde Única

Marina Ziliotto¹, Joel Henrique Ellwanger¹, José Artur Bogo Chies¹

Resumo: Os helmintos intestinais *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e os ancilostomídeos *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* apresentam importante relevância em termos de saúde pública no Brasil, sendo associados com deficiências nutricionais, problemas gastrointestinais e déficits no desenvolvimento infantil. Essas espécies são conhecidas conjuntamente como geo-helmintos, pois o solo (*geo*) exerce papel importante na transmissão e no desenvolvimento desses parasitas. A contaminação ambiental por ovos e larvas de geo-helmintos é particularmente comum em áreas com problemas de distribuição de água potável e no tratamento de esgoto. Humanos infectados por *A. lumbricoides*, *T. trichiura* e ancilostomídeos podem liberar uma grande quantidade de ovos dos parasitas nas fezes, facilitando a contaminação ambiental. Outros geo-helmintos, como *Toxocara canis*, *Toxocara cati* e *A. caninum*, possuem animais domésticos como hospedeiros definitivos e a contaminação ambiental por fezes de cães e gatos facilita a ocorrência de zoonoses, como a larva *migrans*. As geo-helmintíases são endêmicas no Brasil, mas as informações sobre geo-helmintos no estado do Rio Grande do Sul são escassas e geralmente estão descritas na literatura de forma fragmentada. Dessa forma, este artigo revisa, integra e discute dados e informações sobre geo-helmintos no Rio Grande do Sul, com base em estudos realizados com amostras humanas, animais e ambientais, em uma estratégia alinhada à perspectiva de Saúde Única. Os potenciais impactos das alterações ambientais observadas no Rio Grande do Sul sobre a ocorrência das geo-helmintíases também são abordados neste artigo.

Palavras-chave: helmintos, meio ambiente, parasitas, saúde pública, zoonoses.

1 - Laboratório de Imunobiologia e Imunogenética, Departamento de Genética, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (marinaztto@gmail.com; joel.ellwanger@gmail.com; jabchies@terra.com.br).

Abstract: The intestinal helminths *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* and the hookworms *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus* have strong public health relevance in Brazil, being associated with nutritional deficiencies, gastrointestinal problems and deficits in child development. These species are collectively known as soil-transmitted helminths, as the soil plays an important role in the transmission and development of these parasites. Environmental contamination by soil-transmitted helminth eggs and larvae is particularly common in areas with problems in potable water distribution and/or in sewage treatment systems. Humans infected with *A. lumbricoides*, *T. trichiura* and hookworms can release a large amount of parasite eggs in their feces, facilitating environmental contamination. Other soil-transmitted helminths, such as *Toxocara canis*, *Toxocara cati* and *A. caninum*, have domestic animals as definitive hosts. Therefore, environmental contamination by feces of dogs and cats facilitates the occurrence of zoonoses, such as larva migrans. Soil-transmitted helminth infections are endemic in Brazil, but information on soil-transmitted helminths in the Rio Grande do Sul State is scarce and is usually described in the literature in a fragmented way. Thus, this article reviews, integrates and discusses data and information on soil-transmitted helminths in the Rio Grande do Sul, based on studies carried out with human, animal and environmental samples, in a strategy aligned with the One Health perspective. The potential impacts of environmental changes observed in the Rio Grande do Sul on the occurrence of soil-transmitted helminths are also addressed in this article.

Keywords: helminths, environment, parasites, public health, zoonoses.

Introdução

Aspectos básicos sobre os geo-helmintos

As geo-helmintíases representam um grupo de doenças parasitárias causadas pelos parasitas intestinais *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos, sendo *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* as espécies de ancilostomídeos que apresentam maior relevância em termos de saúde pública no Brasil. Os geo-helmintos são nematódeos que apresentam parte do ciclo de desenvolvimento no ambiente, mais especificamente no solo (*geo*), de onde é derivado o termo “geo-helminto” (no inglês, *soil-transmitted helminth*). O solo contaminado com ovos e larvas desses parasitas possui papel importante na transmissão das geo-helmintíases para os humanos. Os humanos são os principais hospedeiros definitivos dos geo-helmintos, bem como seus reservatórios, não sendo incomum um mesmo indivíduo estar infectado por mais de uma espécie de geo-helminto, condição conhecida como poliparasitismo^{1,2}.

Apesar de cada espécie de parasita apresentar particularidades biológicas e ecológicas, eles compartilham uma série de características: (I) apresentam semelhança na distribuição geográfica; (II) os grupos populacionais afetados pelos diferentes parasitas são semelhantes; (III) os tratamentos utilizados para as infecções são os mesmos; (IV) as técnicas utilizadas para o diagnóstico parasitológico são as mesmas ou similares; (V) as condições sócio-ambientais associadas à infecção são semelhantes; (VI) alguns efeitos da infecção sobre a saúde humana, como a anemia e problemas gastrointestinais, são comuns a diferentes geo-helmintos; e (VII), como mencionado anteriormente,

são helmintos que apresentam parte do ciclo de desenvolvimento no solo, o qual possui papel relevante na transmissão desses parasitas².

Em decorrência da perda de massa magra, deficiências nutricionais e problemas gastrointestinais associados com a presença dos parasitas no trato gastrointestinal, as geohelmintíases podem causar anemia gestacional e perda de capacidade produtiva do indivíduo afetado na idade adulta. Porém, as geo-helmintíases são mais preocupantes quando ocorrem em crianças, pois nesse grupo podem causar sérios problemas de desenvolvimento, afetando crescimento, aprendizado e cognição. A intensidade dos sinais e sintomas dessas parasitoses varia conforme fatores associados ao hospedeiro, como estado nutricional e características genéticas, e carga de infecção, geralmente significando o número de parasitas presentes no hospedeiro e indicada pelo número de ovos presentes nas fezes³⁻⁶. A **Figura 1** resume as principais consequências decorrentes da infecção por geo-helmintos.

Ascaris lumbricoides

Ascaris lumbricoides (no inglês, *roundworm*) é um parasita intestinal cosmopolita, apresenta aspecto alongado e cilíndrico e é popularmente conhecido no Brasil como “lombriga” (**Figura 2**). Nas formas adultas, os parasitas machos medem de 15 a 25 cm e as fêmeas de 20 a 40 cm⁷. A infecção por *A. lumbricoides* ocorre quando humanos ingerem acidentalmente os ovos do parasita, geralmente através do consumo de alimentos contaminados ou pelo contato com o solo onde os ovos estão depositados. A contaminação ambiental acontece através das fezes de um hospedeiro humano infectado. Um indivíduo parasitado por *A. lumbricoides* pode liberar no ambiente mais de 200 mil ovos por dia, valor este considerando-se um único parasita. Os ovos podem estar ou não fertilizados, dependendo da presença de parasitas de ambos os sexos no lúmen do hospedeiro. O desenvolvimento dos ovos fertilizado em ovos embrionados (contendo larvas infectantes) vai depender de condições ambientais apropriadas (umidade e temperatura do solo, entre outras)^{1,7,8}.

Após serem ingeridos acidentalmente por um novo hospedeiro humano, os ovos embrionados (medindo 90µm x 45µm) de *A. lumbricoides* chegam até o trato gastrointestinal, onde as larvas emergem (medindo 250µm x 14µm) e penetram a parede intestinal, atingindo a circulação sanguínea e chegando até os pulmões. Alternativamente, as larvas podem atingir os pulmões através da migração visceral. Já nos pulmões, as larvas passam por um período obrigatório de maturação que dura de 10 a 14 dias. No tecido pulmonar, as larvas crescem consideravelmente e passam por uma mudança na sua “assinatura transcriptômica” (perfil de expressão de proteínas). Apesar da migração da larva para o tecido pulmonar ser essencial ao desenvolvimento do parasita, o motivo da maturação acontecer especificamente nos pulmões não está elucidado. Após esse período de maturação, as larvas penetram as paredes alveolares e migram até a faringe, sendo

deglutidas pelo hospedeiro. Após chegarem ao intestino delgado, as larvas podem se desenvolver em parasitas adultos (medindo em torno de 15cm), vivendo de um a três anos. Em caso de infecção severa, as larvas podem causar deficiências nutricionais, obstrução intestinal, alteração da microbiota intestinal, entre outros problemas. A infecção por parasitas de ambos os sexos permite o acasalamento e a liberação de ovos fertilizados nas fezes humanas, reiniciando o ciclo biológico do parasita^{1,3,7-10}.



Figura 1. Principais consequências decorrentes da infecção por geo-helmintos. As formas adultas de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e um exemplar de ancilostomídeo (*Ancylostoma duodenale*) estão representados na figura. Figura elaborada pelos autores com o auxílio da plataforma Servier Medical Art (<https://smart.servier.com/>).

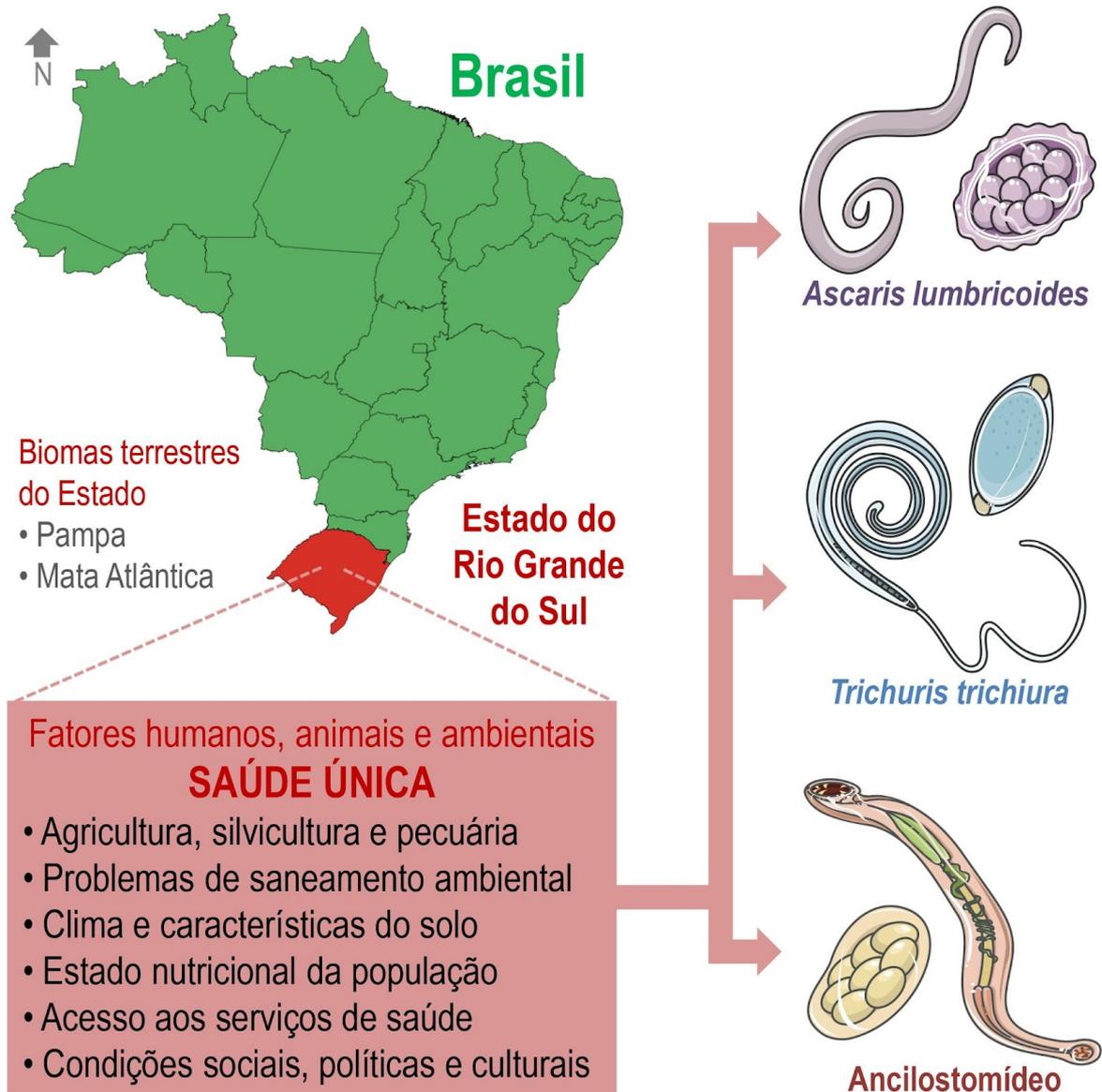


Figura 2. As formas adultas de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e um exemplar de ancilostomídeo (*Ancylostoma duodenale*) estão representados na figura, junto aos seus respectivos ovos. Aspectos humanos, ambientais e animais influenciam a distribuição e carga das estruturas parasitárias de *A. lumbricoides* (ovos), *T. trichiura* (ovos) e dos ancilostomídeos (ovos e larvas) nos biomas terrestres do Rio Grande do Sul (RS), assim como de geo-helminths zoonóticos como *Toxocara canis*, *Toxocara cati*, entre outros (não representados na figura). Fatores humanos, animais e ambientais também influenciam o risco de transmissão dos geo-helminths entre as populações humanas. Ressalta-se que características geoclimáticas, políticas e socioeconômicas também ajudam a explicar diferenças na prevalência das geo-helminthíases observadas em diferentes regiões do RS e em relação a outros estados brasileiros. Figura elaborada pelos autores com o auxílio das plataformas Servier Medical Art (<https://smart.servier.com/>) MapChart (<https://www.mapchart.net>).

Trichuris trichiura

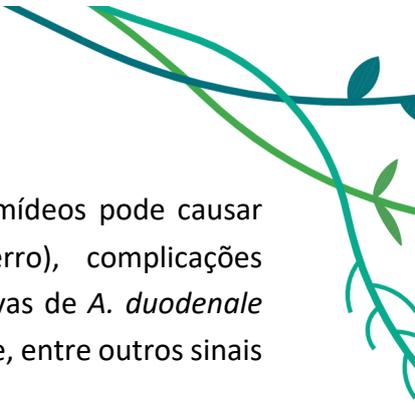
Assim como acontece com *A. lumbricoides*, a infecção por *T. trichiura* (no inglês, *whipworm*, verme “chicote” - em decorrência de seu aspecto morfológico; **Figura 2**) ocorre após ingestão acidental dos ovos dos parasitas presentes em alimentos ou pelo contato oral com o solo. A contaminação tanto do solo como de alimentos com os ovos de *T. trichiura* se dá pelas fezes de um hospedeiro humano parasitado^{1,11}.

Os ovos de *T. trichiura* passam por um estágio de desenvolvimento no solo após serem liberados no ambiente, tornando-se ovos embrionados, contendo larvas infectantes. Após esses ovos serem ingeridos por um novo hospedeiro, as larvas eclodem no intestino delgado e maturam junto às vilosidades intestinais. Os parasitas adultos vivem no cécum e cólon ascendente, alimentando-se de sangue e nutrientes do hospedeiro. Um parasita adulto mede entre 2,5 e 4 cm e vive em torno de um ano. Parasitas de ambos os sexos são geralmente encontrados no intestino humano, permitindo o acasalamento. As fêmeas podem liberar entre 3 e 20 mil ovos por dia. Infecções severas podem causar anemia e problemas gastrointestinais, incluindo diarreia, dor abdominal e prolapso retal^{1,11,12}.

Ancilostomídeos

A infecção por ancilostomídeos (*Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*), conhecidos no inglês como *hookworms* (vermes “gancho” devido ao aspecto morfológico; **Figura 2**), acontece através da penetração de larvas dos parasitas na pele do hospedeiro humano. As larvas de ancilostomídeos são encontradas no solo e originam-se de ovos liberados no ambiente nas fezes de um hospedeiro humano parasitado. Após um período de maturação no solo sob condições de temperatura, sombreamento e umidade adequadas, larvas rhabditóides (de vida livre e não infectantes) eclodem dos ovos. As larvas rhabditóides podem se desenvolver em larvas filarióides (infectantes), processo também dependente de condições adequadas do solo. Novos hospedeiros humanos podem entrar em contato com as larvas filarióides ao andarem descalços no ambiente, sentarem no chão com as nádegas descobertas ou através da manipulação de solo ou vegetação contendo as larvas^{1,13,14}.

Após penetrarem o tecido cutâneo, as larvas de ancilostomídeos atingem a circulação sanguínea, chegam até o coração e então acessam os pulmões, de onde migram até a faringe e são deglutidas pelo hospedeiro. As larvas desenvolvem-se em parasitas adultos após atingirem o intestino delgado, onde se fixam à parede intestinal, alimentando-se de sangue e tecidos do hospedeiro. Usualmente os parasitas adultos medem 2,5 cm e vivem de um a dois anos, mas períodos de vida maiores que esses podem ser observados. Na presença de parasitas de ambos os sexos, acontecerá o acasalamento, sendo que as fêmeas de ancilostomídeos podem liberar de



centenas a milhares de ovos a cada dia. A infecção intestinal por ancilostomídeos pode causar deficiências nutricionais (especialmente anemia por deficiência de ferro), complicações gastrointestinais e disfunções imunológicas^{1,13,14}. Por fim, destaca-se que larvas de *A. duodenale* também podem ser acidentalmente ingeridas, causando náusea, vômitos, tosse, entre outros sinais e sintomas, condição conhecida como síndrome Wakana¹.

Outros geo-helminhos

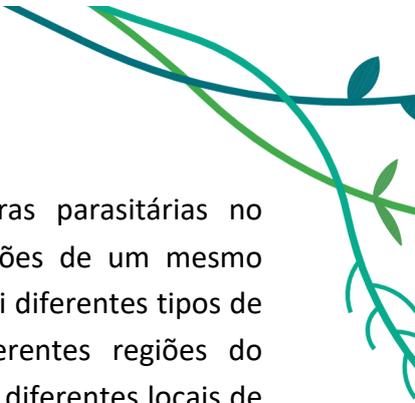
Apesar de não fazerem parte do grupo clássico de geo-helminhos citados anteriormente, *Ancylostoma braziliense* e *A. caninum* são ancilostomídeos cujos ovos e larvas também podem ser encontrados no solo, pois possuem cães e gatos como hospedeiros definitivos, os quais contribuem para a contaminação ambiental por esses parasitas através da liberação de ovos nas fezes. Quando larvas de *A. braziliense* e *A. caninum* infetam humanos, esses ancilostomídeos não conseguem atingir o sistema gastrointestinal, afetando apenas o tecido cutâneo. As larvas migram pela epiderme, causando a doença conhecida como larva *migrans* cutânea, popularmente chamada no Brasil de “bicho geográfico”. A migração da larva sob a pele pode durar de semanas a meses, causando uma importante reação inflamatória e prurido intenso, provocando dor e atrapalhando o sono e atividades diurnas dos indivíduos afetados. Infecções bacterianas secundárias podem ocorrer na pele afetada por larva *migrans*¹⁵⁻¹⁷.

O nematódeo intestinal *Strongyloides stercoralis* também tem relevância epidemiológica no Brasil. Este parasita possui um ciclo de vida complexo e que pode ser consultado detalhadamente no site do *Center for Disease Control and Prevention*¹⁸. A infecção de humanos por *S. stercoralis* pode causar inflamação da mucosa intestinal entre outras complicações gastrointestinais, uma condição conhecida como estrogiloidíase^{1,18}.

No Brasil, também possui importância epidemiológica a infecção de humanos por *Toxocara canis* e *Toxocara cati*, agentes causadores das doenças larva *migrans* visceral e larva *migrans* ocular^{3,19}. Estruturas parasitárias de *S. stercoralis*, de parasitas do gênero *Toxocara*, entre outros, podem ser encontradas no solo e por isso também estes organismos são classificados como geo-helminhos³.

Aspectos epidemiológicos e socioambientais

As geo-helminthíases ocorrem em diferentes países da América Latina, sendo endêmicas no Brasil^{4,20}, com intensidade dos focos de infecção variando bastante entre diferentes regiões nacionais, especialmente em termos de prevalência em crianças²⁰. Essas diferenças podem ser evidentes mesmo em locais próximos. Considerando que o tipo de solo e suas características (temperatura,



umidade) influenciam a distribuição, sobrevivência e carga das estruturas parasitárias no ambientes²¹⁻²³, o risco de infecções por geo-helminhos em diferentes regiões de um mesmo município naturalmente não são as mesmas. Por exemplo, Porto Alegre possui diferentes tipos de solos (argissolos, planossolos, neossolos flúvicos, entre outros) em diferentes regiões do município^{24,25}, o que pode explicar diferenças nos níveis de contaminação em diferentes locais de Porto Alegre.

As geo-helminthiases são doenças negligenciadas associadas com deficiências na infraestrutura de distribuição de água potável e com problemas de saneamento ambiental e moradia, sendo consideradas no Brasil como “doenças dos pobres”^{2,26}, apesar de não serem restritas a esta parcela da população. A prevalência de infecção por geo-helminhos no Brasil apresenta importante redução desde a década de 1990, especialmente considerando *A. lumbricoides* e ancilostomídeos²⁷. Ações de controle integrando melhoria das condições de saneamento ambiental, educação sanitária e o uso de anti-helmínticos (albendazol, mebendazol), especialmente em crianças em idade escolar, contribuíram para essa redução^{2,27,28}.

A prevalência das geo-helminthiases está associada com o nível de desenvolvimento socioeconômico de cada país²⁹. Acesso a água potável e saneamento foram recentemente observados como importantes fatores protetores contra as geo-helminthiases no Brasil, com base em dados do período de 2010 a 2015³⁰. Porém, as geo-helminthiases continuam representando importantes problemas de saúde pública no Brasil³¹, trazendo impactos diretos sobre o bem estar da população e prejuízos econômicos e sociais em decorrência da perda de produtividade e desenvolvimento infantil deficitário.

Uma meta-análise publicada em 2013 por Chammartin et al.³² estimou prevalências de infecção de 14,3% para *A. lumbricoides*, 12,3% para ancilostomídeos e 10,1% para *T. trichiura* entre a população Brasileira, considerando o período de 2005 em diante e com dados de prevalência ajustados pela população³². Essa meta-análise possuiu algumas limitações, especificamente na seleção dos estudos³³ e uso de dados obtidos através de diferentes métodos diagnósticos³⁴, o que pode ter influenciado as taxas de prevalência. Já em um estudo publicado em 2014 e utilizando dados a partir de 2010 extraídos da “*Global Neglected Tropical Diseases Database*”, Chammartin et al.²⁷ estimaram prevalências (ou % de população sob risco) de 3,6% para *A. lumbricoides*, 1,7% para ancilostomídeos e 1,4% para *T. trichiura* entre a população Brasileira. De acordo com estas estimativas, aproximadamente 6% da população nacional estaria sob risco em relação a geo-helminthiases²⁷.

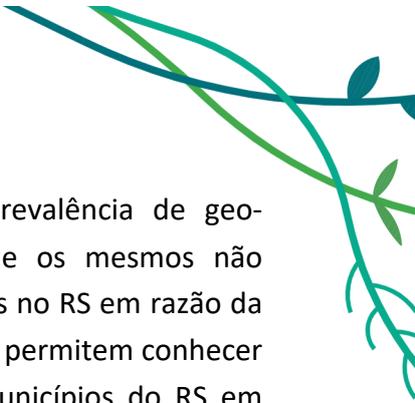
A distribuição dos casos de geo-helminthiases não é homogênea no Brasil, sendo a prevalência particularmente alta em algumas regiões do país. Por exemplo, as taxas de prevalência na região Amazônica foram recentemente estimadas em 42,6% para *T. trichiura*, 24,4% para *A. lumbricoides*

e 9,0% para ancilostomídeos²⁶. Em termos de mortalidade, mulheres, crianças menores de 10 anos, Indígenas e residentes do Nordeste são os grupos mais impactados pelos efeitos das geo-helminthiases no Brasil³⁵.

O “Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helminthoses”, publicado em 2018, avaliou a ocorrência da esquistossomose, tricuriase, ancilostomíase e ascaridíase em todas as 27 Unidades da Federação Brasileiras, apresentando dados referentes ao período entre 2010 e 2015³¹. As parasitoses foram avaliadas em amostras de fezes através do método de diagnóstico parasitológico Kato-Katz³⁶. Foram utilizadas amostras de mais de 197 mil crianças e adolescentes entre 7 e 17 anos, de ambos os sexos, residentes em 521 municípios Brasileiros. No entanto, a adesão do estado do Rio Grande do Sul (RS) ao Inquérito foi baixa, atingindo apenas 36,9% de amostras avaliadas em relação ao total previsto. Apenas 14 cidades do RS foram amostradas, com um total de 1.611 amostras avaliadas³¹. Em nível nacional, 2,73% das amostras foram positivas para ovos de ancilostomídeos, 6,00% das amostras apresentavam ovos de *A. lumbricoides* e 5,41% das amostras foram positivas para *T. trichiura*. A **Tabela 1** apresenta uma compilação das proporções de amostras positivas para geo-helminthos nas cinco Regiões Brasileiras, conforme dados obtidos por Katz³¹. No RS, as taxas de amostras positivas foram de 0,01% para ancilostomídeos, 0,56% para *A. lumbricoides* e 0,68% para *T. trichiura*³¹.

Tabela 1. Proporções de amostras positivas para geo-helminthos nas cinco Regiões Brasileiras (dados obtidos do inquérito coprológico nacional publicado por Katz³¹).

Geo-helmintho	Região	Total de amostras analisadas	Amostras positivas	Proporção de amostras positivas	Intervalo de confiança (95%)
Ancilostomídeos	Norte	18210	547	4,90%	0,90-8,89
	Nordeste	111606	4203	4,53%	3,26-5,81
	Sudeste	44473	397	0,69%	0,36-1,02
	Sul	14146	13	0,08%	0,00-0,18
	Centro-Oeste	9129	32	0,25%	0,07-0,44
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Norte	18210	1348	10,80%	6,62-14,99
	Nordeste	111606	8945	8,26%	6,68-9,83
	Sudeste	44473	893	2,04%	1,10-2,98
	Sul	14146	289	3,71%	1,87-5,54
	Centro-Oeste	9129	46	1,19%	0,09-2,29
<i>Trichuris trichiura</i>	Norte	18210	1637	15,08%	6,39-23,77
	Nordeste	111606	8074	5,93%	4,69-7,16
	Sudeste	44473	613	1,77%	0,80-2,94
	Sul	14146	314	4,10%	2,01-6,19
	Centro-Oeste	9129	16	0,35%	0,00-0,91



Apesar dos dados obtidos no Inquérito³¹ indicarem uma baixa prevalência de geohelmintíases no RS em comparação aos dados nacionais, é possível que os mesmos não representem de forma adequada a situação epidemiológica dessas parasitoses no RS em razão da baixa adesão do estado ao estudo. Além disso, os dados em nível estadual não permitem conhecer de forma completa a situação epidemiológica das diferentes regiões ou municípios do RS em decorrência do pequeno número de cidades amostradas ($n=14$) e também devido ao limitado número amostral avaliado em alguns municípios. Por exemplo, apenas 15 amostras de fezes foram submetidas ao exame parasitológico em Porto Alegre, capital do RS³¹.

As taxas de mortalidade das geohelmintíases em diferentes municípios do RS são heterogêneas³⁵. Além disso, um saneamento ambiental deficitário é observado em diferentes municípios do RS³⁷, mesmo em locais considerados como “bolsões de desenvolvimento”. Porto Alegre, por exemplo, apresenta importantes problemas nos sistemas de distribuição de água potável e coleta de lixo e esgoto, com esses serviços ocorrendo de forma bastante heterogênea nas diferentes regiões da cidade³⁸.

A ocorrência de larva *migrans* cutânea está associada com a contaminação ambiental por fezes de cães e gatos em áreas de recreação infantil, como caixas de areia de praças, escolas e creches. No Brasil, a doença ocorre geralmente em crianças que fazem uso desses espaços e entram em contato com larvas de *A. braziliense* ou *A. caninum*³⁹. Porém, a infecção pode ocorrer também em adultos expostos às larvas de *Ancylostoma* spp. presentes em solo contaminado de praias ou ambientes comunitários onde há circulação de animais domésticos¹⁶. As informações epidemiológicas sobre casos de larva *migrans* cutânea são ainda bastante deficitárias, tanto em nível nacional como em nível estadual. Em um estudo envolvendo 1.185 habitantes de uma comunidade do Ceará, a prevalência de larva *migrans* cutânea foi de 3,1%⁴⁰. Não foram encontrados dados de prevalência da doença em humanos no RS.

Considerando a escassez de dados em nível estadual e os problemas de saneamento ambiental observados no RS, é possível que as geohelmintíases representem um problema maior do que o atualmente descrito para esse estado. Dessa forma, o objetivo deste artigo é revisar dados sobre geohelminthos no RS, sintetizando as informações sobre esses parasitas no contexto estadual. Destacamos que este artigo trará dados principalmente sobre os geohelminthos intestinais humanos de maior importância no Brasil (*A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *A. duodenale* e *N. americanus*). Algumas informações pontuais sobre geohelminthos zoonóticos (como *A. braziliense*, *A. caninum* e *Toxocara* spp.) serão ocasionalmente apresentadas.

Considerando que as geohelmintíases envolvem fatores humanos, ambientais e animais (**Figura 3**), este artigo abordará estudos que investigaram a presença de estruturas parasitárias (ovos e larvas) em amostras de fezes humanas (considerando *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *A.*

duodenale e *N. americanus*) e animais (considerando geo-helminhos zoonóticos), assim como em amostras ambientais (solo, alimentos/vegetais e fezes encontradas no ambiente). A abordagem deste artigo está alinhada com a perspectiva de Saúde Única (*One Health*), pois discute as geohelmintíases no contexto das interfaces e relações entre humanos, animais e ambiente⁴¹⁻⁴³.

Estudos no estado do Rio Grande do Sul

Humanos

Alguns autores investigaram a prevalência de geo-helminthíases em municípios do RS, principalmente em crianças em idade escolar, pois este grupo é altamente susceptível aos geo-helminthos. Crianças também eliminam grande quantidade de ovos nas fezes, desempenhando um papel epidemiológico importante na disseminação dessas parasitoses². Berne et al.⁴⁴ avaliaram a presença de parasitas em crianças atendidas em creches públicas do município de Rio Grande, as quais atendem famílias carentes de diferentes bairros da zona urbana. Das 165 crianças avaliadas, 106 estavam parasitadas por enteroparasitas. Em relação aos helmintos, a prevalência encontrada de *T. trichiura* foi de 24,2% e a de *A. lumbricoides* foi de 22,4%. Indivíduos do sexo masculino apresentaram maior frequência de parasitoses⁴⁴. Ovos de *A. lumbricoides* e *T. trichiura* são frequentemente observados em associação em amostras fecais. Isso ocorre pela similaridade entre os ciclos de vida desses parasitas e pela deposição de ovos em grandes quantidades nas fezes, facilitando a contaminação ambiental de áreas como o peridomicílio^{45,46}. Além disso, os fatores de risco para infecção por esses parasitas são bastante similares, compreendendo principalmente condições ambientais e comportamentais humanas⁴⁷.

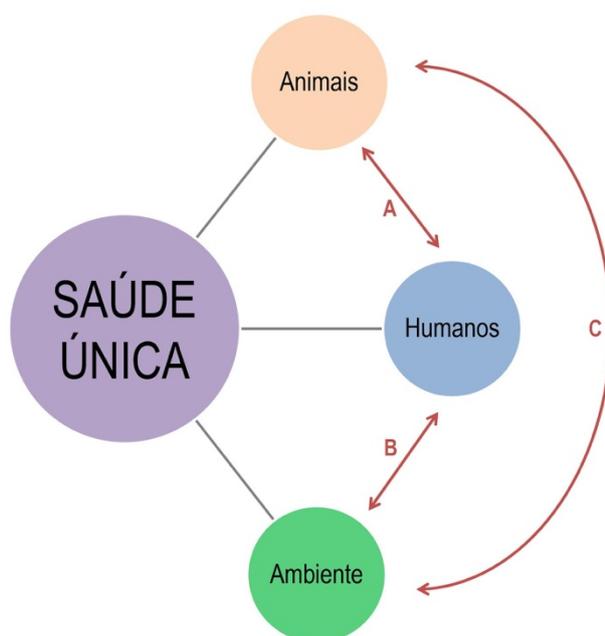
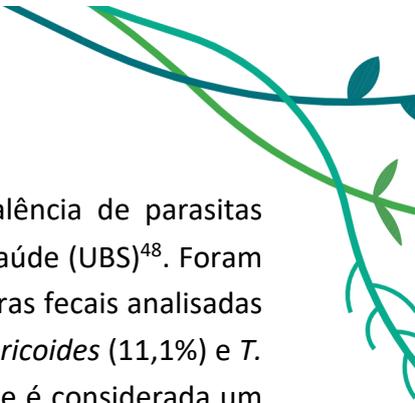


Figura 3. Dinâmica de transmissão de parasitas, incluindo geo-helminthos, entre humanos, animais e ambiente. A: parasitas podem ser transmitidos, direta ou indiretamente, de animais para humanos (antropozoonoses ou zoonoses) e de humanos para animais (zooantroponoses). B: humanos podem contaminar o ambiente com parasitas (por exemplo, com fezes contaminadas com ovos de geo-helminthos), sendo que o ambiente pode abrigar parasitas patogênicos aos humanos. C: animais podem contaminar o ambiente com parasitas, sendo que o ambiente pode abrigar parasitas patogênicos aos animais. Figura elaborada pelos autores.



Outro estudo, também conduzido em Rio Grande, analisou a prevalência de parasitas intestinais em crianças pré-escolares atendidas em seis Unidades Básicas de Saúde (UBS)⁴⁸. Foram detectados ovos e cistos de enteroparasitas patogênicos em 17,4% das amostras fecais analisadas entre 2009 e 2010. Os ovos dos nematóides mais frequentes foram de *A. lumbricoides* (11,1%) e *T. trichiura* (6,3%). As UBS estão inseridas na Estratégia de Saúde de Família, que é considerada um dos principais serviços de promoção de saúde entre a população brasileira. Os dados do estudo⁴⁸ evidenciaram a necessidade de avaliação das condições sanitárias e de melhorias nas estratégias de controle das geo-helminthiases entre a população avaliada.

Em Uruguaiana, dois estudos avaliaram a presença de parasitoses intestinais em crianças. Chaves et al.⁴⁹ estudaram sete creches do município, seis delas em áreas periféricas, nos anos de 2002 e 2003. Observou-se uma porcentagem de 38,4% de crianças parasitadas, sendo *A. lumbricoides* presente em 22,0% e *T. trichiura* em 2,0% das amostras positivas para parasitas. Os dados podem ser interpretados como um reflexo da precariedade de moradia das crianças avaliadas, uma vez que muitas delas residiam em locais com saneamento precário e problemas socioeconômicos. Já Figueiredo e Querol⁵⁰ investigaram parasitoses em crianças entre 4 e 12 anos de idade e em funcionários que manipulavam alimentos em um centro socioeducativo. Além das análises parasitológicas, informações socioeconômicas dos participantes foram coletadas. Das 88 amostras analisadas, 37 (42%) delas foram positivas para infecção, sendo *A. lumbricoides* (21,6%) e *T. trichiura* (16,2%) os geo-helminthos mais frequentes. O gênero *Acylostoma* apresentou frequência de 5,4%. A maior parte das crianças afetadas fazia parte de famílias de baixa renda, eram filhas de mães com baixa escolaridade e viviam em moradias com saneamento precário⁵⁰.

Nagel et al.⁵¹ também encontraram uma associação entre indivíduos parasitados, baixa renda familiar e baixa escolaridade materna no município de Palmeira das Missões. O estudo verificou uma prevalência de parasitoses intestinais de 59,3% entre crianças em idade escolar, sendo que *A. lumbricoides* foi o parasita mais frequente (55,6%). *Trichuris trichiura* foi observado em 2,4% das amostras⁵¹. Poucos estudos analisam a prevalência de infecção por enteroparasitas na região norte do RS, onde Palmeira das Missões se localiza. Os municípios de Santo Ângelo e Campo Novo, também localizados nessa região, apresentaram prevalências de infecção por parasitas intestinais bastante altas: 63,6%⁵² e 80%⁵³, respectivamente. *Ascaris lumbricoides* esteve presente nas amostras de ambas as cidades^{52,53}, porém a análise na cidade de Campo Novo diferenciou-se por revelar uma taxa elevada de infecção por *Ancylostoma* spp., com uma frequência de 42,1%⁵³.

Reuter et al.⁵⁴ avaliaram a prevalência de enteroparasitas em crianças de 0 a 5 anos que frequentavam creches do município de Santa Cruz do Sul. Foi observada uma frequência de 32,2% de amostras positivas para parasitoses intestinais, sendo que *A. lumbricoides* estava presente em 10% delas. Em sua maioria, os pais de crianças parasitadas não possuíam ensino fundamental

completo. Embora grande parte das famílias residisse em casas com acesso à rede pública de esgoto, o tipo de esgoto classificado como “fossa” foi reportado em 35,5% das famílias⁵⁴.

As cidades da serra gaúcha geralmente apresentam prevalências menores de infecção por parasitoses intestinais quando comparado a outras regiões do estado. O município de São Marcos apresentou uma prevalência de 5,79% em escolares⁵⁵. Já as prevalências em Flores da Cunha⁵⁶ e em Ipê⁵⁷ foram de 10% e 8,1%, respectivamente. A menor prevalência em algumas cidades da serra gaúcha pode estar relacionada com a concentração de cidades com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) elevado, o que reflete os investimentos em infraestrutura e qualidade de vida, mas também pode ser explicado por questões climáticas, já que cidades serranas são caracterizadas por possuírem inverno mais rigoroso. Porém, mais estudos são necessários para corroborar ou não estas hipóteses.

Em Caxias do Sul, município que também faz parte da serra gaúcha, um estudo avaliou escolares na faixa de 6 a 14 anos, analisando amostras coprológicas durante 35 anos⁴⁶. No período entre 1969 e 2004, observou-se uma prevalência de 58% para enteroparasitas, com helmintos presentes em 65,1% das amostras positivas. Os geo-helmintos mais frequentes foram *A. lumbricoides* (47%) e *T. trichiura* (36%). *Ancylostomidae* também foi observado, porém em uma frequência relativamente menor (3,4%). A prevalência de infecções diminuiu consideravelmente durante os anos. Especificamente em 1969 observou-se 89% de amostras positivas para enteroparasitas, enquanto que em 2004 a taxa das amostras diminuiu para 37%, apontando um decréscimo médio na prevalência de 1,4% ao ano. *Ascaris* teve uma redução significativa de 61% para 26% e *Trichuris* diminuiu de 38% para 18%⁴⁶. Interessantemente, não foi observada diferença significativa de infecção comparando zonas rural e urbana. Isso provavelmente reflete o fato de a zona rural de Caxias do Sul ser composta por pequenas propriedades agrícolas que possuem boas condições sanitárias, enquanto a periferia da zona urbana enfrenta problemas referentes ao saneamento. É possível que o decréscimo das parasitoses observado ao longo dos anos tenha relação com a melhoria da infraestrutura de saneamento e habitação, bem como ações de educação em saúde, medidas que reverberaram sobre a saúde pública⁴⁶.

Porto Alegre, capital do RS, apresenta grandes desafios em relação às geo-helmintíases e saneamento. A cidade ocupa a 43ª posição no Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil em 2022⁵⁸. Embora esteja em primeiro lugar entre as cidades do estado, está distante das melhores posições no Brasil, principalmente porque parte da população do município ainda não é atendida pela coleta e tratamento de esgoto⁵⁸. Um estudo realizado na periferia de Porto Alegre analisou a frequência de parasitoses intestinais em escolares, sendo que 36% das amostras apresentaram resultados positivos para um ou mais parasita, com *A. lumbricoides* presente em 50,7% e *T. trichiura* em 24,6% das amostras positivas⁵⁹. Costa et al.⁶⁰ avaliaram a prevalência de parasitoses em crianças de 12 a 16 meses atendidas em unidades de saúde de Porto Alegre. A maioria das famílias

participantes do estudo vivia em condições sociais precárias. Apesar disso, a prevalência encontrada nessa faixa etária foi de 6,8%, sugerindo que esse grupo não é de risco para infecções parasitárias, possivelmente pelo limitado contato direto com o ambiente⁶⁰. Porém, é fundamental interpretar esse resultado dentro do contexto urbano avaliado no estudo.

A população indígena também é uma população de risco para as geo-helmintíases, sendo ainda negligenciada em termos de medidas de saúde pública. Mundialmente, populações indígenas possuem uma elevada carga de doenças associadas com a pobreza, condições sanitárias precárias e contaminação ambiental⁶¹. A população Guarani, que se distribui entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, possui altas taxas de nascimento e mortalidade, com baixa expectativa de vida ao nascer^{62,63}. Em Porto Alegre, um estudo avaliou a prevalência de parasitas intestinais em uma comunidade Mbyá-Guarani⁶³. As parasitoses foram observadas em 88,7% da população analisada, sendo 45,5% referentes a poliparasitose, taxas estas bastante elevadas. Entre crianças na faixa de 1 a 12 anos, a prevalência chegou a 90,5%. Nesse grupo, *A. lumbricoides* apresentou frequência de 38%, enquanto que as frequências de *T. trichiura* e ancilostomídeos foram de 11,9% e 7,1%, respectivamente. Diversos fatores podem estar relacionados com a ocorrência de parasitismo em comunidades indígenas, como andar descalço, a defecação em locais próximos às áreas de convivência e hábitos de higiene que não incluem lavar as mãos frequentemente nem a proteção de utensílios utilizados nas refeições, as quais são geralmente preparadas junto ao chão⁶³.

A variabilidade dos achados obtidos pelos estudos mencionados anteriormente pode estar relacionada com diferenças biológicas, socioeconômicas e culturais das diferentes populações analisadas. Os principais fatores de risco e protetivos em relação à infecção por geo-helminthos estão compilados na **Figura 4**. As estratégias de controle das geo-helmintíases nas populações humanas devem considerar esses fatores de forma integrada.

Animais

Os animais domésticos, principalmente cães e gatos, possuem contato direto com o ser humano, frequentando espaços como casas, parques, praças e praias. Esses animais, principalmente aqueles considerados “de rua”, são frequentemente infectados por parasitas zoonóticos, representando um problema de saúde pública⁶⁴. Animais domésticos circulam entre ambientes residenciais, áreas públicas e bordas de mata, eliminando ovos de parasitas nesses diferentes ambientes através das fezes, facilitando a ocorrência de doenças zoonóticas⁶⁵. As doenças helmínticas transmitidas por cães e gatos incluem larva *migrans* visceral, causadas por *Toxocara*, e larva *migrans* cutânea, causada por *A. braziliense* e *A. canium*. A transmissão pode ocorrer por contato direto com o animal ou por contato indireto, através, por exemplo, de fezes ou alimento e água contaminados. A prevenção dessas zoonoses inclui testagem e tratamento dos animais e cuidados relacionados à higiene,

principalmente em locais de acesso público, com o objetivo de diminuir a contaminação ambiental⁶⁶.

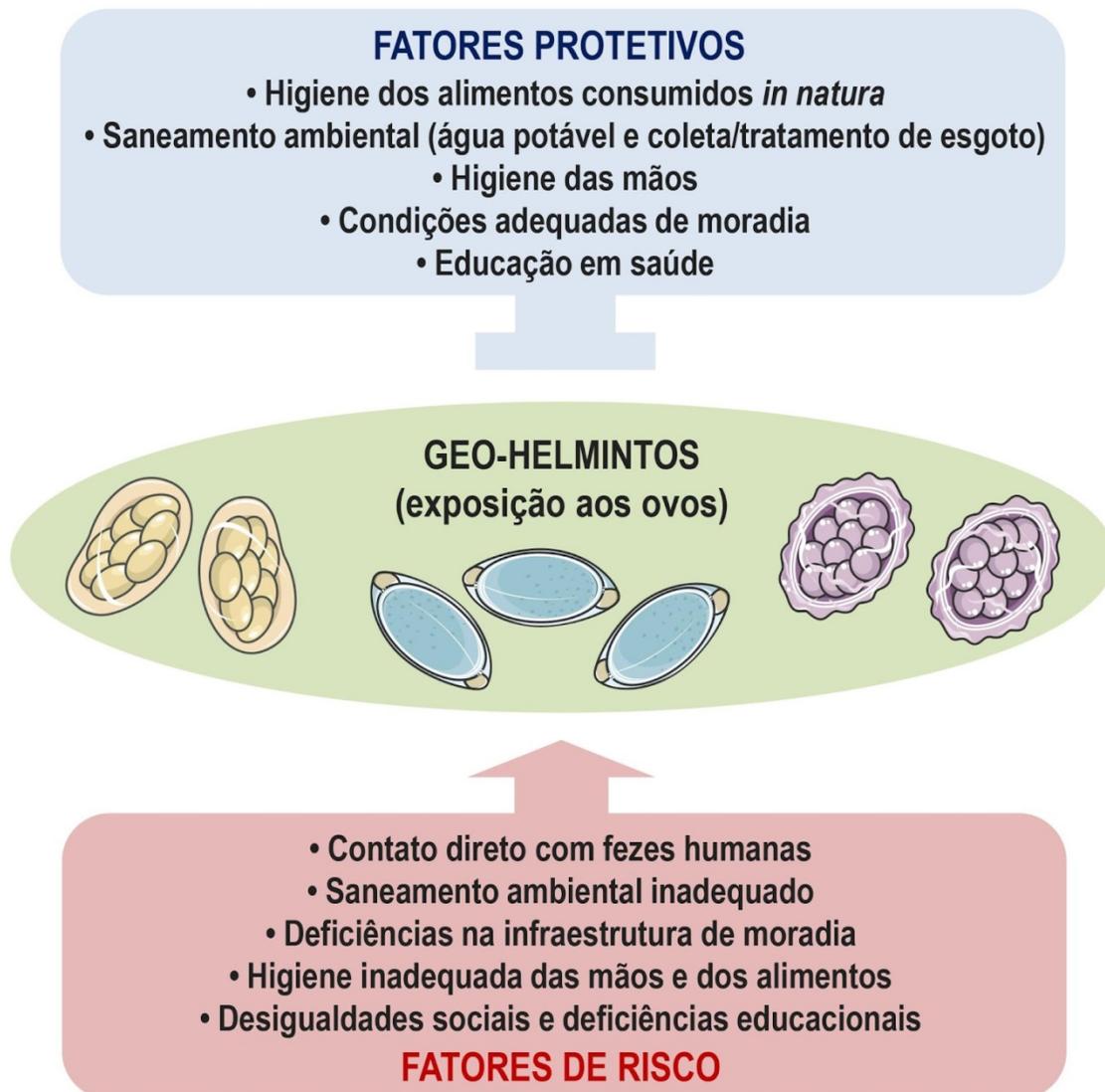


Figura 4. Principais fatores de risco e protetivos relacionados à infecção por geo-helmintos. Ovos de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos estão representados na figura. Figura elaborada pelos autores com o auxílio da plataforma Servier Medical Art (<https://smart.servier.com/>).



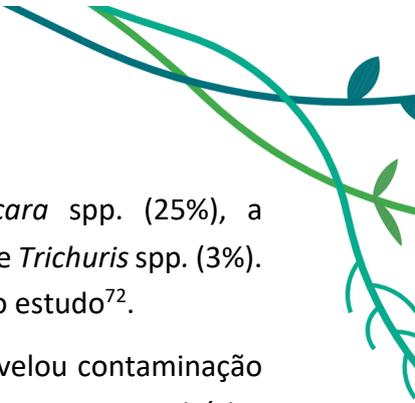
Poucos estudos avaliaram o potencial zoonótico de amostras fecais de animais domésticos em cidades do RS. Em Porto Alegre⁶⁷, a avaliação da presença de parasitas intestinais em cães e gatos sob cuidados veterinários revelou resultados positivos para a presença de pelo menos um parasita em 26,6% dos cães e 20,5% dos gatos amostrados, sendo que os gêneros *Ancylostoma* e *Toxocara* estavam entre os mais frequentes nas amostras analisadas⁶⁷.

Em Santa Maria, Pivoto et al.⁶⁸ analisaram a ocorrência de parasitas gastrointestinais em gatos urbanos domiciliados e fatores de riscos associados com a infecção. Além do exame coproparasitológico, foram aplicados questionários epidemiológicos sobre hábitos e manejo dos animais atendidos. Do total de amostras analisadas, 47,1% delas foram positivas para pelo menos um parasita intestinal. Os gêneros *Toxocara* e *Ancylostoma* foram observados em 18,8% e 2,6% dos animais monoinfectados, respectivamente. O estudo relatou uma associação entre parasitoses nos gatos com baixa escolaridade dos proprietários e frequência de tratamentos antiparasitários⁶⁸.

Ambiente: solo, fezes e alimentos

O ambiente faz parte da rota de transmissão de diversas doenças parasitárias, especialmente em contextos de saneamento precário². O entendimento de como e onde as infecções por geohelmintos mais ocorrem (domicílio, escolas, parques, praias, entre outros) é bastante incompleto e tema de discussão. Conhecer os níveis de contaminação ambiental em diferentes locais e contextos ecológicos contribui para o melhor entendimento dos riscos aos quais as populações estão expostas, possibilitando a criação de estratégias de prevenção⁶⁹. Locais como praças e parques geralmente apresentam grande contaminação por geohelmintos em decorrência da presença de animais domésticos⁶⁴. Além disso, no Brasil é comum que pessoas em situação de rua utilizem locais públicos como moradia, principalmente nas áreas centrais das cidades, contribuindo para a contaminação ambiental em decorrência de fezes humanas depositadas no ambiente⁷⁰. A contaminação do solo e da água por excretas humanas e animais facilita a ocorrência de doenças parasitárias, principalmente em indivíduos que possuem contato direto e duradouro com o ambiente. Este fator é ainda mais preocupante em escolas e creches, onde crianças brincam em áreas de recreação em contato frequente e intenso com o solo, sendo inclusive comum a geofagia (ingestão de terra, argila ou areia)⁷¹.

Estudos sobre contaminação ambiental por geohelmintos contribuem para avaliar o risco de infecção ao qual a população está sujeita. No RS, embora não existam dados oficiais a respeito da contaminação ambiental por geohelmintos, alguns estudos sugerem as taxas de contaminação em diferentes municípios. Prestes et al.⁷² analisaram a presença de geohelmintos em amostras de solo de dez praças distribuídas entre os municípios de Capão do Leão, Cerrito, Jaguarão, Turuçu, Pedro Osório e São Lourenço do Sul, todos localizados na região sul do RS. As dez praças analisadas

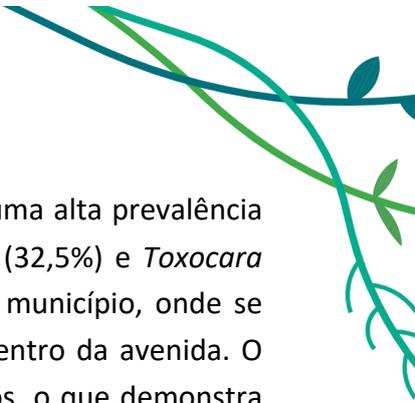


apresentaram contaminação, sendo os parasitas mais frequentes: *Toxocara* spp. (25%), a superfamília Strongyloidea - possíveis ancilostomídeos (11%), *Ascaris* spp. (4%) e *Trichuris* spp. (3%). Amostras contaminadas por mais de uma espécie de parasita foram comuns no estudo⁷².

Uma análise dos solos de dezoito espaços públicos de Porto Alegre revelou contaminação ambiental em 100% dos locais avaliados⁷³. Ovos do gênero *Ascaris* foram as estruturas parasitárias observadas com maior frequência (10,2%), seguidas por ovos dos gêneros *Trichuris* (4,4%) e *Toxocara* (4,2%). Os locais que apresentaram maior frequência de *Ascaris* foram parques com menor incidência de luz solar. As estruturas parasitárias foram mais abundantes em meses de temperaturas amenas, provavelmente em decorrência da menor dessecação das mesmas pelo calor. Os ovos de *Trichuris* são mais resistentes às intempéries, o que provavelmente está relacionado com sua casca mais espessa, a qual dificulta a dessecação e ajuda a explicar a prevalência encontrada no estudo⁷³.

A “praia” de Ipanema é um local público frequentemente utilizado como balneário durante o verão em Porto Alegre, principalmente pela população de maior vulnerabilidade socioeconômica⁷⁴. Matesco et al.⁷⁴ analisaram amostras de areia coletadas nesse local e encontraram contaminação por geo-helminhos em 13,3% delas. Além disso, 33,9% de amostras de fezes coletadas no local apresentaram contaminação por geo-helminhos. É comum que fezes apresentem maior prevalência de contaminação por serem materiais mais concentrados e de origem animal, enquanto que em amostras de solo as estruturas parasitárias estão dispersas e expostas a condições que facilitam sua dessecação e destruição⁷⁴.

No município de Pelotas, a análise de diferentes locais públicos revelou contaminação por geo-helminhos em 44% de amostras de solo, com múltiplos parasitas presentes em 16,5% delas⁷⁵. Todos os parques amostrados exibiam alta circulação de pessoas e animais e apresentaram algum helminto com potencial zoonótico. Os ancilostomídeos foram os geo-helminhos mais frequentes (13,5%). Ovos dos gêneros *Toxocara*, *Trichuris* e *Ascaris* também foram observados, mas em menores frequências. A alta circulação de animais nos parques analisados ajuda a explicar a ocorrência de parasitas dos gêneros *Toxocara* e *Ancylostoma* observados nas amostras⁷⁵. Também em Pelotas, a presença de estruturas parasitárias foi avaliada em amostras de solo da orla das praias do Laranjal, na Laguna dos Patos⁷⁶. Das seis praças analisadas, quatro apresentaram ovos de helmintos, sendo o grupo dos ancilostomídeos um dos mais frequente nas amostras. Locais altamente turísticos como a Laguna dos Patos são frequentemente limpos e novas camadas de areia são recolocadas, o que pode sugerir menores taxas de contaminação ambiental por geo-helminhos. Ainda assim, os autores observaram animais “de rua” em todos os locais analisados, sendo que 66,7% desses locais apresentaram contaminação do solo por helmintos com potencial zoonótico⁷⁶.



No Balneário Cassino (município de Rio Grande), Scaini et al.⁷⁷ encontraram uma alta prevalência de contaminação ambiental por *Ancylostoma* (71,3%), seguido por *Trichuris* (32,5%) e *Toxocara* (9,3%), com base na análise de fezes de cães presentes na área central do município, onde se encontram duas praças de recreação infantil e uma via para pedestres no centro da avenida. O estudo também encontrou a presença de larvas filarióides de ancilostomídeos, o que demonstra condições favoráveis para a infecção humana⁷⁷.

Em uma análise de fezes caninas coletadas em locais próximos a escolas de cinco bairros de Pelotas, Mello et al.⁷⁸ observaram contaminação em todos os bairros, sendo que 74,7% das amostras foram positivas para um ou mais gêneros de helmintos. O mais observado foi *Ancylostoma* (93,2%), seguido por *Trichuris* (18,6%) e *Toxocara* (11,9%). A maior prevalência encontrada (80%) foi em uma área periférica da cidade, enquanto que a menor prevalência de contaminação ocorreu na região central (60%)⁷⁸.

Padilha et al.⁷⁹ analisaram a ocorrência de parasitas com potencial zoonótico em caixas de areia utilizadas para recreação infantil em dois municípios do RS. De 100 amostras analisadas, 55% foram positivas para estruturas parasitárias. As amostras de ambos municípios apresentaram ovos e larvas de ancilostomídeos, demonstrando risco de infecção infantil⁷⁹. Em Uruguaiana, Figueiredo et al.⁸⁰ avaliaram a presença de geo-helmintos em caixas de areia em sete escolas de educação infantil. Todas amostras apresentaram contaminação por ovos e larvas de parasitas, sendo os ancilostomídeos os mais frequentes (19,2%). Os gêneros *Toxocara*, *Ascaris* e *Trichuris* apresentaram frequências de 7,7%, 3,1% e 0,8%, respectivamente. Todas as escolas analisadas eram cercadas por muros ou telas, porém falhas no cercamento (permitindo a circulação de animais) e insuficiência na frequência de substituição da areia de recreação podem explicar a ocorrência de geo-helmintos nas amostras⁸⁰.

O consumo de frutas e verduras cruas é incentivado por autoridades de saúde em decorrência dos benefícios nutricionais. Porém, o consumo de vegetais crus pode favorecer a transmissão de patógenos associados a doenças entéricas, incluindo os geo-helmintos. A agricultura familiar é uma prática bastante comum na região noroeste do RS. Tradicionalmente, pés de alface são plantados diretamente em contato com o solo, o que possibilita a contaminação por geo-helmintos através de irrigação por água ou pelo uso de fertilizantes orgânicos contaminados, por fezes de animais circulantes ou pela falta de condições higiênicas durante a manipulação desses alimentos⁸¹. Um estudo⁸¹ realizado em oito municípios da região noroeste do RS avaliou a contaminação de alfaces vendidas em mercados e feiras locais. Entre 80 amostras analisadas, 22,9% delas apresentaram contaminação com potencial zoonótico, sendo Ancylostomatidae o grupo taxonômico mais frequente (8,75%). Ovos dos gêneros *Toxocara*, *Trichuris* e *Ascaris* também foram encontrados nas amostras⁸¹.

Em Itaqui, município da fronteira oeste do RS, a presença de parasitas foi investigada em amostras de alface de 30 mercados e 30 produtores locais. Aproximadamente 35% das alfaces encontradas nos mercados e 63% das amostras de produtores locais estavam contaminadas por uma ou mais espécies de parasita. O gênero *Ascaris* foi o único referente a geo-helmintos observado, estando presente em alfaces de ambas as fontes em frequência de 5%⁸².

Um estudo realizado em Pelotas investigou diferentes parasitas em amostras de alface, rúcula e agrião provenientes de supermercados e feiras livres⁸³. Das 100 amostras analisadas, 29% estavam contaminadas por algum tipo de parasita, especialmente a rúcula (42,3% de amostras contaminadas). Os geo-helmintos observados foram larvas de ancilostomídeos e ovos dos gêneros *Toxocara* e *Ascaris*⁸³. O estudo de estruturas parasitárias presentes em alimentos é relevante porque indica os riscos associados à contaminação por via oral através de alimentos de fácil acesso pela população. Esses estudos também sugerem as condições e práticas do cultivo que possibilitam a transmissão de parasitoses intestinais, incluindo as geo-helmintíases. A realização de novos estudos no RS investigando a presença de estruturas parasitárias em vegetais vendidos em mercados e feiras livres também pode contribuir para a melhoria das práticas de cultivo desses alimentos no estado.

Desequilíbrios ambientais e geo-helmintíases no Rio Grande do Sul

Além do bioma Marinho Costeiro, dois biomas terrestres dominam a paisagem do RS, o Pampa e a Mata Atlântica⁸⁴. O Pampa é caracterizado pela vegetação herbácea e arbustiva, possuindo diferentes composições de solo. Os principais tipos de uso da terra observados no Pampa são as pastagens/pecuária, a agricultura extensiva e a silvicultura (cultivo de *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., *Acacia* sp., entre outras), sendo que mais da metade da vegetação campestre já perdeu suas características originais em decorrência da atividade humana⁸⁵. A cobertura vegetal dos diferentes biomas brasileiros permaneceu em grande parte preservada até a década de 1960, porém a partir da década de 1970 o uso da terra foi intensificado e a vegetação natural foi substancialmente substituída por pastagens plantadas⁸⁶. A expansão de monoculturas como a soja tem descaracterizado o Pampa e reduzido sua biodiversidade, o que é preocupante considerando que a quantidade de Unidades de Conservação no Pampa é limitada (apenas 16)⁸⁴.

Problemas relacionados à agricultura extensiva (monocultivo de soja, arroz, entre outros), como a erosão dos solos, contaminação por agroquímicos e redução da biodiversidade são comuns no RS⁸⁷. Esses desequilíbrios ambientais que afetam o solo e a vegetação possivelmente têm um forte impacto sobre a distribuição e carga de ovos e larvas de parasitas no ambiente, porém este é um tópico ainda pouco estudado. Visto que a área de cultivo agrícola já supera as áreas de formação campestre no RS⁸⁸, é fundamental considerar e investigar os impactos da produção agrícola sobre



o ciclo de desenvolvimento de geo-helmintos em solos sob influência da agricultura (Alguns questionamentos relevantes são: a contaminação aumenta ou diminuiu? Como a perda da biodiversidade afeta os geo-helmintos?).

A Mata Atlântica também enfrenta graves problemas em termos de conservação e regulamentação ambiental no RS⁸⁹, sendo um bioma fortemente afetado pelo desmatamento⁹⁰, processo que influencia a ocorrência das geo-helmintíases⁹¹. Por exemplo, um aumento dos casos de infecção por ancilostomídeos no Haiti foi atribuído ao desmatamento associado com enchentes, eventos que tornaram as condições do solo mais propícias ao desenvolvimento dos parasitas⁹². No entanto, as informações sobre como o desmatamento pode afetar a presença geo-helmintos no contexto Brasileiro são escassas.

Os biomas Pampa e Mata Atlântica contribuem para a manutenção de importantes serviços ecossistêmicos, como o armazenamento de estoques de carbono⁹³. A criação de gado no Pampa é responsável pela emissão de uma importante quantidade de gases de efeito estufa, incluindo dióxido de carbono (CO₂) e metano, especialmente sob práticas de manejo inadequadas e quando a quantidade de animais supera os limites comportados pelo bioma⁹⁴. A produção de soja nos biomas Pampa e Mata Atlântica também contribui para a emissão atmosféricas de CO₂, acelerando as mudanças climáticas, apesar das emissões de gases de efeito estufa decorrentes deste cultivo serem menores no RS em comparação com outros estados brasileiros onde o desmatamento é mais intenso^{95,96}. As mudanças climáticas causarão alterações na distribuição geográfica das geo-helmintíases, visto que mudanças de temperatura e eventos climáticos extremos impactarão as condições de sobrevivência das estruturas parasitárias no solo. Migrações e outras questões demográficas e socioeconômicas decorrentes das mudanças climáticas também alterarão o cenário epidemiológico das geo-helmintíases nos próximos anos^{97,98}.

Conclusão

As porcentagens de geo-helmintos em diferentes amostras humanas e ambientais provenientes de estudos realizados no Rio Grande do Sul foram compiladas na **Tabela 2**, comparando-se os dados obtidos nos estudos mencionados ao longo desta revisão com os dados obtidos por Katz³¹. Apesar do RS ser um dos estados com as menores prevalências globais de geo-helmintíases no Brasil, essas taxas são bastante variadas quando populações de diferentes municípios e contextos socioambientais são comparadas. Similarmente, a contaminação ambiental por geo-helmintos varia nas diferentes paisagens urbanas dos municípios gaúchos. Fatores humanos, animais e ambientais contribuem para essas variações, indicando que estratégias alinhadas com a Saúde Única são fundamentais para o estudo, prevenção e controle das geo-helmintíases no RS (**Figuras 2 e 3**). Por

fim, ressalta-se que é necessário avaliar como impactos ambientais específicos afetam a distribuição de geo-helmintos nos biomas Pampa e Mata Atlântica.

Tabela 2. Percentagens de geo-helmintos em diferentes amostras humanas e ambientais provenientes de estudos realizados no Rio Grande do Sul. As percentagens citadas na tabela representam uma compilação dos valores obtidos dos estudos revisados neste artigo ('Revisão') e do inquérito coprológico nacional publicado por Katz³¹. nd = dados não disponíveis.

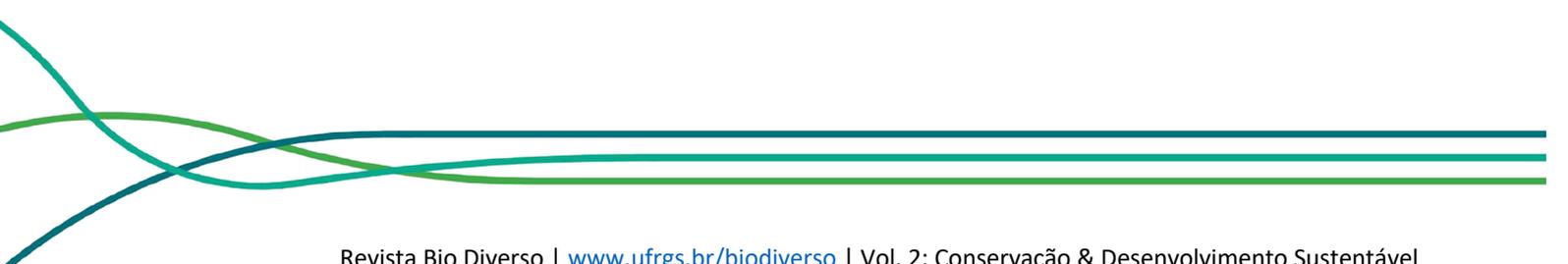
Geo-helminto	Fonte dos dados	Percentagens observadas (% mínima - % máxima)	
		Humanos	Ambiente (solo ou fezes coletadas no ambiente)
Ancilostomídeos	Revisão	3,4% - 42,1%	11,0% - 93,2%
	Katz ³¹	0,00% - 0,67%	nd
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Revisão	10,0% - 55,6%	3,1% - 10,2%
	Katz ³¹	0,00% - 6,67%	nd
<i>Trichuris trichiura</i>	Revisão	2,0% - 36,0%	0,8% - 32,5%
	Katz ³¹	0,00% - 13,33%	nd
<i>Toxocara spp.</i>	Revisão	nd	4,2% - 25,0%

Agradecimentos

Marina Ziliotto recebe bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Joel Henrique Ellwanger recebe bolsa de pós-doutorado da CAPES (Programa Nacional de Pós-Doutorado – PNPd/CAPES). José Artur Bogo Chies recebe bolsa de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Produtividade em Pesquisa – Nível 1A) e coordena projeto de pesquisa financiado pela CAPES (CAPES AUXPE 686/2020).

Referências

- 1 - Jourdan, P.M., Lamberton, P.H.L., Fenwick, A., et al. 2018. Soil-transmitted helminth infections. *The Lancet* 391 (10117): 252-265. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31930-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31930-X)
- 2 - Ministério da Saúde - Brasil. 2018. Guia prático para o controle das geo-helminthíases. Brasília/DF, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis.
- 3 - Bethony, J., Brooker, S., Albonico, M., et al. 2006. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *The Lancet* 367 (9521): 1521-1232. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68653-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68653-4)
- 4 - Pullan, R.L., Smith, J.L., Jasrasaria, R., et al. 2014. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors* 7: 37. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-37>
- 5 - Ellwanger, J.H., Kaminski, V.L., Rodrigues, A.G., et al. 2020. CCR5 and CCR5Δ32 in bacterial and parasitic infections: Thinking chemokine receptors outside the HIV box. *International Journal of Immunogenetics* 47 (3): 261-285. <https://doi.org/10.1111/iji.12485>
- 6 - Ellwanger, J.H., Ziliotto, M., Kulmann-Leal, B., Chies, J.A.B. 2022. Iron deficiency and soil-transmitted helminth infection: classic and neglected connections. *Parasitology Research* 121 (12): 3381-3392. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07697-z>
- 7 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 2022. *Ascaris lumbricoides*. <http://www.ufrgs.br/para-site/siteantigo/Imagensatlas/Animalia/Ascaris%20lumbricoides.htm>. Acessado em 5 de Abril de 2022.
- 8 - CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Parasites - Ascariasis. 2019. <https://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html>. Acessado em 25 de Fevereiro de 2022.
- 9 - Holland, C.V. 2010. Gastrointestinal nematodes – *Ascaris*, hookworm, *Trichuris*, and *Enterobius*. Em: Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections, p. 713-736. John Wiley & Sons, New York.
- 10 - Gazzinelli-Guimarães, A.C., Gazzinelli-Guimarães, P., Weatherhead, J.E. 2021. A historical and systematic overview of *Ascaris* vaccine development. *Parasitology* 148 (14): 1795-1805. <https://doi.org/10.1017/s0031182021001347>
- 11 - Centers for Disease Control and Prevention. Trichuriasis. 2019. <https://www.cdc.gov/dpdx/trichuriasis/index.html>. Acessado em 25 de Fevereiro de 2022.
- 12 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 2022. *Trichuris trichiura*. <http://www.ufrgs.br/para-site/siteantigo/Imagensatlas/Animalia/Trichuris%20trichiura.htm> Acessado em 5 de Abril de 2022.
- 13 - Loukas, A., Hotez, P.J., Diemert, D., et al. 2016. Hookworm infection. *Nature Reviews Disease Primers* 2: 16088. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.88>

- 
- 14 - Centers for Disease Control and Prevention. Parasites - Hookworm. 2019. <https://www.cdc.gov/parasites/hookworm/biology.html>. Acessado em 25 de Fevereiro de 2022.
- 15 - Heukelbach, J., de Oliveira, F.A.S., Feldmeier, H. 2003. Ectoparasitoses e saúde pública no Brasil: desafios para controle. *Cadernos de Saúde Pública*. 19 (5): 1535-1540. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2003000500032>
- 16 - Heukelbach, J., Feldmeier, H. 2008. Epidemiological and clinical characteristics of hookworm-related cutaneous larva migrans. *The Lancet Infectious Diseases* 8 (5): 302-309. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(08\)70098-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(08)70098-7)
- 17 - Centers for Disease Control and Prevention. Parasites - Zoonotic Hookworm. 2019. <https://www.cdc.gov/parasites/zoonotichookworm/biology.html>. Acessado em 25 de Fevereiro de 2022.
- 18 - Centers for Disease Control and Prevention. 2019. Parasites - Strongyloides. <https://www.cdc.gov/parasites/strongyloides/biology.html>. Acessado em 5 de Abril de 2022.
- 19 - Carvalho, E.A.A., Rocha, R.L. 2011. Toxocaríase: larva *migrans* visceral em crianças e adolescentes. *Jornal de Pediatria* 87 (2): 100-110. <https://doi.org/10.2223/JPED.2074>
- 20 - Saboyá, M.I., Catalá, L., Nicholls, R.S., et al. 2013. Update on the mapping of prevalence and intensity of infection for soil-transmitted helminth infections in Latin America and the Caribbean: a call for action. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 7 (9): e2419. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002419>
- 21 - Collender, P.A., Kirby, A.E., Addiss, D.G., et al. 2015. Methods for quantification of soil-transmitted helminths in environmental media: current techniques and recent advances. *Trends in Parasitology* 31 (12): 625-639. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.08.007>
- 22 - Yaro, C.A., Kogi, E., Luka, S.A., et al. 2021. Edaphic and climatic factors influence on the distribution of soil transmitted helminths in Kogi East, Nigeria. *Scientific Reports* 11 (1): 8490. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88020-1>
- 23 - Oyewole, O.E., Simon-Oke, A.S. 2022. Ecological risk factors of soil-transmitted helminths infections in Ifedore district, Southwest Nigeria. *Bulletin of the National Research Centre* 46: 13. <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00700-8>
- 24 - Hasenack, H. (coord.). 2008. Diagnóstico ambiental de Porto Alegre: geologia, solos, drenagem, vegetação e ocupação, paisagem. Porto Alegre, Secretaria Municipal do Meio Ambiente.
- 25 - Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C., et al. (coords.). 2018. Atlas ambiental de Porto Alegre. https://www.ufrgs.br/atlas/atlas_digital.html. Acessado em 15 de Maio de 2022.
- 26 - Calegar, D.A., Bacelar, P.A.A., Evangelista, B.B.C., et al. 2021. Socioenvironmental factors influencing distribution and intensity of soil-transmitted helminthiasis in the Brazilian Amazon: challenges for the 2030 agenda. *Journal of Tropical Medicine* 2021: 6610181. <https://doi.org/10.1155/2021/6610181>
- 

- 27 - Chammartin, F., Guimarães, L.H., Scholte, R.G., et al. 2014. Spatio-temporal distribution of soil-transmitted helminth infections in Brazil. *Parasites & Vectors* 7: 440. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-440>
- 28 - Levecke, B., Montresor, A., Albonico, M., et al. 2014. Assessment of anthelmintic efficacy of mebendazole in school children in six countries where soil-transmitted helminths are endemic. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8 (10): e3204. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003204>
- 29 - Silva, N.R., Brooker, S., Hotez, P.J., et al. 2003. Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture. *Trends in Parasitology* 19 (12): 547-551. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2003.10.002>
- 30 - Poague, K.I.H.M., Mingoti, S.A., Heller, L. 2021. Association between water and sanitation and soil-transmitted helminthiasis: Analysis of the Brazilian National Survey of Prevalence (2011-2015). *Archives of Public Health* 79 (1): 83. <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00602-7>
- 31 - Katz, N. 2018. Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helmintoses. Belo Horizonte, Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz.
- 32 - Chammartin, F., Scholte, R.G., Guimarães, L.H., et al. 2013. Soil-transmitted helminth infection in South America: a systematic review and geostatistical meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases* 13 (6): 507-518. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70071-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70071-9)
- 33 - Ponce, O.J., Tapia-Tapia, J.C., Malaga, G. 2014. Soil-transmitted helminth infections in South America. *The Lancet Infectious Diseases* 14 (3): 184. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70697-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70697-2)
- 34 - van Lieshout, L., Yazdanbakhsh, M. 2013. Landscape of neglected tropical diseases: getting it right. *The Lancet Infectious Diseases* 13 (6): 469-470. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70094-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70094-X)
- 35 - Martins-Melo, F.R., Ramos Jr., A.N., Alencar, C.H., et al. 2017. Epidemiology of soil-transmitted helminthiasis-related mortality in Brazil. *Parasitology* 144 (5): 669-679. <https://doi.org/10.1017/S0031182016002341>
- 36 - Katz, N., Chaves, A., Pellegrino, J. 1972. A simple device for quantitative stool thick-smear technique in *Schistosomiasis mansoni*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 14 (6): 397-400.
- 37 - Klassmann, N.O., Carbonai, D. 2020. O saneamento básico no Rio Grande do Sul sob a perspectiva do ranking nacional do saneamento. Em Abdala, P.R.Z., Bordin, R. (org.). *Gestão Pública: casos, análises e práticas*, p. 185-193. Porto Alegre, Publicato Editora.
- 38 - Nagem, R.C., Bordin, R., Pedrozo, E.A., et al. 2021. Região das Ilhas: o Saneamento Básico e o Saneamento Ambiental. Em Oliveira, C.C., Binkowski, P., Albrecht, C.A.M., et al. (org.). *Cidades e Sustentabilidade - Os desafios para conciliar equilíbrio ecológico e bem-estar social*, p. 63-74. Porto Alegre, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS.
- 39 - Santarém, V.A., Giuffrida, R., Zanin, G.A. 2004. Larva migrans cutânea: ocorrência de casos humanos e identificação de larvas de *Ancylostoma* spp em parque público do município de Taciba, São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 37 (2): 179-181. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822004000200014>

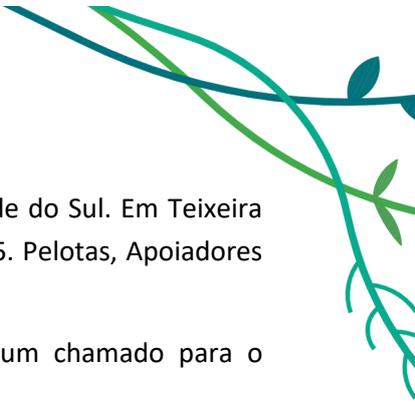
- 
- 40 - Heukelbach, J., Wilcke, T., Feldmeier, H. 2004. Cutaneous larva migrans (creeping eruption) in an urban slum in Brazil. *International Journal of Dermatology* 43 (7): 511-515. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2004.02152.x>
- 41 - Bardosh, K., Inthavong, P., Xayaheuang, S., et al. 2014. Controlling parasites, understanding practices: the biosocial complexity of a One Health intervention for neglected zoonotic helminths in northern Lao PDR. *Social Science & Medicine* 120: 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.09.030>
- 42 - Ellwanger, J.H., Kaminski, V.L., Chies, J.A.B. 2017. How to detect new viral outbreaks or epidemics? We need to survey the circulation of viruses in humans and other animals using fast, sensible, cheap, and broad-spectrum methodologies. *Brazilian Journal of Infectious Diseases* 21 (2): 211-212. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2016.12.001>
- 43 - Ellwanger, J.H., Veiga, A.B.G., Kaminski, V.L., et al. 2021. Control and prevention of infectious diseases from a One Health perspective. *Genetics and Molecular Biology* 44 (1 Suppl 1): e20200256. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2020-0256>
- 44 - Berne, A.C., Scaini, C.J., Villela, M.M., et al. 2012. Presença de coccídios e outros enteroparasitos em uma população de crianças no município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Patologia Tropical* 41 (1): 93-96. <https://doi.org/10.5216/rpt.v41i1.17752>
- 45 - Campos, M.R., Valencia, L.I.O., Fortes, B.P.M.D., et al. 2002. Distribuição espacial da infecção por *Ascaris lumbricoides*. *Revista de Saúde Pública* 36 (1): 69-74. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000100011>
- 46 - Basso, R.M.C., Silva-Ribeiro, R.T., Soligo, D.S., et al. 2008. Evolução da prevalência de parasitoses intestinais em escolares em Caxias do Sul, RS. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 4 (3): 263-268. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000300008>
- 47 - Chan, L., Bundy, D.A., Kan, S.P. 1994. Genetic relatedness as a determinant of predisposition to *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infection. *Parasitology* 108 (Pt 1): 77-80. <https://doi.org/10.1017/s0031182000078549>
- 48 - Mata-Santos, T., Gatti, F.A., Mascarenhas, C.S., et al. 2013. Prevalência de enteroparasitas em crianças atendidas em unidades básicas de saúde em uma cidade do sul do Brasil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 72 (2): 175-178. <https://doi.org/10.18241/0073-98552013721561>
- 49 - Chaves, É.M.S., Vazquez, L., Lopes, K., et al. 2006. Levantamento de protozoonoses e verminoses nas sete creches municipais de Uruguaiana, Rio Grande do Sul – Brasil. *Revista Brasileira de Análises Clínicas* 38 (1): 39-41.
- 50 - Figueiredo, M.I.O., Querol, E. 2011. Levantamento das parasitoses intestinais em crianças de 4 a 12 anos e funcionários que manipulam o alimento de um centro socioeducativo de Uruguaiana, RS, Brasil. *Biodiversidade Pampeana* 9 (1): 3-11.

- 51 - Nagel, A.S., Baccega, B., Hernandes, J.C., et al. 2017. Intestinal parasite prevalence in schoolchildren from northwestern Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista de Patologia Tropical* 46 (3): 277-286. <https://doi.org/10.5216/rpt.v46i3.49356>
- 52 - Trevisan, A.C.C., Ziembowicz, G., Martins, J., et al. 2004. Ocorrência de parasitoses intestinais em crianças de uma instituição municipal da cidade de Santo Ângelo (RS, Brasil). *Revista Contexto & Saúde* 4 (7): 2177-182. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2004.07.177-182>
- 53 - Seefeld, C., Pletsch, M.U. 2007. Ocorrência de parasitoses intestinais em crianças com idade entre 0 e 9 anos durante o ano de 2006 no município de Campo Novo (RS, Brasil). *Revista Contexto & Saúde* 7 (13): 59-65. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2007.13.59-65>
- 54 - Reuter, C.P., Furtado, L.B.F.S., da Silva, R., et al. 2015. Frequência de parasitoses intestinais: um estudo com crianças de uma creche de Santa Cruz do Sul - RS. *Cinergis* 16 (2): 142-147. <https://doi.org/10.17058/cinergis.v16i2.6426>
- 55 - Rech, S.C., Cavagnolli, N.I., Spada, P.K.W.D.S., et al. 2016. Frequência de enteroparasitas e condições socioeconômicas de escolares da cidade de São Marcos-RS. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* 37 (1): 25-32. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2016v37n1p25>
- 56 - Cavagnolli, N.I., Camello, J.T., Tesser, S., et al. 2015. Prevalência de enteroparasitoses e análise socioeconômica de escolares em flores da Cunha-RS. *Revista de Patologia Tropical* 44 (3): 312-322. <https://doi.org/10.5216/rpt.v44i3.38018>
- 57 - Zanotto, M., Cavagnolli, N.I., Breda, J.C., et al. 2018. Prevalence of intestinal parasites and socioeconomic evaluation of a country town in the Serra Gaucha Region, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista de Patologia Tropical* 47 (1): 19-30. <https://doi.org/10.5216/rpt.v47i1.52259>
- 58 - Instituto Trata Brasil, GO Associados. 2022. Ranking do Saneamento 2022. São Paulo, Instituto Trata Brasil, GO Associados.
- 59 - Roque, F.C., Borges, F.K., Signori, L.G.H., et al. 2005. Parasitos Intestinais: Prevalência em Escolas da Periferia de Porto Alegre – RS. *NewsLab* 69: 152-62.
- 60 - Costa, C.D.S., Louzada, M.L.C., Rauber, F., et al. 2012. Prevalência de parasitoses em crianças de 12 a 16 meses atendidas em unidades de saúde de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Médicas* 21 (1/6): 63-68. <https://doi.org/10.24220/2318-0897v21n1/6a1873>
- 61 - Gracey, M., King, M. 2009. Indigenous health part 1: determinants and disease patterns. *The Lancet* 374 (9683): 65-75. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60914-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60914-4)
- 62 - Cardoso, A.M., Coimbra Jr., C.E.A., Barreto, C.T., et al. 2011. Mortality among Guarani Indians in Southeastern and Southern Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*. 27 (Suppl 2): S22-36. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011001400010>
- 63 - Brandelli, C.L.C., Carli, G.A., Macedo, A.J., et al. 2012. Intestinal parasitism and socio-environmental factors among Mbyá-Guarani indians, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista do Instituto de*

Medicina Tropical de São Paulo 54 (3): 119-122. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652012000300001>

- 64 - Traversa, D., di Regalbono, A.F., di Cesare, A., et al. 2014. Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & Vectors* 7: 67. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-67>
- 65 - Ellwanger, J.H., Chies, J.A.B. 2019. The triad “dogs, conservation and zoonotic diseases” - An old and still neglected problem in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17 (3): 157-161. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.003>
- 66 - Neves, D.P., Gomes, C.F.L., Iglésias, J.D.F., et al. 2009. *Parasitologia dinâmica*. 3ª Edição. São Paulo, Atheneu.
- 67 - Lorenzini G, Tasca T, De Carli GA. 2007. Prevalence of intestinal parasites in dogs and cats under veterinary care in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 44 (2): 137-45. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2007.26652>
- 68 - Pivoto, F.L., Lopes, L.F.D., Vogel, F.S.F., et al. 2013. Ocorrência de parasitos gastrointestinais e fatores de risco de parasitismo em gatos domésticos urbanos de Santa Maria, RS, Brasil. *Ciência Rural* 43 (8): 1453-1458. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000800018>
- 69 - Tagede, B., Mekonnen, Z., Dana, D., et al. 2022. Assessment of environmental contamination with soil-transmitted helminths life stages at school compounds, households and open markets in Jimma Town, Ethiopia. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 16 (4): e0010307. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010307>
- 70 - Gomes, T.C., Almeida, M.F., Miura, L.A., et al. 2002. Helmintoses intestinais em população de rua da cidade do Rio de Janeiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 35 (5): 531-532. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822002000500019>
- 71 - Geissler, P.W., Mwaniki, D., Thiong’o, F., et al. 1998. Geophagy as a risk factor for geohelminth infections: a longitudinal study of Kenyan primary schoolchildren. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 92 (1): 7-11. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(98\)90934-8](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(98)90934-8)
- 72 - Prestes, L.F., Jeske, S., dos Santos, C.V., et al. 2015. Contaminação do solo por geohelminthos em áreas públicas de recreação em municípios do sul do Rio Grande Do Sul (RS), Brasil. *Revista de Patologia Tropical* 44 (2): 155-162. <https://doi.org/10.5216/rpt.v44i2.36645>
- 73 - Vargas, M.M., de Bastiani, M., Ferreira, J.R.D., et al. 2013. Frequência de estruturas parasitárias em praças e parques públicos da cidade de Porto Alegre-RS. *Revista de Patologia Tropical* 42 (4): 434-442. <https://doi.org/10.5216/rpt.v42i4.27924>
- 74 - Matesco, V.C., Mentz, M.B., Rott, M.B., et al. 2006. Contaminação sazonal por ovos de helmintos na praia de Ipanema, em Porto Alegre, Rio Grande Do Sul, Brasil. *Revista de Patologia Tropical* 35 (2): 135-142. <https://doi.org/10.5216/rpt.v35i2.1902>

- 75 - Moura, M.Q., Jeske, S., Vieira, J.N., et al. 2013. Frequency of geohelminths in public squares in Pelotas, RS, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 22 (1): 175-178. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000100034>
- 76 - Leon, I.F., Strothmann, A.L., Islabão, C.L., et al. 2020. Geohelminths in the soil of the Laguna dos Patos in Rio Grande do Sul state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 80 (4): 839-843. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.222590>
- 77 - Scaini, C.J., Toledo, R.N., Lovatel, R., et al. 2003. Contaminação ambiental por ovos e larvas de helmintos em fezes de cães na área central do Balneário Cassino, Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 36 (5): 617-619. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822003000500013>
- 78 - Mello, C.C.S., Nizoli, L.Q., Ferraz, A., et al. 2020. Helminth eggs with zoonotic potential in the vicinity of public schools in southern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 29 (1): e016419. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612019102>
- 79 - Padilha, A.S., Sperotto, R.L., Portella, A.F., et al. 2019. Análise da ocorrência de parasitos com potencial zoonótico no solo de escolas municipais infantis em dois municípios do Rio Grande do Sul. *Clinical & Biomedical Research* 39 (1): 9-14.
- 80 - Figueiredo, M.I.O., Wendt, E.W., Santos, H.T., et al. 2012. Levantamento sazonal de parasitos em caixas de areia nas escolas municipais de educação infantil em Uruguaiana, RS, Brasil. *Revista de Patologia Tropical* 41 (1): 36-46. <https://doi.org/10.5216/rpt.v41i1.17744>
- 81 - Graffunder, K.G., Muller, G.A. 2019. Contamination of lettuce by parasites in municipalities in northwestern Rio Grande do Sul, Brazil. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente* 7 (2): 9-16. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2019v7n2p%p>
- 82 - Silva, M.R.P., Pinheiro, F.C., de Paula, M.T., et al. 2015. Avaliação parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em um município da fronteira oeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Patologia Tropical* 44 (2): 163-169. <https://doi.org/10.5216/rpt.v44i2.36646>
- 83 - Vieira, J.N., Pereira, C.P., de Bastos, C.G.G., et al. 2013. Parasitos em hortaliças comercializadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas* 12 (1): 45-49. <https://doi.org/10.9771/cmbio.v12i1.6543>
- 84 - Brentano, B., Follmann, F.M., Foletto, E. 2015. Contextualização das Unidades de Conservação no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura* 37 (4): 536-554. <http://dx.doi.org/105902/2179460X17278>
- 85 - Echer, R., Cruz, J.A.K., Estrela, C.C., et al. 2015. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. *Revista Thema* 12 (2): 4-13. <https://doi.org/10.15536/thema.12.2015.4-13.318>
- 86 - Leite, C.C., Costa, M.H., Soares-Filho, B.S., et al. 2012. Historical land use change and associated carbon emissions in Brazil from 1940 to 1995. *Global Biogeochemical Cycles* 26 (2): GB2011. <https://doi.org/10.1029/2011GB004133>

- 
- 87 - Zarth, P.A., Gerhardt, M. 2009. Uma história ambiental do pampa do Rio Grande do Sul. Em Teixeira Filho, A. (ed.). Lavouras de destruição: a (im)posição do consenso, p. 249-295. Pelotas, Apoiadores diversos.
- 88 - Porto, A.B., Rolim, R.G., Silveira, F.F., et al. 2021. Consciência Campestre: um chamado para o (re)conhecimento aos campos. *Bio Diverso* 1 (1): 164-188.
- 89 - Vargas, G.K., Brack, P. 2021. A problemática ambiental na gestão do Bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. *Bio Diverso* 1 (1): 145-163.
- 90 - MapBiomas. 2021. Relatório anual do desmatamento no Brasil 2020. São Paulo, MapBiomas.
- 91 - Ellwanger, J.H., Kulmann-Leal, B., Kaminski, V.L., et al. 2020. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92 (1): e20191375. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>
- 92 - Lilley, B., Lammie, P., Dickerson, J., et al. 1997. An increase in hookworm infection temporally associated with ecologic change. *Emerging Infectious Diseases* 3 (3): 391-393. <https://doi.org/10.3201/eid0303.970321>
- 93 - Krob, A.D., Overbeck, G.E., Mähler Jr., J.K., et al. 2021. Contribution of southern Brazil to the climate and biodiversity conservation agenda. *Bio Diverso* 1 (1): 132-144.
- 94 - Dick, M., da Silva, M.A., da Silva, R.R.F., et al. 2021. Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal biomes. *Journal of Cleaner Production* 311: 127750. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127750>
- 95 - Novaes, R.M.L., Pazianotto, R.A.A., Brandão, M., et al. 2017. Estimating 20-year land-use change and derived CO₂ emissions associated with crops, pasture and forestry in Brazil and each of its 27 states. *Global Change Biology* 23 (9): 3716-28. <https://doi.org/10.1111/gcb.13708>
- 96 - Escobar, N., Tizado, E.J., zu Ermgassen, E.K.H.J., et al. 2020. Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. *Global Environmental Change* 62: 102067. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102067>
- 97 - Weaver, H.J., Hawdon, J.M., Hoberg, E.P. 2010. Soil-transmitted helminthiases: implications of climate change and human behavior. *Trends in Parasitology* 26 (12): 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.06.009>
- 98 - Blum, A.J., Hotez, P.J. 2018. Global "worming": Climate change and its projected general impact on human helminth infections. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12 (7): e0006370. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006370>