

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Gustavo Macêdo do Carmo

Contribuições Paleoparasitológicas para o Estudo dos Povos Ameríndios

Juiz de Fora

2020

Gustavo Macêdo do Carmo

Contribuições Paleoparasitológicas para o Estudo dos Povos Ameríndios

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação da Faculdade de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Sueli de Souza Lima

Juiz de Fora

2020

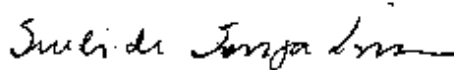
Gustavo Macêdo do Carmo

Contribuições Paleoparasitológicas para o Estudo dos Povos Ameríndios

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação da
Faculdade de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Juiz de Fora como
requisito para obtenção do título de Biólogo.

Aprovado em: 02 de Dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Sueli de Souza Lima - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior
Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza Barbosa
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

À Pompílio Augusto do Carmo, que exerceu a função de pai além de sua completude. Em meio a todo o suporte emocional e financeiro, fez-se mais presente em minha graduação que qualquer herói que eu pudesse sonhar em ter.

Às demais pessoas da família que permaneceram comigo nesta jornada acadêmica. À minha mãe pelas contribuições singelas e fraternas; à minha tia Rosária e minha prima Sônia por todo o apoio.

À Sueli de Souza Lima, orientadora, amiga e uma das razões centrais que me trouxeram até aqui. Toda gratidão do mundo por acreditar em minhas ideias e criar um ambiente acolhedor e motivador como o Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helmintos Odile Bainn.

À Paleontóloga, professora e amiga Hilda Maria Silva, por todos os ensinamentos e apoio ao longo dos últimos três anos. Gratidão por abrir as portas da Paleontologia para mim, e por ser uma das razões que me impediram de desistir desta área tão importante, mesmo em um contexto de oportunidades escassas.

“Sit down before fact as a little child, be prepared to give up every conceived notion, follow humbly wherever and whatever abysses nature leads, or you will learn nothing.”

(THOMAS HUXLEY)

RESUMO

A Paleoparasitologia é um campo interdisciplinar que busca o entendimento sobre a dinâmica das parasitoses no passado através da busca por formas evolutivas parasitárias em material arqueológico e paleontológico. Tal área se caracteriza como uma ferramenta promissora para o entendimento da relação parasito-hospedeiro no tempo pretérito, perpassando aspectos evolutivos e biogeográficos dos parasitos em uma escala temporal mais abrangente. Os estudos sobre a dinâmica parasitária, no passado e no presente, fornecem ainda grandes percepções socioculturais, uma vez que ovos de helmintos são indicadores biomoleculares de condições socioeconômicas, comportamentais e ambientais. O presente estudo objetivou a análise qualitativa de trabalhos que descrevem a presença de helmintos em fósseis da América pré-colombiana, de modo a elucidar as principais contribuições da Paleoparasitologia para o entendimento dos povos ameríndios. Para tal, foi realizado um levantamento de trabalhos paleoparasitológicos em quatro bases de dados distintas. Também foram analisados estudos parasitológicos e paleoparasitológicos obtidos através de uma metodologia não-probabilística, quando estes eram mencionados em trabalhos previamente lidos. Ao todo, foram utilizadas 44 referências Paleoparasitológicas e 36 referências complementares. Estas últimas não necessariamente se relacionam com a Paleoparasitologia diretamente, mas possibilitaram maior embasamento para as discussões aqui propostas. Os trabalhos analisados perpassam aspectos socioculturais como a persistência de hábitos alimentares ao longo da história, a percepção da higiene e condições sanitárias e a relação cultural entre humanos e outros animais. Além disso, estudos realizados em sítios arqueológicos caracterizados pela transição entre modos de vida, organizações sociais, políticas e comerciais, revelam o quanto a sedentarização e a concentração populacional estão atreladas à precarização das condições sanitárias e o aumento das helmintoses na América. Com o advento de estudos moleculares a paleoparasitologia permanece em movimento, enquanto ciência dinâmica, sendo aprimorada ao longo do tempo e desafiando as limitações tafonômicas e a perda de informação biológica decorrente do processo singular de fossilização.

Palavras-chave: arqueologia; pré-colombiano; helmintos; coprólitos; múmias.

ABSTRACT

Paleoparasitology is an interdisciplinary field focused on the understanding of parasitism dynamics in the past, by searching for parasitic evolutionary forms in archaeological and paleontological material. This area provides insights about the host-parasite relationship, as well as biogeographic and evolutionary aspects of the parasites, on a broader time scale. Studies on parasitic dynamics, in the past and present, also provide great sociocultural perceptions about civilizations, since helminth eggs are biomolecular indicators of socioeconomic, behavioral and environmental conditions. In the present study, a qualitative analysis of articles, which describe the presence of helminths in fossils from pre-Columbian America, was made to understand the main contributions of Paleoparasitology to the archaeological study of the Amerindians. 44 Paleoparasitological references were obtained in four different databases. Other 36 studies were obtained through a non-probabilistic methodology, when they were mentioned in previously read articles. The latter are not necessarily directly related to Paleoparasitology, but they provided a great basis for the discussions proposed here. The Paleoparasitological references revealed a great interface between parasitology, archaeology and anthropology. They also provides great insights about sociocultural aspects, such as the persistence of eating habits throughout history, the perception of hygiene and sanitary conditions and the cultural relationship between humans and other animals. Furthermore, studies in archaeological sites, characterized by the transition between lifestyles, social, political and commercial organizations, reveal how much sedentarization and population concentration are associated to the precariousness of sanitary conditions and the increase of parasitism in America. With the advent of molecular studies, paleoparasitology remains in motion, as a dynamic science, being improved over time and challenging taphonomic limitations and the loss of biological information due to fossilization process.

Keywords: archaeology; pre-columbian; helminths; coprolites; mummies.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Antes do Presente
AC	Antes de Cristo
AD	Anno Domini
A.	<i>Ascaris</i>
DNA	Deoxyribonucleic acid
aDNA	Ancient Deoxyribonucleic acid
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
rRNA	Ribosomal ribonucleic acid
sp.	specie
spp.	species
ssp.	subspecies
T	Timina

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	11
1.2	MATERIAIS DE ESTUDO E POTENCIALIDADES DA PALEOPARASITOLOGIA.....	12
1.3	PARASITOLOGIA NO TEMPO: A INTERFACE ENTRE OS CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS E SOCIOCULTURAIS.....	12
1.4	COLONIZAÇÕES DA AMÉRICA: A HIPÓTESE “CLOVIS THE FIRST”.....	13
2.	OBJETIVOS	15
3.	METODOLOGIA	16
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1.	CONEXÃO ENTRE PASSADO E PRESENTE: ESTUDOS COM <i>Necator americanus</i> e <i>Ancylostoma duodenale</i> (DARLING, 1920; SOPER, 1926).....	17
4.2.	TAFONOMIA E PRESERVAÇÃO DE HELMINTOS NO TEMPO GEOLÓGICO.....	22
4.3.	AS CRIANÇAS DO ALASCA.....	26
4.4.	CAÇADORES COLETORES E O SURGIMENTO DA AGRICULTURA.....	27
4.5.	PARASITOSE NA CIVILIZAÇÃO INCA: ESTUDOS DE SOUZA E COLABORADORES (2018).....	32
4.6.	CONTRIBUIÇÕES PALEOPARASITOLÓGICAS BRASILEIRAS.....	33
4.6.1.	Múmias na América do Sul: As Cavernas de Unaí (Minas Gerais)	33
4.6.2.	Furna do Estrago	35
4.7.	HIPERINFECÇÕES ADVINDAS DO ESTREITO DE BERING: <i>Enterobius vermicularis</i>	35
4.8.	HELMINTOS DA PATAGÔNIA ANTIGA.....	37
4.9.	<i>Ascaris lumbricoides</i> Linnaeus 1758 e <i>Ascaris suum</i> Goeze 1782: UMA QUESTÃO TAXONÔMICA HISTÓRICA.....	38
4.10.	TREMATODA E ACANTHOCEPHALA NO PASSADO.....	43
4.11.	VELHAS ÁGUAS, NOVAS ROTAS.....	45
4.11.1.	Paleoparasitologia e Estudos Moleculares	45
4.11.2.	Estudos com Modelagem de Rede em Porto Rico (RUSSO <i>et al.</i>, 2020)	49

4.11.3. Modelos Paleoclimáticos: A História se Inicia com Darling e Termina com Montenegro e Colaboradores.....	51
4.12 DO EMPIRISMO À CONSTRUÇÃO SUBJETIVA: PERCEPÇÕES DE UM PESQUISADOR EM FORMAÇÃO.....	52
5. CONCLUSÕES.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
7. ANEXOS.....	6

1. INTRODUÇÃO

1.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

A Paleoparasitologia é um campo interdisciplinar da Paleopatologia que tem como objetivo central o entendimento das parasitoses em restos ou vestígios de vida recuperados de sítios paleontológicos e arqueológicos, cuja origem zoológica está atribuída à humanos ou a outras espécies de animais (FERREIRA, 2014).

O surgimento da Paleoparasitologia está associado ao ano de 1910, quando o presidente do Conselho Sanitário, Marítimo e de Quarentena do Egito (em Alexandria) da época, Marc Armand Ruffer, encontrou ovos de *Schistosoma haematobium* nos tecidos do rim de múmias egípcias da 20ª dinastia (datadas de 1250 a 1100 A.C.). O autor já havia descrito antes deste estudo a possibilidade de tecidos mumificados serem preparados e utilizados em análises histológicas para o entendimento de patologias, mas foi em 1910 que analisou órgãos de múmias datadas da 18ª à 20ª dinastia e constatou que estes apresentavam diversas alterações decorrentes de quadros patológicos como ateroma, pneumonia, abscessos renais e cirrose hepática (RUFFER, 1910).

Além de todos estes quadros, o autor constatou a presença de ovos calcificados de *Schistosoma haematobium* (na época *Bilharzia haematobia*) localizados nos rins de duas múmias especificamente da 20ª dinastia. Através deste estudo, o autor faz uma breve interface entre passado e presente quando ressalta no momento de sua pesquisa que os parasitos também acometiam as populações do Egito no tempo presente e papiros médicos antigos já relatavam prescrições contra o excesso de eritrócitos na urina (hematúria) que é um dos sintomas da doença.

Em 1925, Seton introduziu as potencialidades da morfologia e presença de macroestruturas de um coprólito na indicação de sua origem zoológica (especificamente em nível de ordem), o que, na Paleoparasitologia, representa um entendimento maior acerca dos hospedeiros. Szidat (1944) também contribuiu para a ascensão da área, sendo um dos primeiros a desenvolver um estudo no qual encontrou, posteriormente, ovos de *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* em corpos presentes em um pântano localizado no território correspondente ao estado extinto da Prússia (Alemanha) e datados de 500 a 600 anos A.P.

Van Cleave e Ross (1947) constataram o potencial da solução aquosa de fosfato trissódico para a recuperação de espécies dissecados e endurecidos que se tornavam novamente maleáveis quando em contato com a substância. Os autores ressaltam em sua publicação que, apesar dos resultados não terem sido os mesmos para todos os espécimes testados, foi constatado grande potencial de restauração com diversos invertebrados, retomando a forma geral do corpo bem como suas características diagnósticas. Além disso, em consonância com os interesses de parasitologistas, testes com helmintos, incluindo nematoides, geraram resultados bastante positivos.

Mais tarde, Callen e Cameron, nos anos de 1955 e 1960 adaptaram a técnica para o estudo dos coprólitos mantendo o material em fosfato trissódico a 0,5% durante 72 horas (CALLEN, 1967; BRYANT & DEAN; HORNE, 1985).

1.2 MATERIAIS DE ESTUDO E POTENCIALIDADES DA PALEOPARASITOLOGIA

Dentre os materiais utilizados na pesquisa paleoparasitológica estão os colólitos (cololite) que são conteúdos alimentares fossilizados em regiões do trato gastrointestinal posteriores ao estômago (HUNT & LUCAS, 2012); os coprólitos, que são fezes fossilizadas de vertebrados e macroinvertebrados expelidas no ambiente pelo meato anal (SOUTO & FERNANDES, 2017); e o solo presente em latrinas de sítios arqueológicos/paleontológicos (REINHARD *et al.* 1986).

A identificação de formas evolutivas parasitárias em materiais fossilizados se caracteriza como uma ferramenta promissora para o entendimento da relação parasito-hospedeiro e de como se processavam as infecções parasitárias no tempo pretérito. Também é possível obter informações específicas a respeito da evolução destes parasitos em uma escala temporal mais abrangente, além da dinâmica de dispersão e das populações de homínídeos e outros vertebrados no passado (GONÇALVES *et al.*, 2002). Análises biogeográficas destes parasitos no tempo pretérito tem sido impulsionadas através de novos registros (REINHARD *et al.*, 1987).

1.3 PARASITOLOGIA NO TEMPO: A INTERFACE ENTRE OS CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS E SOCIOCULTURAIS

Historicamente, acreditava-se que a América pré-colombiana estava livre de infecções parasitárias (ARAUJO *et al.*, 2008), sendo a paleoparasitologia grande

responsável pela ruptura deste paradigma. Atualmente sabe-se que os helmintos integram uma vasta história de infecções nas populações Ameríndias sendo esta iniciada de modo sutil e intensificada posteriormente através da chegada de Europeus e Africanos ao continente, como revelam estudos dos primeiros locais de estabelecimento colonial na América do Norte (REINHARD *et al.*, 1986).

Os estudos sobre a dinâmica parasitária, no passado e no presente, perpassam não só o entendimento biológico, como também fornecem fortes percepções socioculturais, uma vez que os parasitos são indicadores biológicos de condições socioeconômicas, comportamentais e ambientais (FLAMMER & SMITH, 2020).

Parasitos transmitidos via oral-fecal são encontrados em maior prevalência nas áreas de condições sanitárias precárias. Infecções zoonóticas acidentais revelam a proximidade com determinados animais, que pode se dar em virtude de aspectos culturais. Do mesmo modo, diversas infecções ocorrem em virtude da alimentação, o que também revela aspectos culturais associados à dieta e culinária (FLAMMER & SMITH, 2020).

Além disso, a presença destes seres em um determinado hospedeiro pode prejudicar a resposta imune deste em relação à outras infecções (MABBOTT, 2018). Tal aspecto pode ter influenciado de modo crucial doenças severas históricas como a peste, varíola, febre tifoide e tuberculose e, doenças alérgicas ou autoimunes comuns na atualidade, podem ter sido raras em populações pré-históricas, em virtude da alta taxa de infecções por helmintos intestinais (FLAMMER & SMITH, 2020).

1.4 COLONIZAÇÕES DA AMÉRICA: A HIPÓTESE “CLOVIS THE FIRST”

A teoria mais aceita para a primeira colonização do continente Americano é a de que caçadores de grandes animais (pertencentes à chamada Cultura Clovis) migraram através do estreito de Bering do nordeste asiático para a América do Norte na última era glacial. Os viajantes chegaram ao norte e permaneceram em movimento atrás desta megafauna a leste das Montanhas Rochosas do Canadá, por caminhos livres de gelo migrando para dentro do continente rumo a América do Sul, deixando ferramentas de pedra datadas de 13.500-12.900 A.P. Todavia, o estreito de Bering foi submerso antes de 12.900 A.P. e a maior parte do Canadá e norte dos EUA se tornaram cobertos de gelo neste momento histórico, o que impediria a presença de áreas livres de geleiras entre 24.000 anos e 14.000 a 12.000 anos A.P., trazendo questionamentos para esta teoria (MONTENEGRO *et al.*, 2006).

As discussões propostas no presente estudo revelam as potencialidades dos estudos paleoparasitológicos para o entendimento multidisciplinar destas civilizações, desde o descobrimento da América por parte dos membros da Cultura Clovis até a invasão do continente por parte do navegador italiano *Cristoforo Colombo* (ou Cristovão Colombo) e sua tripulação, em 1492.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo central a análise qualitativa de trabalhos que descrevem a presença de helmintos em fósseis do continente americano, associados à populações Pré-colombianas, de modo a elucidar as principais contribuições da Paleoparasitologia para o entendimento arqueológico destes povos. Como objetivos específicos, estão elencados:

- Sintetizar os elementos centrais que caracterizam todos os trabalhos analisados, incluindo as características dos sítios arqueológicos, formas evolutivas de helmintos descritas, implicações paleopatológicas e epidemiológicas bem como as reflexões sociais e históricas;
- Correlacionar o conhecimento pretérito e o recente, através da leitura e análise comparativa entre trabalhos de ecologia e morfologia de helmintos vivos e trabalhos com material arqueológico;
- Analisar teoricamente os desafios do estudo paleoparasitológico associados à singularidade dos processos tafonômicos, bem como as potencialidades e limitações da fossilização de helmintos.

3. METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico de estudos paleoparasitológicos foi realizado utilizando a combinação dos descritores “pre-columbian”, “paleoparasitology”, “coprolite”, “archaeology”, “archaeoparasitology”, “mummies” e “parasite” com os operadores lógicos “and” e “or” em quatro bases de dados, sendo elas Science Direct, Web of Science, Scientific Electronic Library (SciELO) e Google Scholar. Após o levantamento e análise das seções “Abstract”, os trabalhos foram selecionados de acordo com sua relevância e consonância com o tema escolhido. Também foram analisados trabalhos parasitológicos e paleoparasitológicos obtidos através de metodologia não-probabilística, quando estes eram mencionados em trabalhos previamente lidos e considerados importantes como elementos da análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no levantamento bibliográfico realizado, foram levantadas 44 referências de Paleoparasitologia que serviram como base central para todas as discussões propostas no presente estudo. As Tabelas 1 e 2 (presentes na sessão ‘ANEXOS’) sintetizam todas as informações acerca das referências paleoparasitológicas analisadas neste estudo.

Todas as bases de dados contribuíram de forma expressiva para a obtenção das referências de estudos paleoparasitológicos, estando a maioria deles presente em todas as quatro. Das 44 referências utilizadas, 43 estão presentes na base Google Scholar, sendo esta a que mais contribuiu para o desenvolvimento da discussão aqui proposta. Logo em seguida é possível destacar a base de dados Web of Science, na qual estão presentes 29 de todas as referências analisadas. As bases Scielo e Science Direct contam com 12 artigos dentre os 44 analisados neste estudo.

Através da metodologia não probabilística, foram obtidas 36 referências complementares. Estas últimas não foram analisadas com base nos objetivos propostos, uma vez que não necessariamente possuem relação direta com a Paleoparasitologia. Porém, foram utilizadas no intuito de enriquecer e fomentar ainda mais as reflexões.

4.1. CONEXÃO ENTRE PASSADO E PRESENTE: ESTUDOS COM *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale* (DARLING, 1920; SOPER, 1926)

No imaginário humano, é possível mencionar diversos aspectos que podem desencadear migrações ao longo da história tais como a busca por terras férteis, recursos como alimento e fontes de água potável, oportunidades de trabalho e até mesmo fuga de situações geológicas sem precedentes como vulcanismo e terremotos. Neste processo, infectados com parasitos inevitavelmente carregam estes para o local de destino e, através do contato com novos povos, tem sua helmintofauna trocada e modificada de forma recíproca. Os imigrantes, em menor número que a população nativa, tendem a adquirir as infecções desta quase puramente. Os nativos tendem a sofrer modificações em sua fauna parasitária através das infecções recém-chegadas (DARLING, 1920).

Na ilha de Viti Levu (localizada em Fiji), por exemplo, na primeira metade do século 20, os habitantes nativos apresentavam infecção quase pura por *Necator americanus*. Somente aqueles que viviam em locais ocupados por índios vindos do oriente possuíam *Ancylostoma duodenale*. Em contrapartida, os índios orientais que viviam em Fiji por uma década ou mais perderam uma parcela de *Ancylostoma duodenale*

e passaram a ser infectados por *Necator americanus* em grandes proporções (DARLING, 1920).

Outro caso que revela esta mistura em termos de diversidade parasitária é o da Malásia, local em que os nativos historicamente possuíam infecções de 98-99% de *Necator americanus*, com baixos índices de *Ancylostoma duodenale* e *Ancylostoma ceylanicum*. Os chineses, por sua vez, possuíam cerca de 35% a 85% de *Ancylostoma duodenale* e o resto de *Necator americanus*, mas quando passaram a ocupar a malásia e adotar o costume dos nativos, acabaram adquirindo o grau de infecção destes (DARLING, 1920).

Ancylostoma duodenale e *Necator americanus* são nematoides cujo hospedeiros definitivos são exclusivamente os humanos. A Ancilostomíase, enfermidade decorrente da infecção por estes helmintos é popularmente conhecida como “Doença do Jeca Tatu” ou “Amarelão”. Os estágios adultos habitam e se reproduzem no intestino delgado e seus ovos são liberados nas fezes, o que propicia sua busca através do material fecal fossilizado em casos pretéritos excepcionais. A massa germinativa de ovos férteis se desenvolve em um embrião propriamente dito através das fases de mórula, blástula e gástrula.

Mediante condições específicas de temperatura, umidade e oxigênio (DARLING, 1920) embriões formados se desenvolvem em larvas do tipo rabditoide L1 e eclodem no solo. Mais tarde, estas sofrem a primeira muda se transformando em L2 rabditoide através de estímulos intrínsecos (estimulação por uma secreção interna líquida que rompe a cutícula velha) e extrínsecos (condições adequadas de temperatura, molaridade, ph e umidade relativa) e passam para o estágio de larva filarioide (neste caso, sem o desprendimento da cutícula, formando uma cutícula dupla) que é a forma infectante. Esta penetra ativamente a pele do indivíduo, ganhando mais tarde a corrente sanguínea, o coração, pulmão, traquéia e, finalmente o sistema digestório. A infecção nem sempre é ativa, podendo acontecer através da ingestão da larva em alimentos ou água contaminada.

A ancilostomíase é uma doença que gera sintomas como anemia e esgotamento que podem piorar mediante à baixa ingestão de ferro e outros nutrientes. Além disso, a possibilidade de relação entre a variação regional e frequência de quadros mais severos como a hiperostose porótica e as infecções parasitárias em populações pré-colombianas do Peru e Equador também são descritas na literatura (VERANO, 1998). A doença supracitada é causada por anemia e falta de ferro, que, por sua vez, pode ser desencadeada

por diversos fatores como dieta e as infecções parasitárias (haja vista que os helmintos podem contribuir de forma expressiva para déficits nutricionais em seus hospedeiros). Araujo e colaboradores também levantam esta possibilidade (2007), mas ressaltam que os dados descritos na literatura ainda não são suficientes para estabelecer esta relação de modo concreto.

Necator americanus é um parasito nativo da África (sul do Sahara) e sul da Ásia, porém hoje predomina na América tropical e subtropical, sendo introduzidos nestas últimas localidades pela chegada de escravos no continente (MANTER, 1967). *Ancylostoma duodenale* é nativo do norte africano, sul europeu e norte do Himalaia (Ásia).

Darling (1920) e Soper (1927) estudaram a presença ou ausência destes parasitos em índios sul-americanos e observaram que eles poderiam fornecer maiores esclarecimentos sobre as migrações pré-históricas, sendo *Ancylostoma* indicativo de que as migrações foram desencadeadas através do norte da Eurásia e *Necator* indicaria o ponto de partida na África ou sul asiático (MANTER, 1967; DARLING, 1920; SOPER, 1927).

Acredita-se que as migrações para a América tiveram início através do Estreito de Bering, que liga os oceanos Pacífico e Ártico entre Estados Unidos e Rússia (MANTER, 1967). Porém, parasitos ancilostomídeos dificilmente sobreviveriam aos climas frios severos das regiões mais nortenhas da América, apenas se sua passagem para o sul fosse muito rápida (DARLING, 1920; SOPER, 1927). Fatores como as condições ambientais (recentes ou pretéritas) do meio externo e a quantidade de hospedeiros no ambiente tendem a restringir historicamente a distribuição geográfica dos parasitos e, portanto, um mesmo hospedeiro pode ou não abrigar determinadas espécies em localidades distintas (MANTER, 1967). A presença simultânea de hospedeiros e vetores no ambiente garantindo a eficácia do ciclo de vida, assim como fatores climáticos exercem grande influência nos parasitos e, nas migrações nortenhas através do Estreito de Bering, muitos parasitos podem ter sido perdidos (ARAUJO *et al.* 2007).

De acordo com Darling (1920) *Necator americanus* e/ou *Ancylostoma duodenale* poderiam ter sido introduzidos no Novo Mundo a partir da Ásia, Indonésia ou Polinésia por viajantes ou pescadores (vias marítimas). As migrações da Ásia para a América através do Estreito de Bering poderiam ter acontecido caso a temperatura da região no passado fosse mais quente, o que asseguraria a sobrevivência dos parasitos em questão.

Outra possibilidade é a de que as migrações tenham origem na Ásia ou Indonésia (sendo possível a chegada de ambos os parasitos no Novo Mundo), passando pelo Pacífico, ou da Polinésia passando pelo Pacífico. Neste último caso, apenas *Necator americanus* seria encontrado.

Através de seus estudos Darling proporcionou contribuições expressivas para a consolidação da interface entre arqueologia e parasitologia. Segundo ele, a helmintologia poderia ser uma das bases para a solução de questões etnológicas, uma vez que as migrações poderiam ser melhor entendidas através da junção entre as informações sobre origem geográfica e étnica de hospedeiros humanos, juntamente com o entendimento da diversidade de helmintos presentes nestes hospedeiros.

É importante ressaltar que Darling se referia especificamente às migrações em áreas com climas mais amenos (Latitude 35° N e 30 ° S), uma vez que os ancilostomídeos possuem uma fase no ciclo de vida em que os embriões têm contato com o solo e, segundo ele, estes não conseguiriam sobreviver a migrações em locais com climas muito frios. Montenegro e colaboradores (2006) fizeram estudos experimentais modelando as condições climáticas da região ártica aceitas para o período pré-colombiano e constataram a impossibilidade de manutenção das infecções caso estes parasitos viessem através do Estreito de Bering.

Soper (1927) realizou um estudo no qual, através de informações históricas e levantamentos de parasitos gastrointestinais em comunidades viventes indígenas do Paraguai, conseguiu inferir aspectos históricos referentes à chegada dos povos ameríndios ao continente americano.

A presença de ancilostomídeos no Paraguai remonta ao tempo colonial e com a guerra entre a Tríplice Aliança e o Paraguai (1865 a 1870), muitos soldados brasileiros participantes contribuíram para a disseminação de *Necator americanus* entre soldados paraguaios no país (SOPER, 1927). Situações de conflitos podem contribuir expressivamente para problemas de sanitização em áreas mais afetadas e podem levar à transmissão de parasitos através do contato em zonas de conflito com grupos de soldados advindos de outras localidades (FLAMMER & SMITH, 2020).

O Paraguai é dividido em duas regiões pelo rio Paraguai, sendo a margem esquerda uma área de grande potencial agrícola, habitada por uma população que é fruto da miscigenação entre índios Guarani e espanhóis que mantém contato com povos

externos desde o século XVI, exceto por vinte anos no início do século XIX quando o país se isolou em virtude de um regime ditatorial (SOPER, 1927).

As terras da direita, por sua vez, são o grande foco dos estudos de Soper (1927), especificamente a localidade de Makthlawaiia que caracteriza a porção paraguaia de uma região geográfica conhecida como Gran Chaco. O contato dos índios desta região com populações externas é muito pouco expressivo, uma vez que a área não é promissora para agricultura, caça ou pesca e historicamente não foi almejada por índios guaranis. A região é habitada por índios da tribo Lengua e missionários, sendo um local remoto cujo contato externo é difícil. O autor analisou fezes de 71 índios deste local, e encontrou uma linhagem quase pura de *Ancylostoma* sp., com cerca de 3217 vermes sendo 7% (228) *Necator* sp. e 93% (2989) *Ancylostoma* sp.

De acordo com o autor, duas hipóteses para estes dados podem ser levantadas. É possível que inicialmente tenha surgido uma infestação mista de origem asiática por *Ancylostoma* e *Necator* e que este último não se manteve na região devido às condições adversas (presentes no caminho para o Gran Chaco ou no próprio local) que não afetaram tanto a espécie de *Ancylostoma*.

Outra explicação levantada é a de que a chegada de *Necator* até a região leste do Rio Paraguai é mais recente que a infestação por *Ancylostoma*, sendo trazida por asiáticos ou conquistadores da Espanha. O autor ressalta, através do respaldo obtido com dados históricos do Gran Chaco que a infestação por *Ancylostoma* possivelmente teria precedido a chegada dos espanhóis (SOPER, 1927). É possível que *Ancylostoma duodenale* tenha sido trazido por tribos indígenas, enquanto *Necator americanus* foi introduzido por contatos externos. Em consonância com os postulados de Darling, Soper acreditava que as raízes das populações ameríndias teriam origem na Ásia ou na Indonésia possivelmente tendo migrado para a América via Oceano Pacífico (SOPER, 1926).

Em 1974, Allison e colaboradores descreveram a presença de uma infestação de ancilostomídeos no intestino delgado de uma múmia datada de 890 a 950 anos A.D. De acordo com os autores, este foi o primeiro registro destes helmintos nas Américas antes da chegada dos primeiros Europeus e Africanos ao continente, mostrando que estes não foram os responsáveis por trazê-los e fornecendo grande respaldo às perspectivas de Soper e Darling.

Dentre o material mumificado encontrado em Tiahuanaco (litoral sul do Peru), estavam presentes uma porção do intestino delgado (cuja posição anatômica não foi identificada) e uma região do intestino grosso próxima ao reto, além de material fecal. Neste último foram encontrados ovos contendo larvas decompostas e estruturas que, segundo os autores, poderiam ser membranas externas de ovos vazios.

Além disto, através de um microscópio eletrônico de varredura, os autores encontraram, ancorados na parede intestino delgado, diversos indivíduos identificados como pertencentes à espécie *Ancylostoma duodenale*. Informações sobre a última refeição do indivíduo também foram obtidas através do material fecal, como a presença de milho, feijão, carne e vegetais. Além dos helmintos, foram encontrados diversos ácaros esmagados e triturados na carne, sendo possível inferir que esta foi salgada e exposta ao sol. O estado destes artrópodes revela que foram ingeridos pois normalmente são achados íntegros em múmias, fixos em órgãos e outras estruturas, ou cavando túneis (ALISSON *et al.*, 1974). De acordo com os autores, a infecção por estes vermes não foi a causa da morte, sendo esta indeterminada.

4.2. TAFONOMIA E PRESERVAÇÃO DE HELMINTOS NO TEMPO GEOLÓGICO

Dentro da Paleontologia, existe uma área conhecida como Tafonomia (do grego *taphos* que significa sepultamento e *nomos* que significa leis), a qual busca entender todos os processos responsáveis pela passagem dos restos/bioclastos da biosfera para a litosfera como fósseis. O termo foi criado pelo paleontólogo russo Iván Antónovitch Efrémov, em 1940. Estudos tafonômicos são de extrema importância pois revelam como os processos de preservação influenciam na informação presente no registro geológico.

Assim, a tafonomia fornece subsídios para o entendimento da trajetória do organismo desde a morte, passando pela necrólise, desarticulação, transporte e sedimentação, seguida dos processos de soterramento daquele fóssil até que ele saia da chamada Zona Tafonomicamente Ativa (região onde ele sofre a ação de fatores geológicos e biológicos) e diagênese (processos físicos e químicos que levam à compactação e ligação dos sedimentos até a formação de uma rocha propriamente dita que irá abrigar o fóssil). Fatores geológicos como a taxa de sedimentação de uma determinada área afetam muito o processo.

Todos os processos supracitados geram perdas expressivas na representatividade dos paleoambientes em termos de diversidade e, através deste fato é possível concluir que

o registro fóssil é uma entidade incompleta, repleta de caminhos tendenciosos que fogem do controle da pesquisa. Além disso, ao final do período Ediacarano (Éon Proterozóico) ocorreu a chamada Revolução Agronômica, na qual, substratos que se caracterizavam como uma “esteira de algas” passaram a ser mais oxigenados com o surgimento da infauna e o hábito de cavar e habitar túneis (SEILACHER, 1999). Ambientes com altas taxas de oxigenação possuem elevada decomposição de matéria orgânica, o que culminou a partir deste momento histórico no aumento da dificuldade geral na preservação fóssil.

Do ponto de vista evolutivo, organismos que secretam elementos corporais rígidos como conchas e elementos esqueléticos possuem grandes chances de ser preservados. Em contrapartida, aqueles exclusivamente ou predominantemente moles, incluindo as formas evolutivas parasitárias, só serão preservados em casos excepcionais, em que o soterramento ocorre rápido após a morte ou é a própria causa desta. Assim, quanto mais antigo for o material fóssil, maior será a chance de perda do registro da diversidade parasitária (BOUCHET *et al.*, 2003).

Flammer e Smith (2020) pontuam diversos aspectos que favorecem o encontro de formas evolutivas helmínticas em fósseis. Segundo eles as formas de transmissão dos Helmintos são resilientes às condições ambientais, em especial os ovos que são bem resistentes e produzidos em grandes quantidades. Somado a isto, a grande maioria das infecções helmínticas são pouco patogênicas, com exceção das situações nas quais a prevalência é alta. Tal aspecto leva os indivíduos a se manter infectados durante anos sem desenvolver sintomas fortes, mantendo seus hábitos de vida e garantindo a integridade do ciclo parasitário.

De acordo com Horne (1985), a fossilização do material fecal gerando coprólitos tende a ser mais restrita às regiões áridas e, a menos que o parasito, que possui um ciclo de vida indireto com fase no solo, seja adaptado à estas condições, ele não será encontrado, dificultando o entendimento do parasitismo pretérito em áreas temperadas.

As formas evolutivas de parasitos tendem a se preservar mais em ambientes anaeróbicos úmidos ou secos. São muito encontrados em cavernas de regiões áridas e latrinas, em especial associados à material fossilizado por dessecação rápida, revelando características morfológicas detalhadas como a presença de opérculos em trematódeos e até mesmo embriões preservados até certo grau (REINHARD *et al.*, 1986).

Ambientes frios e secos também favorecem a preservação, enquanto a presença de fungos e plantas selvagens que liberam substâncias anti-helmínticas pode prejudicar a fossilização destas formas evolutivas (LELES *et al.*, 2010). A ação biológica por parte de animais coprófagos também pode contribuir para a perda da integridade destas formas evolutivas, o que também leva ao encontro destes nas análises paleoparasitológicas (REINHARD *et al.*, 1986). Há casos específicos, como *Ascaris spp.* que são comumente encontrados em sítios arqueológicos do Velho Mundo (BOUCHET *et al.*, 2003) por apresentarem uma membrana externa relativamente rígida (LOREILLE *et al.*, 2003) e permanecerem viáveis no solo por cerca de 15 anos (O’LORCAIN & HOLLAND, 2000), tempo bastante expressivo até que ocorra seu soterramento.

Apesar dos restos de parasitos comumente se dispersar e se perderem no sedimento presente no ambiente, estudos de Fugassa e colaboradores (2006) utilizando amostras de sedimento coletadas dentro de esqueletos (cintura pélvica e região sacrococcígeana) do sítio Nombre de Jesús (Patagonia, Argentina) revelaram o quão promissor pode ser o uso destes materiais e como as técnicas também podem influenciar na identificação das formas evolutivas. Os autores utilizaram amostras próximas aos restos esqueléticos (crânio e fêmur) como controle, e testaram a eficácia de técnicas quantitativas convencionais paleoparasitológicas para a análise dos sedimentos obtidos.

Além disso, eles propuseram uma nova técnica na qual aumentam a quantidade de sedimento proposta por Jones em 1982 em relação ao Fosfato Trissódico. Jones utilizou 3 gramas de sedimento seco a ser reidratado em 42 ml de solução aquosa de Fosfato trissódico a 0,5%. Os autores utilizaram 5 gramas de sedimento para 10 ml de Fosfato trissódico. Neste estudo, as únicas amostras em que foram encontrados ovos (alguns não identificados e outros de *Trichuris trichiura*) foram aquelas coletadas na cintura pélvica e analisadas com base na técnica quantitativa modificada (FUGASSA *et al.*, 2006).

Leles e colaboradores (2010) realizaram estudos sobre a raridade de registros pré-históricos para ascaridíase no Novo Mundo. Como os autores pontuam, *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* são parasitos comumente encontrados em associação (em cerca de 59% dos achados arqueológicos em escala global), devido à semelhança em termos de transmissão e nichos ecológicos ocupados em hospedeiros humanos.

Entretanto, na América do Sul, *Trichuris trichiura* é mais comumente encontrado em achados pré-históricos que *Ascaris lumbricoides*, sendo achados apenas dois casos de associação (Brasil e Argentina). Na América do Norte, dez associações (oito nos Estados Unidos e uma no Canadá) foram encontradas no estudo em questão, sendo que apenas uma delas tinha idade pré-histórica (LELES *et al.*, 2010).

Dentre as justificativas apontadas pelos autores estão o estilo de vida das comunidades americanas pré-colombianas marcado pelo consumo de plantas medicinais nativas e, a contaminação fecal não era tão expressiva como ocorre na Europa e na América do Norte no período pós surgimento da escrita (LELES *et al.*, 2010). Documentos astecas revelam o uso do ascaridol, óleo antihelmintico obtido da espécie *Chenopodium graveolens* (DE MONTELLANO, 1975) assim como no Nordeste do Brasil algumas espécies vegetais eram utilizadas há 7.000 anos para tratar helmintoses, como mostram estudos com análises palinológicas realizados por Chaves e Reinhard (2006).

Na região supracitada, foi descrita a infecção mais antiga de ancilostomídeos. Como os adultos de *Ascaris lumbricoides* vivem livremente na luz do intestino (se mantendo no local através de um esforço antagonista aos movimentos peristálticos) e são também mais suscetíveis à ação de anti-helmínticos em relação à *Trichuris trichiura* (LELES *et al.*, 2010), a raridade destes parasitos em populações pré-colombianas não é um resultado surpreendente.

Entretanto, os autores também levantam a possibilidade desta disparidade entre os registros dos parasitos ser resultado de processos tafonômicos. Os ovos de *Ascaris lumbricoides* morfologicamente aparentam ser mais duráveis em relação aos ovos de *Trichuris trichiura* pois apresentam uma camada interna de quitina e uma externa espessa e mamilonada feita de albumina. Entretanto, estudos revelam que o potencial de preservação dos ovos pode variar de acordo com o contexto arqueológico no qual são encontrados. Além disso, a vulnerabilidade dos ovos de *Ascaris sp.* em relação à *Trichuris sp.* revelou ser maior em um estudo sobre o desenvolvimento e sobrevivência dos ovos de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* no ambiente em diferentes estações (LARSEN & ROEPSTORFF, 1999).

4.3. AS CRIANÇAS DO ALASCA

Bouchet e colaboradores (2001) analisaram o conteúdo intestinal de uma criança Aleute da Ilha de Adak (Alasca) quase completa e articulada, morta em 840 ± 40 A.P. com 6-7 anos (de acordo com análises dos primeiros molares) e encontraram ovos de parasitos dos gêneros *Diphyllobothrium* sp. e *Ascaris* sp. Este foi o primeiro estudo que documenta a presença de parasitos em esqueletos de humanos Aleutes. De acordo com os autores, no momento em que a criança morreu, suínos não faziam parte da fauna presente nas ilhas Aleutas, descartando a possibilidade dos parasitos serem identificados como *Ascaris suum*.

Através de análises morfológicas e morfométricas, os autores identificaram o cestóide como *Diphyllobothrium pacificum*, uma espécie marinha comum na costa do pacífico em virtude da presença de focas, leões marinhos e peixes que atuam como hospedeiros destes cestóides. Atualmente, *Diphyllobothrium* spp. é entendido como sinonímia de *Dibothriocephalus* spp. (RUSSO *et al.*, 2020). De acordo com Emmel e colaboradores (2006) o parasito se reproduz em pinípedes e os ovos são liberados junto as fezes na água, dos quais eclodem os estágios de coracídios a serem ingeridos por crustáceos (dentro destes, se desenvolvem em larvas procercóides). Quando os crustáceos são ingeridos por peixes marinhos, o cestóide atinge a forma de larva plerocercóide; quando se alimentam de peixe cru ou malcozido, os humanos se infectam (EMMEL *et al.*, 2006). Segundo os autores, o local onde a criança foi enterrada possuía grande número de restos de peixes e eles mencionam ainda que dados zooarqueológicos comprovam o uso de leões marinhos e peixes na dieta destes Aleutes.

A identificação de *Diphyllobothrium pacificum* na América pré-histórica foi realizada também por Patrucco e colaboradores (1983) em análises com 52 coprólitos humanos de idade variada, coletados no Sítio Los Gavilanes (Huarmey, Peru), localizado próximo ao Oceano Pacífico. Em coprólitos datados de 2700-2850 A.C., foram encontrados ovos de *Diphyllobothrium pacificum*. Além dos coprólitos, carcaças de animais como peixes marinhos e pinípedes no local corroboraram com a identificação dos autores e revelam uma semelhança com os hábitos alimentares atuais na costa do Pacífico, em que a difilobotríase acomete populações que consomem pratos que contém carne de peixe crua.

Caçadores-coletores tendem a estabelecer contato com diferentes espaços em virtude do estilo de vida móvel e o contato com estas áreas, associado ao consumo de carnes malcozidas pode levar às infecções. De todo modo, apesar de serem caçadores coletores sem um local fixo, os Aleutes tinham momentos sedentários sazonais, através dos quais acabavam criando acúmulos de detritos como as fezes depositadas em uma região cujo solo era úmido e frio, mas não congelava. Estas condições favoreciam a sobrevivência dos ovos de *Ascaris* que, provavelmente, eram facilmente ingeridos pelas crianças e até mesmo adultos (BOUCHET *et al.*, 2001).

Tomando como base a dificuldade de se identificar a carga parasitária no intestino da criança Aleute, os autores (BOUCHET *et al.*, 2001) não chegaram à conclusão se a infecção foi a responsável pela morte do indivíduo, levantando apenas a possibilidade desta ter causado fraqueza no estado de saúde da criança.

4.4. CAÇADORES COLETORES E O SURGIMENTO DA AGRICULTURA

O surgimento da agricultura é um dos elementos centrais que contribuíram para o aumento na expressividade e difusão das parasitoses ao longo das populações humanas (REINHARD, 1988). As populações se tornaram maiores após ocuparem determinados espaços e o sedentarismo e acúmulo de fezes favoreceram muito o aumento de infecções, em especial nos contextos marcados pelo uso do material fecal como fertilizante. Sabe-se que, alguns helmintos possuem períodos curtos para encontrar um hospedeiro definitivo, mas estes ainda conseguem obter sucesso na conclusão do ciclo em populações maiores, devido ao aumento de chances dos ovos e larvas chegarem até este hospedeiro.

Além disso, práticas agrícolas como o armazenamento de grãos, contribuem para o aumento de parasitoses pois atraem artrópodes e roedores. Estes, por sua vez, promovem os ciclos de vida de helmintos como os cestoides da família Hymenolepidae (REINHARD *et al.*, 1987), grupo que possui espécies que infectam humanos. Por fim, um dos fatores centrais é a falta de saneamento e higiene que também favorecem o aumento das infecções em grupos maiores de indivíduos (REINHARD, 1988).

Em contrapartida, movimentos sazonais levam à uma redução na exposição de humanos a helmintos infectantes (THOMAS, 1959), uma vez que as fezes são mais distribuídas no espaço geográfico e os parasitos acabam morrendo antes de completar seu ciclo. Os hábitos alimentares dos caçadores coletores também favoreciam sua proteção, pois estes consumiam espécies vegetais que produziam substâncias anti-helmínticas

(REINHARD *et al.*, 1987; REINHARD, 1988); os agricultores substituíram o consumo destas espécies vegetais selvagens, por espécies cultivadas sem estes componentes. O tamanho populacional reduzido também resulta na diminuição das infecções, com a sobrevivência apenas de parasitos com períodos extensos de infectividade (REINHARD, 1988).

O primeiro estudo sobre a influência dos modos de vida na dinâmica do parasitismo através de coprólitos da Província do Planalto do Colorado (Estados Unidos) foi feito por Reinhard em 1988. Para isso, o autor estudou o parasitismo nos povos Anasazi, quando estes aderiram às práticas agrícolas, em comparação com caçadores coletores arcaicos de Utah. O material de Utah foi coletado em uma caverna (Dust Devil Cave) contendo uma privada próxima à entrada com fragmentos de coprólitos e mais de 200 coprólitos completos. A ocupação desta caverna data de 6800 a 4800 A.C.

Para as análises dos povos Anasazi e seu estilo de vida agrícola, o autor obteve coprólitos do Arizona e Novo México. Um dos locais foi uma aldeia (Antelope House, Arizona) habitada entre 500 e 1250 A.D. Os coprólitos foram encontrados dispersos em diversos locais de uma caverna do local, revelando uma despreensão quanto à higiene do grupo. A dieta pôde ser analisada através de estruturas vegetais nos coprólitos que corroboram com o estilo de vida agrícola. As coletas do Novo México foram obtidas na escavação de Salmon Ruin, cuja construção possivelmente teve início em 1088 e fim em 1105 A.D., sendo ocupada até o final do século 13. Várias salas do local foram usadas como latrina e, uma delas era utilizada para acumular lixo.

Em consonância com a discussão aqui presente, não foram encontradas infecções definitivas nos coprólitos dos caçadores coletores. Devido ao seu tamanho reduzido, o autor pontua que a caverna Dust Devil deveria ser utilizada por poucos indivíduos e o número de coprólitos encontrados no local era menor se comparado à quantidade encontrada nos outros dois sítios que foram habitados por centenas de anos. Além disso, a aridez do Planalto do Colorado pode ter limitado a conclusão de ciclos por parte dos parasitos. Nas amostras de Salmon Ruin, entretanto, foram encontrados ovos de *Enterobius vermicularis* em 11% do número total de amostras. Nos coprólitos de Antelope House, foram encontrados cestoides (em apenas 2% do total de amostras, possivelmente Hymenolepididae) e nematoides, sendo o mais comum *Enterobius vermicularis* (em 18% do total de amostras). Além disso, em Antelope House, o autor

identificou em 2% dos coprólitos ovos de *Trichostrongylus* spp., mas revela incerteza quanto à identificação e, encontrou também larvas de *Strongyloides* spp.

Através dessas informações, é possível analisar as implicações paleopatológicas para aqueles indivíduos que habitavam os locais de coleta no tempo pretérito. Mais de 100 coprólitos de Salmon Ruin foram analisados e só foram encontrados ovos de *Enterobius vermicularis*, um parasito que não gera efeitos severos na saúde humana, apenas prurido na região perianal (decorrente da postura de ovos e liberação de uma substância urticante pela fêmea) portanto este parasitismo possuía pouco ou nenhum efeito na população do local.

Em Antelope House, menos de 50 coprólitos foram analisados e através deles, 4 espécies diferentes foram encontradas, sendo *Strongyloides* spp. um táxon muito patogênico que pode gerar problemas respiratórios graves (PALMER, 1944), danos à mucosa intestinal e prejuízos na absorção de nutrientes, além da hiperinfecção decorrente de autoinfecções (REINHARD, 1988). O autor menciona que 12 coprólitos de cães coletados no local também apresentavam formas evolutivas de *Strongyloides* spp., sendo estes animais possíveis reservatórios dos parasitos que também tem a possibilidade de realizar um ciclo de vida em solos úmidos. Todos estes fatores teriam facilitado muito a infecção para todos os habitantes do local, levando a crer que o parasitismo era um problema de saúde evidente.

Reinhard e colaboradores (1987) já haviam estudado coprólitos do Planalto Colorado do Arizona, Novo México e Utah, cujas amostras foram atribuídas à agricultores e caçadores coletores, o que permitiu esta correlação entre infecções parasitárias e estilo de vida. Nos estudos de 1987, eles analisaram 319 coprólitos de seis sítios arqueológicos distintos, além de amostras de solo coletadas em 6 sítios. Em 100 coprólitos atribuídos a caçadores coletores não foram encontradas formas evolutivas parasitárias.

Como características discutidas pelos autores, o baixo número de indivíduos, a mobilidade, a dispersão das habitações e uma dieta que incluía o uso de *Chenopodium* spp. (gênero que contém espécies anti-helmínticas como *Chenopodium graveolens* que cresce no Planalto do Colorado) podem ter favorecido a diminuição das infecções no local (REINHARD *et al.*, 1987). Em contrapartida, nos sítios ocupados por agricultores, foram encontrados diversos parasitos, com prevalência variável ao longo das amostras. A

maioria dos sítios apresentou amostras positivas para *Enterobius vermicularis*. Também foram encontradas larvas com morfologia semelhante à de *Strongyloides* spp. em coprólitos humanos e de cães (sendo estes reservatórios da doença), *Trichostrongylus* spp. com larvas bem preservadas internamente, ovos atribuídos à *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Hymenolepididae* e *Taenia* spp.

De acordo com os autores, as análises de coprólitos de diferentes idades de um dos sítios, conhecido como Elden Pueblo, revelaram que as infecções parasitárias na região aumentaram com o passar do tempo, sendo mais comum no fim da ocupação humana do local, o que pode ter levado ao abandono da aldeia. As amostras do sítio de Antelope House apresentavam espécies vegetais associadas a habitats ribeirinhos, juntamente com *Trichostrongylus* e *Strongyloides* que dependem de áreas úmidas para completar o ciclo de vida. (REINHARD *et al.*, 1987).

Elden Pueblo, por sua vez, possuíam um ambiente fresco e seco e os achados de *Trichuris trichiura*, podem estar associados à uma conexão cultural entre estes povos e habitantes de regiões ribeirinhas próximas ao sul, o que levanta a possibilidade de serem populações migratórias, permitindo a sobrevivência do parasito nos estágios fora do hospedeiro nestas áreas mais úmidas. Este mesmo sítio também apresentava condições precárias de higiene em consonância com a alta prevalência de *Enterobius vermicularis*. No sítio de Antelope House, foi constatada a presença de *Hymenolepididae* e os autores atribuem estas infecções à roedores e artrópodes em locais de armazenamento de milho seco, uma vez que estes podem ser hospedeiros para o parasito em questão como mencionado anteriormente nesta revisão (REINHARD *et al.*, 1987).

Faulkner e colaboradores (1989) também realizaram um trabalho com materiais que remetem a um período de transição entre modos de vida e corroboram com a presente discussão. Os autores utilizaram 8 coprólitos da caverna Big Bone (Tennessee, EUA) com idade média de cerca de $2,177 \pm 145$ anos A.P., momento em que os habitantes da porção oriental da América do Norte se tornaram cada vez mais sedentários e algumas espécies vegetais estavam começando a ser domesticadas (FAULKNER *et al.*, 1989). Dos oito coprólitos, cinco possuíam ovos de *Enterobius vermiculares*, enquanto dois apresentavam ovos semelhantes aos de *Ascaris lumbricoides*. Também foi encontrado em dois coprólitos larvas L1 rabaditiformes e em um deles havia um ovo com casca fina e uma larva eclodida.

Não foi possível identificar com precisão taxonômica estas larvas, mas, o tamanho e morfologia do ovo levam a crer que são espécies da ordem Strongylida. Foram encontradas também larvas de besouros (Apioninae) e pulgas (Phalacroscyllini), além de cistos de *Giardia*. O trabalho assume um caráter bastante descritivo e não traz muita reflexão sobre os efeitos desta transição no estilo de vida, mas a presença destes parasitos corrobora com a ideia de que a sedentarização contribuiu para o aumento das infecções nos Estados Unidos.

Faulkner (1991) analisou oito coprólitos humanos de populações horticulturais dissecados coletados na caverna Big Bone (Tennessee) buscando informações sobre dieta e infecções parasitárias e também constatou uma relação entre o aumento das infecções parasitárias devido à sedentarização, uso de plantas domesticadas/cultivadas e precarização sanitária. O material foi datado dentro do intervalo entre 3.000 a 1.595 anos A.P. (final do Arcaico Médio e fim do período Woodland médio). Através de suas análises, o autor constatou a presença de *Iva annua*, *Chenopodium berlandieri* ssp. *jonesianum* e *Helianthus annuus*, três plantas domesticadas, assim como ovos de helmintos identificados como *Enterobius vermicularis* (sendo este o mais comum), *Ascaris lumbricoides*, *Giardia intestinalis* e Larvas rãbitiformes (L1) não identificadas também foram recuperadas, assim como um ovo contendo uma larva não eclodida que se assemelha com parasitos da ordem Strongylida (Ancylostomoidea).

Também foram encontradas pulgas *Epidemia cavernicola*, insetos da ordem diptera e uma larva de gorgulho da subfamília Apioninae. As pulgas podem ter sido invasores que chegaram ao local após a defecação ou ingeridas acidentalmente. A presença de gorgulho corrobora com o hábito de armazenar produtos alimentares, uma vez que estes animais são comuns em depósitos.

Além de todos estes estudos, foram analisados os aquênios (frutos secos) de *Iva annua* e *Helianthus annuus* assim como as sementes de *Chenopodium* sp. para identificar evidências de domesticação e a presença destas permitiu inferir que as fezes estão associadas ao uso aborígine da caverna.

A presença de *Ascaris* sp. nas fezes e suas particularidades de ciclo (período de incubação de menos de 18 dias com temperaturas de 22 a 30 °C), revelam para o autor que a população do local era semi-sedentária, vivendo através da ocupação prolongada de habitações multissazonais durante meses mais quentes (FAULKNER, 2001).

4.5. PARASITÓSES NA CIVILIZAÇÃO INCA: ESTUDOS DE SOUZA E COLABORADORES (2018)

Souza e colaboradores (2018) analisaram 14 coprólitos humanos do sítio arqueológico do Vale de Lluta localizado no Chile, datado de 1268 a 1624 A.D. A idade dos coprólitos variou entre três períodos históricos associados à civilização Inca:

- O período pré-Inca ou intermediário tardio (1200 a 1400 A.D.), em que a região do Vale do Lluta era ocupada por pequenos povoados com poucas casas e um ou mais cemitérios. Os povoados eram interdependentes com uma organização política não estatal e estilo de vida baseado em práticas agrícolas e cada propriedade tinha até 4 hectares;
- O período de expansão do Estado Inca (século XV) conhecido como Período Inca ou Período Tardio (1400-1530 A.D.) caracterizado por mudanças fortes no estilo de vida, reorganização social econômica e integração política. Aqui surgem os vilarejos com muitos hectares, com centenas de pessoas ou mais;
- O período entre 1530 e 1600 A.D., do começo do contato entre espanhóis até a queda do estado Inca (SOUZA *et al.*, 2018; SANTORO *et al.*, 2003).

Análises de coprólitos revelam que a passagem do período Pré-Inca para o Período Inca, foi marcada pela transição entre o domínio da obtenção de alimentos localmente e a ascensão do comércio, além do aumento no consumo de peixes (SANTORO *et al.*, 2003).

Com base nas análises dos autores, foi constatado que as infecções parasitárias na região aumentaram ao longo da transição entre os períodos, o que foi concluído através do aumento no número de amostras infectadas e da quantidade de ovos presentes nestas.

Foi constatada uma hiperinfecção por *Enterobius vermicularis*, além de ovos de *Trichuris* spp., Trychostrongylidae e oocistos de *Eimeria macusaniensis* (protozoário parasito de camelídeos, descrito para o Chile pela primeira vez nesse estudo). Os autores também ressaltam que o local se caracteriza como o de maior diversidade pré-colombiana de parasitos em toda a América do Sul, contendo seis espécies.

Santoro e colaboradores (2003) realizaram um estudo semelhante com 39 coprólitos do Vale de Lluta, sendo este o primeiro estudo voltado para o entendimento de como a implementação de um estado se relaciona com as infecções parasitárias. Os

autores constataram um aumento de parasitos intestinais na população com o passar dos dois primeiros períodos da história Inca.

Os autores supracitados encontraram ovos de *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Diphyllobothrium pacificum* e *Hymenolepis nana* e constataram que os habitantes do Vale de Lluta carregavam diferentes parasitos em ambos os períodos, sendo aqueles associados à dieta mais comuns no período pré-Inca e aqueles associados à transmissão por material fecal ou ar mais comuns no período Inca. A presença de *Enterobius vermicularis* reflete o processo de transformação da comunidade de populações indígenas que vivia em pequenos loteamentos dispersos para o surgimento de grandes cidades com uma população mais concentrada, o que culminou no aumento da retroinfecção e das infecções pelo ar.

Em consonância com o aumento do consumo de peixe, foram encontrados ovos de *Diphyllobothrium pacificum* apenas em amostras do período Inca. Este estudo mostra que, com a chegada dos Incas na transição destes períodos, a inserção de novos alimentos nas comunidades e a transformação de pequenos assentamentos em aldeias maiores e mais populosas culminaram em mudanças na dinâmica parasitária (SANTORO *et al.*, 2003).

4.6. CONTRIBUIÇÕES PALEOPARASITOLÓGICAS BRASILEIRAS

4.6.1. Múmias na América do Sul: As Cavernas de Unaí (Minas Gerais)

Como já discutido nesta síntese, corpos mumificados podem conter parasitos e fornecer subsídios para estudos parasitológicos. A mumificação na América pré-colombiana acontecia de três formas distintas, sendo ela natural, através do aumento do calor e dessecação ou por meio de temperaturas muito frias e baixos níveis de ar atmosférico em cavernas e fossas; natural intencional, realizada por questões sociais e culturais nas quais indivíduos mumificavam seus semelhantes criando condições semelhantes àsquelas descritas anteriormente; artificial através de técnicas como evisceração, defumação e aplicação de substâncias embalsamadoras de natureza orgânica (como resinas e óleos) (FERREIRA *et al.*, 1983).

Ferreira e colaboradores realizaram, em 1983, o primeiro estudo paleoparasitológico com múmias brasileiras. Segundo os pesquisadores, foram encontrados ovos de helmintos no que eles definem como "coprólitos extraídos da

cavidade abdominal" de uma múmia pré-colonial (datada entre 3.490 ± 120 e 430 ± 70 anos A.P.) de uma caverna em Unaí (Minas Gerais). Em consonância com as informações descritas pelo autor e a classificação proposta por Adrian P. Hunt e Spencer Lucas (2012), é importante redefinir este material como um colólito. O indivíduo é descrito pelos autores como uma criança de 8 a 9 anos de idade, envolta por uma rede feita com elementos vegetais. No local do enterro, também foram encontradas ornamentações. Os autores encontraram ovos de dois morfotipos sendo um deles com formato e medidas semelhantes às de *Trichuris trichiura* e outro semelhante aos ovos de um ancilostomídeos não determinado. Não foram encontradas formas larvais.

O Brasil se localiza predominantemente em uma zona tropical, o que torna o processo de mumificação incomum, em virtude da umidade aqui presente. Porém, a caverna na qual a múmia foi encontrada está presente em uma região semi-árida, de clima tropical com períodos de seca no inverno e caracterizada por vegetação que remete aos ambientes de savana (FERREIRA E ARAÚJO 1980; FERREIRA *et al.* 1983). As condições locais favoreceram a preservação excepcional do material ao longo do tempo geológico, tendo sido encontrados também ossos e fragmentos de pele e músculos referentes a outro corpo humano mumificado. O local em questão era utilizado como morada e local de enterro por caçadores coletores (em torno de 8.620 ± 100 anos A.P.) e agricultores pré-históricos (entre 3.490 ± 120 e 430 ± 70 anos AP). No local já foram encontrados objetos de arte feitos em madeira, penas, conchas de moluscos, restos alimentares (amendoim e milho) e pinturas amarelas, pretas e vermelhas nas paredes (FERREIRA & ARAÚJO, 1980).

Antes deste estudo, parasitos em corpos mumificados só haviam sido descritos no Chile e no Peru, como o trabalho de Allison e colaboradores (1974), o que torna o trabalho de Ferreira e Araújo (1983) pioneiro para o Brasil e historicamente importante. Em consonância com a ausência de registros de brancos e negros no Brasil naquele momento, os autores concluíram que as infecções por estes vermes já se materializavam na América do Sul antes mesmo da chegada dos Europeus, sendo trazidas possivelmente por migrações transmarítimas de povos asiáticos, em consonância com as ideias de Darling (1920).

Anteriormente a este estudo, Ferreira e Araújo (1980) trabalharam nesta mesma caverna, em Unaí com 22 coprólitos que, com idade semelhante à da múmia supracitada. Das amostras analisadas, 7 apresentavam ovos sendo 15 de *Trichuris trichiura* e 8 de

ancilostomídeos da espécie *Necator americanus*. De acordo com os autores, estes coprólitos podem ter de 360 a 3610 anos de idade. Também foram identificados nos coprólitos 3 morfotipos de larvas de nematoides parasitos que os autores identificaram como sendo de ancilostomídeos, ressaltando a possibilidade de terem eclodido dos ovos encontrados.

4.6.2. Furna do Estrago

Trichuris trichiura, assim como os ancilostomídeos, é uma espécie de vermes intestinais que infectam humanos e provavelmente foram herdados de ancestrais africanos antigos (ARAÚJO *et al.*, 2007), sendo muito frequente em sítios arqueológicos (HORNE, 1985).

No ano de 1989, Ferreira e colaboradores descreveram uma nova descoberta de ovos de *Trichuris trichiura* em terras brasileiras, através do sítio arqueológico Furna do Estrago, localizado em Pernambuco, datado de cerca de 11.060 ± 90 anos A.P. através da estratigrafia dos objetos encontrados no local. De acordo com os autores, os “coprólitos” foram encontrados em associação com humanos enterrados datados de 2.000 anos A.P. com um padrão similar (os adultos estavam amarrados em posição fetal, envoltos por cestas de folha de palmeira e tinham colares feitos com conchas, rochas, sementes, dentes e ossos de animais). Aqui, novamente os pesquisadores descrevem o material analisado como “coprólitos extraídos da cavidade abdominal” dos esqueletos, o que nos leva à redefinição (em consonância com o trabalho de Hunt & Lucas 2012) deste material como sendo um consumulito (alimento ingerido e preservado dentro da cavidade corporal), especificamente um colólito.

De acordo com os autores, os colólitos foram identificados como humanos pelo formato cilíndrico, tamanho e cor opaca preta, além do contexto arqueológico e a detecção de uma espécie de helminto exclusiva de humanos (FERREIRA *et al.*, 1989).

4.7. HIPERINFECÇÕES ADVINDAS DO ESTREITO DE BERING: *Enterobius vermicularis*

Enterobius vermicularis é o parasito mais antigo encontrado em coprólitos (HORNE, 1985), sendo exclusivo de humanos e se alimentando de células epiteliais e bactérias do intestino. As infecções por *Enterobius vermicularis* são registradas em documentos médicos antigos chineses, indianos, árabes e greco-romanos já mencionavam este parasito acometendo populações nativas (FRY & MOORE, 1969). Trata-se de um

helminto pouco patogênico de grande potencial ecológico, uma vez que sua transmissão não apresenta restrições ambientais e pode ser realizada entre hospedeiros sem a necessidade de passar pelo solo ou por hospedeiros intermediários (IÑIGUEZ *et al.*, 2006).

O helminto em questão não gera quadros patológicos muito severos, apenas coceira na região perianal em virtude da liberação de secreções por parte da fêmea e postura de ovos. Entretanto, a leveza e resistência dos ovos causa problemas severos de infecção e reinfecção. A prevalência de 21% de amostras fossilizadas infectadas com *Enterobius vermicularis* foi suficiente para caracterizar uma hiperinfecção nos estudos de Santoro e colaboradores (2003). O parasito em questão tem sido mais encontrado na América, sendo escasso em outras localidades globais, aparecendo apenas em registros da China, Alemanha e Dinamarca (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Os achados com idade mais antigas documentados para *Enterobius vermicularis* são de Fry e Moore (1969), ovos em coprólitos humanos com idade de 10.000 anos. Os autores realizaram um estudo em que coletaram 147 amostras em Utah, em níveis com idade distinta das cavernas Danger e Hogup. Além dos nematoides, foram encontrados ovos de *Acanthocephala* em oito amostras e o coprólito mais antigo com *Enterobius vermiculares* foi obtido no nível datado de 7837 ± 630 A.C.

Iñiguez e colaboradores (2006) ressaltam a possibilidade destes parasitos terem chegado à América através de migração pelo Estreito de Bering, acometendo os povos andinos pré-colombianos, sem registro entre as populações pré-colombianas das terras baixas da América do Sul.

Araujo e colaboradores, em 1985, encontraram ovos *Enterobius vermiculares* em coprólitos do sítio arqueológico de Caserones, no Vale Tarapaca, no Chile. Foram analisadas dez amostras retiradas de uma camada datada de 400 A.C. a 800 A.D. Um ponto interessante do estudo foi o uso de fezes da população local como base para a identificação da origem zoológica dos coprólitos, o que demonstrou ser efetivo no estudo. Este material foi dessecado artificialmente e seu aspecto comparado com o dos coprólitos para análise.

Além dos parasitos, foram encontrados fragmentos de carvão e rochas, bem como restos alimentares de origem animal e vegetal, sendo este último sementes de *Prosopis* spp., vegetal utilizado na alimentação da população local até hoje (o que revela a

persistência histórica de hábitos alimentares). Curiosamente, até a data deste artigo, não havia registro para *Enterobius vermiculares* no Velho Mundo. Os estudos revelaram uma baixa prevalência de ovos nos coprólitos, sugerindo que os grupos se infectavam principalmente pela transmissão direta do parasito e das condições sanitárias das populações antigas (ARAUJO *et al.*, 1985). É importante ressaltar, que os autores defendem a possibilidade destes nematoides terem chegado à América nas migrações pelo Estreito de Bering, uma vez que tal espécie não possui um estágio de vida livre no solo.

Patrucco e colaboradores (1983) realizaram análises com 52 coprólitos humanos de idade variada, coletados no Sítio Los Gavilanes (Huarney, Peru), e também identificaram ovos de *Enterobius vermicularis*, além de *Ascaris lumbricoides* em um coprólito datado de 2277 A.C. Um novo sítio arqueológico de aproximadamente 1000 A.D. também foi identificado pelos autores, no qual havia três coprólitos dos quais dois apresentavam ovos de *Trichuris trichiura*.

Foi publicada em 2020 por Valverde e colaboradores a primeira tentativa de obtenção de parasitos intestinais de fósseis pré-colombianos na Bolívia, país no qual a Paleoparasitologia se caracteriza como área pouco estudada. Neste estudo, foram analisados coprólitos e, o que os autores definem como, “conteúdo orgânico da região abdominal” de múmias datadas de 1150 – 1450 A.D. do Museu Nacional de Arqueologia (La Paz). Foram encontrados ovos de Capilarídeos não identificados no conteúdo abdominal da região pélvica de um homem adulto e *Enterobius vermicularis*, que os autores alegam ter encontrado em "um coprólito da cavidade abdominal". Em ambos os casos, os materiais nos quais os parasitos foram encontrados aparentam ser colólitos, tomando como base as definições de Hunt & Lucas (2012).

4.8. HELMINTOS DA PATAGÔNIA ANTIGA

O primeiro registro paleoparasitológico para o Holoceno tardio da Patagônia foi feito através do estudo de coprólitos datados entre 3.480 e 2.740 anos A.P. de duas cavernas do sítio Cerro Casa de Pedra, localizado em Santa Cruz, Argentina. As dificuldades morfológicas dos coprólitos comprometeram a identificação da origem zoológica e os autores responsáveis pelo estudo deixaram em aberto a possibilidade de serem coprólitos de humanos ou carnívoros como os canídeos (como *Canis familiaris*) e ainda levantam a possibilidade de serem de *Puma concolor*, o único felino que habitou o local no Holoceno tardio. A Patagonia meridional do passado era caracterizada por

diversos estilos de vida, mas o estilo predominante era o de caçadores-coletores que viviam em cabanas e abrigos de rocha (BELTRAME *et al.*, 2010).

Foram encontrados ovos de *Calodium* spp. em todas as amostras, além de ovos de outros capilariídeos, oocistos de *Eimeria macusaniensis* e ovos de *Taenia* spp. Também foram descritos ovos que podem ser de Oxiurida e Trichostrongylida. Segundo os autores, os oocistos de *Eimeria macusaniensis* são atribuídos à ingestão de vísceras de camelídeos (guanaco ou *Lama glama guanicoe*) uma vez que estes parasitos possuem especificidade pelo trato digestivo de camelídeos da América do Sul. No caso de *Taenia* sp., os autores ressaltam que porcos, bovinos e ovelhas só chegaram à Patagônia com a colonização Européia, e o consumo de carne malcozida ou malpassada poderia ter acontecido envolvendo o guanaco ou *Hippocamelus bisulcus* (cervo Huemul) em consonância com dados zooarqueológicos dos sítios da Patagônia (BELTRAME *et al.*, 2010).

Fugassa & Barberena (2006) analisaram amostras do sítio Orejas de Burro, localizado ao sul da província de Santa Cruz (Argentina). O local apresenta sepultamentos múltiplos e foram utilizados no estudo sedimentos datados entre 3720-3978 A.P., obtidos da cavidade abdominal do esqueleto humano de um homem adulto e sedimentos coletados abaixo do esqueleto. Os autores também analisaram uma amostra de uma camada acima das sepulturas que possuía restos faunísticos, além de sedimento sem contato com os esqueletos como grupo controle. Dentre os parasitos encontrados estão ovos de *Capillaria* spp., ovos de *Trichuris* spp. e oocistos de *Eimeria macusaniensis*. Também foram encontradas estruturas que remetem às formas evolutivas de Cestoda e Ascaridida.

Fugassa e colaboradores (2008) analisaram sedimentos coletados dos forames sacrais de esqueletos humanos da Patagônia, armazenados em museus. Os autores queriam testar se corpos previamente limpos e preparados de coleções ainda poderiam fornecer informações sobre o parasitismo. Os sedimentos foram coletados de esqueletos dos Sítios “Nombre de Jesús” (Cabo Vírgenes, Santa Cruz, Argentina), “Las Mandibulas” e “Caleta Falsa” (Tierra del Fuego, Argentina). Foram encontrados ovos de *Ascaris lumbricoides* e *Capillaria* sp.

4.9. *Ascaris lumbricoides* Linnaeus 1758 e *Ascaris suum* Goeze 1782: UMA QUESTÃO TAXONÔMICA HISTÓRICA

Ascaris spp. se caracteriza como um gênero de nematoides muito bem-sucedidos, apresentando uma longa história evolutiva com humanos e sendo encontrado em análises

paleoparasitológicas no Novo e Velho Mundo. Documentos históricos antigos, como escrituras da medicina chinesa, já trazem referências à problemas intestinais que possam ter relação com estes helmintos, que, por sua vez, já eram vistos como parte do cotidiano de Gregos e Romanos (LOREILLE & BOUCHET 2003). No Papiro Ebers, tratado médico do Antigo Egito, datado de 1500 A.C., é possível encontrar nomes ("pened" and "hefnat") atribuídos a dois vermes intestinais que podem se referir à *Taenia* spp. e *Ascaris* spp. (HARTER, 2003).

Loreille e Bouchet publicaram um artigo de revisão em 2003 no qual realizaram uma reflexão multidisciplinar acerca da história evolutiva do gênero *Ascaris* (com enfoque nas espécies *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum*). Utilizando-se de dados parasitológicos e genéticos de materiais recentes e fósseis, além de informações antropológicas, os autores buscaram explicações relacionadas à diversos tópicos como a separação entre as espécies supracitadas ao longo da evolução e qual seria a melhor hipótese para o hospedeiro ancestral do gênero *Ascaris*. Este trabalho é uma das bases centrais das discussões que são feitas a seguir.

Ascaris lumbricoides e *Ascaris suum* são espécies taxonomicamente próximas, cuja diferenciação é historicamente problemática e, ainda existem discussões acerca de serem espécies distintas ou a mesma que adotou evolutivamente dois hospedeiros alternativos (LOREILLE & BOUCHET, 2003). A situação se torna ainda mais complicada no âmbito da paleoparasitologia, pois os indivíduos adultos podem ser discriminados através de aspectos morfológicos sutis (espécies crípticas), porém, os ovos não possuem uma metodologia confiável o suficiente para serem diferenciados.

Barbosa (2015) constatou, através de microscopia óptica, variações na morfologia dos dentículos localizados nas bordas dos lábios trilobados destes helmintos. O autor classifica os dentículos de *Ascaris lumbricoides* como côncavos enquanto os de *Ascaris suum* são triangulares. Os resultados de Barbosa estão em consonância com o que foi proposto por Sprent em 1952. Este realizou uma análise comparativa entre *Ascaris lumbricoides* removidos do intestino de uma criança em uma cirurgia e *Ascaris suum* obtidos de um abatedouro de Toronto.

Como resultado, constatou que os dentículos de *Ascaris suum* formam uma fileira conspícua de triângulos mais ou menos equiláteros e as bordas destes dentículos são retas,

enquanto os dentículos de *Ascaris lumbricoides* são menos conspícuos, menores e com extremidades mais côncavas (SPRENT, 1952).

A Biologia molecular fortaleceu esta discussão através do sequenciamento do genoma mitocondrial completo para as duas espécies de *Ascaris* spp., através do qual foi constatada uma diferença de apenas 1,9% nas sequências de *Ascaris suum* e *Ascaris lumbricoides* (LIU *et al.*, 2011). Estes dados corroboram com a ideia de que ambos os táxons podem representar uma única espécie com alterações fenotípicas e genotípicas adaptativas manifestadas unicamente em nível de população, compartilhando a mesma história natural (LELES, 2012).

O ciclo destes parasitos é monoxeno, tendo início através da infecção passiva por ingestão do ovo fértil (forma infectante) contendo a larva L2 (*Ascaris suum*) ou L3 (*Ascaris lumbricoides*) que eclode no intestino delgado. Após o processo, a larva penetra a mucosa deste e cai na circulação porta-hepática até o fígado. De lá, a larva segue pela circulação sistêmica até os pulmões, penetrando nas paredes dos alvéolos e atingindo os brônquios. Em seguida chega ao esôfago sendo deglutida e retornando ao intestino delgado, no qual se transformam em formas adultas. Estas produzem ovos que são liberados nas fezes e se tornam embrionados no meio externo com as mudas de L1 para L2 acontecendo dentro dos ovos (LOREILLE & BOUCHET, 2003).

Apesar do ciclo de vida destes parasitos ser bastante similar, Murrell *et al.* (1997) em seus estudos referentes à migração de *Ascaris suum* em suínos constatou que o estágio L2 infectante invade quase que exclusivamente a mucosa das regiões do ceco e cólon intestinal no processo migratório, ao invés do intestino delgado, como se pensava antes deste estudo ser publicado.

Estudos sobre infecções cruzadas foram realizados ao longo da história da parasitologia e, estes, podem fornecer informações que corroboram ou não com a perspectiva de espécies diferentes. Buckley, em 1931, ingeriu deliberadamente uma fatia de pão na qual foram inseridas 20 larvas da espécie, além de ter alimentado um primata da espécie *Chlorocebus sabaenus* e dois suínos com quantidades ainda maiores. As larvas foram coletadas do pulmão de um porco juvenil que morreu após ser infectado experimentalmente com os ovos embrionados. Após 3 semanas, Buckley e o indivíduo da espécie *Chlorocebus sabaenus* não foram diagnosticados com a infecção, apenas os dois porcos.

Publicações posteriores revelaram a possibilidade de que ambos os hospedeiros possam ser infectados com as duas espécies. Crewe e Smith (1971) identificaram um indivíduo de *Ascaris suum* que havia infectado uma criança que vivia em um ambiente com boas condições higiênicas, mas os pais utilizavam esterco fresco de uma fazenda de porcos próxima a sua propriedade. Segundo os autores, a criança foi encontrada em diversos momentos comendo terra da horta dos pais, o que levou ao interesse de realizar um estudo mais aprofundado. Após as análises dos denticulos do parasito adulto que estava na criança, foi constatada a morfologia dos dentículos em consonância com aquela que fora descrita para *Ascaris suum* por Sprent, em 1952.

Lord e Bullock também mencionam em uma publicação de 1982 que através da investigação de cinco casos de Ascariíase em crianças da zona rural de New Hampshire em 1981 (idade entre três e onze anos, ambos os sexos, todos mencionaram contato com porcos ou solo no qual havia material fecal destes animais), foi constatado 80% de incidência de infecções dependentes de porcos.

Galvin (1968) também realizou um estudo no qual testou a infecção por *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum* em porcos e coelhos com quantidades de 100, 500 ou 5 mil ovos destas espécies. Após o estudo, 8 de 11 porcos inoculados com *Ascaris lumbricoides* foram encontrados com um a vinte e três vermes. Ambos os parasitos foram bem-sucedidos nas infecções experimentais, mas *Ascaris lumbricoides* diferiu de *Ascaris suum* na taxa e frequência de desenvolvimento até a maturidade sexual. O número de larvas recuperadas de *Ascaris lumbricoides* foi menor em relação à *Ascaris suum*, além de *Ascaris lumbricoides* apresentar um período pré-patente mais longo e patente mais curto.

Através de estudos moleculares associados aos padrões de variação (polimorfismo) no DNA ribossomal de *Ascaris* sp., Anderson (1994) constatou em seus estudos que nove casos de Ascariíase em humanos na América do Norte tiveram suínos como fonte, utilizando o material genético de nove vermes expelidos por estas pessoas e comparando estes com informações genéticas globais descritas para *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum*. Estudos genéticos associados ao polimorfismo envolvendo *Ascaris* spp. de humanos e porcos foram realizados também por Nejsun e colaboradores (2005) com vermes obtidos através de pacientes da Dinamarca que tiveram contato com porcos ou esterco destes e foi constatada como fonte de infecção estes animais.

Peng e colaboradores (2006) também realizaram infecções experimentais de *Ascaris* spp. em porcos e roedores selecionando ovos com genótipos de *Ascaris* spp. mais associados à humanos e a porcos. Foram realizadas 3 infecções experimentais com 2 mil ovos sendo administrados via oral e os autores constataram baixo sucesso nas infecções com ovos de *Ascaris* sp. com genótipos associados à humanos.

É possível notar que todos estes estudos foram feitos com uso de grandes dosagens de ovos que não refletem a transmissão natural dos parasitos no ambiente, ainda que corroborem com a ideia de que as infecções cruzadas possam ocorrer. De todo modo, atualmente, as infecções cruzadas são entendidas como sendo possíveis em países endêmicos que utilizam fezes de suínos como adubos, como na Índia e China (BARBOSA, 2015).

Existem duas hipóteses para o surgimento de um hospedeiro ancestral para *Ascaris* spp. partindo do princípio de que *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum* são espécies distintas. A primeira é a de que suínos ocupariam esta posição, o que significa dizer que *Ascaris lumbricoides* é mais derivado em relação à *Ascaris suum*, aparecendo através do processo de domesticação dos porcos por humanos no Neolítico ou Paleolítico (KLIKS, 1983). Os ancestrais dos porcos atuais têm idade Miocênica e a caça aos porcos selvagens (javalis) pelos primeiros humanos é representada através de pinturas rupestres em cavernas da Europa com datação de 25.000 anos atrás. Os porcos domésticos descendem dos javalis da espécie *Sus scrofa* (EPSTEIN & MASON, 1984) e sua domesticação ocorreu mais de 9000 anos atrás no Oriente Médio e Mediterrâneo oriental, ou sudeste asiático (LOIRELLE & BOUCHET, 2003). É possível que populações antigas de javalis possam ter se infectado, uma vez que javalis viventes também são hospedeiros de *Ascaris suum* (LOIRELLE & BOUCHET, 2003; GOMES *et al.*, 2005).

Acreditar nesta primeira hipótese implicaria na impossibilidade de encontrar registros de *Ascaris lumbricoides* em depósitos anteriores às datas de domesticação, caso os porcos fossem o hospedeiro ancestral. Porém, os mais antigos registros de *Ascaris* spp. foram achados em um sítio paleolítico (Pleistoceno) de 30 mil anos na França (BOUCHET *et al.* 1996). No local não há referências de pintura ou restos que representem suínos. Além disso, ainda que os porcos estivessem presentes nas proximidades, eles não entrariam nas cavernas, o que dá a entender que os ovos de parasitos encontrados são de *Ascaris lumbricoides*. Tal informação revela uma nova possibilidade: a teoria de que

hominídeos eram os verdadeiros hospedeiros ancestrais, o que está em consonância com a possibilidade de porcos ingerirem fezes humanas e não o contrário.

Como já discutido anteriormente, os primeiros seres humanos a chegarem na América foram os membros da Cultura Clovis deixando ferramentas de pedra datadas de 13.500-12.900 AP (MONTENEGRO *et al.*, 2006).

Porém, os porcos (*Sus scrofa domesticus*) só foram introduzidos no Novo Mundo pela primeira vez em 1493, na segunda viagem de Cristóvão Colombo, a partir dos quais surgiram novos descendentes se espalhando pela América. Os fósseis de *Ascaris* spp. identificados em trabalhos também levantados nessa síntese (PATRUCCO *et al.*, 1983; REINHARD *et al.*, 1987; FAULKNER *et al.*, 1989; BOUCHET *et al.*, 2001), são de *Ascaris lumbricoides* e, não possuem idade compatível com o momento histórico das grandes navegações. Portanto, entende-se que os fósseis sejam descendentes daqueles vermes que foram trazidos através das primeiras migrações da Ásia à América.

A domesticação e o contato mais próximo entre humanos e suínos favoreceram mais ainda o aparecimento das infecções e novas adaptações parasitárias nos hospedeiros (LELES, 2012). A proximidade entre humanos e porcos selvagens atualmente tem sido relatada para tribos indígenas na América, incluindo a tribo brasileira Zoró do Mato Grosso, cujos membros caçam indivíduos adultos e criam seus filhotes capturados na floresta. Quando estes se tornam adultos, são liberados no pátio da aldeia e caçados através do uso de arco e flecha em eventos festivos (JUNIOR & SANTOS, 1991).

Outros exemplos revelam um contato ainda mais próximo com porcos selvagens das espécies *Tayassu pecari* e *Pecari tajacu* que são adotados e amamentados por mulheres indígenas (LELES, 2012). Análises realizadas em 1991 revelaram uma baixa prevalência para helmintoses entre índios do povo Zoró, o que pode ser explicado pelos esforços da FUNAI em combater as geohelmintoses no contexto de forte interação entre estes indígenas e suínos (JUNIOR & SANTOS, 1991).

4.10. TREMATODA E ACANTHOCEPHALA NO PASSADO

Estudos paleoparasitológicos também revelam a presença de parasitos dos grupos Acanthocephala e Trematoda. Este último é subdividido em Digenea e Aspidogastrea, abarcando animais que variam morfológicamente e podem habitar o sangue, os tecidos e o lúmen intestinal, se alimentando de tecidos através de um sistema digestório funcional

e por transporte ativo da parede corporal (HORNE, 1985). Os animais presentes no grupo Acantocephala são endoparasitos de peixes, anfíbios, aves e mamíferos que possuem uma probóscide repleta de projeções que favorecem a fixação do animal na mucosa intestinal do hospedeiro.

Moore e colaboradores (2005) analisaram coprólitos do sítio Defiance House localizado no Glen Canyon (Utah, Estados Unidos) datado de 1250 a 1300 A.D. Em um deles (cuja origem zoológica foi atribuída à humanos) foi encontrado um ovo de trematódeo que os autores não conseguiram identificar. Dentre as características do ovo os autores descrevem um tom marrom amarelado e a presença de um opérculo em uma das extremidades (característica típica de trematódeos). Em virtude da falta de identificação em nível de gênero/espécie, os autores fizeram poucas reflexões acerca do achado, mas ressaltam a possibilidade da infecção ser verdadeira, através da ingestão de moluscos ou peixes, sendo estes hospedeiros intermediários e o homem definitivo (MOORE *et al.*, 2005). Eles também consideram a possibilidade de uma falsa infecção, devido à ingestão de vísceras malcozidas de mamíferos que possam ser hospedeiros definitivos, em consonância com a presença de diversos fragmentos ósseos no sítio.

Zimmerman (1975) também relatou a presença de trematódeos em fezes congeladas de uma mulher idosa esquimó que morreu há 1600 anos atrás e foi encontrada na ilha de St. Lawrence no mar de Bering, há 130 milhas do Alasca. A descoberta do corpo e do coprólito da mulher foi feita em uma praia por outros esquimós, sem um contexto arqueológico associado. O parasito identificado é um digenético da espécie *Cryptocotyle lingua*. De acordo com o autor, a causa da morte, baseada na análise de alterações paleopatológicas das vísceras, foi asfixia por soterramento em sua própria casa, o que foi constatado pela ausência de roupas no corpo. Zimmerman menciona que os esquimós atuais não ficam despídos fora de suas casas e quando são realizados enterros deliberados, eles são vestidos. Apesar de ser um estudo importante em termos de descrição para Trematoda, o autor não menciona muitos detalhes acerca de onde obtiveram as fezes e não fazem muitas reflexões acerca da presença destes parasitos e suas implicações, mencionando apenas que os ovos deste parasito já haviam sido encontrados em esquimós modernos.

Moore e Fry (1969) realizaram um estudo com coprólitos da caverna Danger, localizada também em Utah e já discutida neste trabalho. Segundo os autores, ela foi habitada por 10 milênios, "da regressão da geleira de Wisconsin à era Cristã" (Moore &

Fry 1969, p. 1234). Trinta e quatro coprólitos de diferentes idades foram analisados, sendo que três dentre vinte amostras datadas de 20 ± 200 anos A.D. estavam positivas para ovos de *Acanthocephala*. Os autores relataram que não foi possível identificar as espécies para os ovos mas levantam a preocupação em relação ao estado de saúde do hospedeiro, tendo em vista que acantocéfalos podem gerar danos que vão da perda de peso e anemia até danos mecânicos mais severos decorrentes da perfuração do intestino do hospedeiro utilizando a probóscide que possuem (MOORE & FRY, 1969).

4.11. VELHAS ÁGUAS, NOVAS ROTAS

4.11.1. Paleoparasitologia e Estudos Moleculares

Uma das premissas centrais no estudo da paleoparasitologia é a busca por formas evolutivas de parasitos em material fóssil, como os coprólitos, ou, já definido nesta síntese, como o material fecal fossilizado após ser liberado pelo meato anal (HUNT & LUCAS, 2012). Porém, como mencionado anteriormente, a fossilização é um fenômeno que ocorre em condições excepcionais e todo o material pretérito está sujeito aos processos tafonômicos, tornando muitas vezes difícil a identificação de ovos íntegros em coprólitos.

Outro problema a ser levado em consideração é a dificuldade na identificação de espécies exclusivamente pelos ovos. Parasitos com alta especificidade de hospedeiro podem ser usados para identificar amostras em depósitos contendo uma mistura de fezes humanas e animais. Entretanto, fazer isso unicamente através do exame microscópico da morfologia do ovo é difícil, em alguns casos até impossível como ocorre com espécies do gênero *Trichuris* spp. e *Taenia* spp. (FLAMMER & SMITH, 2020), nas espécies *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* (GONÇALVES *et. al* 2003), e nas espécies *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum* (LOREILLE & BOUCHET, 2003).

Em materiais que datam da era medieval, por exemplo, a diferenciação entre estes parasitos não pode ser feita nem com o uso de dados históricos associados à domesticação, uma vez que, neste momento, suínos já eram animais domesticados e viviam junto dos humanos (LOREILLE & BOUCHET, 2003; ROCHA *et al.*, 2006). Além disso, o encontro de *Ascaris* spp. em material coletado nos sítios arqueológicos sul-americanos é pouco frequente e, quando são encontrados ovos, estes aparecem em quantidades diminutas (LELES *et al.*, 2008).

A partir do século 21, estudos moleculares revelaram que a busca por helmintos pode ser realizada até mesmo em situações nas quais as formas evolutivas não foram preservadas ao longo do tempo geológico ou sofreram desgastes expressivos que comprometeram sua integridade antes dos fósseis serem encontrados por um paleontólogo/arqueólogo.

Diversos trabalhos revelam que o DNA pode ser amplificado e sequenciado através de restos de vida antiga. Pääbo (1985) realizou um estudo no qual tentou extrair material genético de 23 múmias com idade entre a sexta dinastia (2370-2160 anos A.C.) e os tempos Romanos e obteve sucesso clonando o material genético obtido através de uma múmia de uma criança (idade de menos de 1 ano), com idade de aproximadamente 2.430 ± 120 anos. O material genético foi extraído de células da pele da canela esquerda (epiderme e estruturas subcutâneas) e a clonagem foi feita utilizando um plasmídeo bacteriano.

Higuchi e colaboradores (1984), por sua vez, realizaram um estudo no qual tentaram recuperar material genético presente em tecido muscular de um espécime de zebra quagga (*Equus quagga*) da coleção do Museu de História Natural localizado em Mainz (Alemanha) com idade de 140 anos. De acordo com os autores, a espécie foi extinta em 1883 e o material estava conservado utilizando sal. A extração foi feita com sucesso e os autores constataram que houve pouca ou nenhuma modificação no material genético do animal após a morte.

Estruturas mineralizadas também fornecem perspectivas associadas à obtenção de material genético. Hagelberg e colaboradores (1989), realizaram um estudo no qual extraíram e amplificaram DNA de ossos humanos com idade entre 300 e 5.500 anos, argumentando que a preservação do material genético está muito mais associada às condições de soterramento que à idade do material.

Entretanto, os icnofósseis também se caracterizam como boas fontes desse material genético. Poinar e colaboradores (1998), em seus estudos, realizaram a extração e amplificação de DNA de coprólitos (da chamada Gypsum Cave, no estado de Nevada), através do qual conseguiram identificar a origem zoológica (*Nothrotheriops shastensis*, extinta há cerca de 11 mil anos) dos icnofósseis, assim como detectaram a presença do DNA de diferentes grupos de plantas, fazendo inferências sobre a dieta destas preguiças. A recuperação do material genético antigo e o uso de PCR para detecção e amplificação

do DNA antigo especificamente de seres que causavam doenças infecciosas também tem sido utilizado como base para os estudos de Paleopatologia molecular (POINAR, 1999).

Diversos estudos que descrevem material genético encontrado em diferentes escalas de tempo foram publicados na literatura, e aqueles encontrados em fósseis datados em escala de milhões de anos carregavam a incerteza quanto à sua veracidade (PÄÄBO *et al.*, 2004). Estudos mais recentes de decaimento de DNA mitocondrial extraído de ossos de Moa relevam a perspectiva de que fragmentos menores com 30 pares de base de DNA mitocondrial, por exemplo, podem ter meia vida de 158.000 anos em ambientes de -5°C (ALLENTOFT *et al.*, 2012). É fundamental ter em mente este respaldo da literatura ao analisar as potencialidades da busca pelo material genético em fósseis, uma vez que este possui uma meia vida limitada. A seguir, serão analisados alguns trabalhos em que foi obtido material genético de helmintos em fósseis cuja datação atesta a veracidade dos resultados.

Em 2001, Loreille e colaboradores realizaram um estudo no qual tentaram extrair e amplificar DNA de ovos de *Ascaris* spp. com idade de 600 anos, encontrados em material fóssil. Os autores tiveram sucesso em amplificar sequências de fragmentos de dois genes distintos (citocromo b e 18S rRNA). O estudo se caracteriza como revolucionário pois até o momento não haviam publicações com enfoque na amplificação de DNA de helmintos coletados em sítios arqueológicos e paleontológicos.

É possível que isso se deva ao fato de que a detecção destes helmintos pode ser feita mais facilmente através da análise e busca por ovos através da microscopia de luz. Sendo estrategistas R no geral, os helmintos tendem a produzir diversos ovos com cascas relativamente resistentes em uma curta escala de tempo, o que favorece a sua detecção, até mesmo em situações onde o hospedeiro está mal preservado ou ausente (LOREILLE *et al.*, 2001).

O material foi obtido de coprólitos coletados em latrinas do século 14 no sítio 'Place d'Armes' localizado em Namur (Bélgica). As condições de preservação do material eram excepcionais em virtude do ambiente anaeróbio, com diversos ovos sendo encontrados nos coprólitos, alguns com restos de embriões preservados. O estudo não foi realizado com material do Novo Mundo, mas trouxe contribuições significativas para o entendimento da paleopatologia molecular de helmintos.

Leles e colaboradores (2008) realizaram um estudo voltado para o entendimento da distribuição temporal e espacial de *Ascaris* no tempo pretérito, bem como o diagnóstico da espécie através da extração de DNA e análises moleculares, obtendo também registros para *Trichuris trichiura* e *Enterobius vermiculares*. Os autores utilizaram seis coprólitos (quatro coletados em sítios brasileiros e um no Chile) que foram inicialmente analisados em microscopia de luz, sendo quatro confirmados como positivos para *Trichuris trichiura* e todos negativos para *Ascaris lumbricoides*. Todos foram confirmados como sendo de origem humana, em virtude do contexto arqueológico e da presença de ovos destes parasitos específicos de humanos.

Em todas as amostras foi possível obter aDNA de origem humana e, apesar da ausência de ovos íntegros de *Ascaris lumbricoides* nas amostras, o DNA antigo extraído de quatro delas apresentou resultado positivo para a presença de segmentos da proteína citocromo B, além do nucleotídeo T na posição 5522, característico de *Ascaris lumbricoides* (LOREILLE *et al.*, 2001) enquanto em *Ascaris suum* esta posição é ocupada por uma citosina (OKIMOTO *et al.*, 1992). Através deste estudo, foi possível não só obter novas metodologias para detecção dos parasitos como também um novo registro para *Ascaris lumbricoides* na América do Sul há 8.800 anos AP nas populações pré-colombianas brasileiras e chinelas. Também foi detectada a presença de *Trichuris trichiura*, o que revela que a associação entre estes parasitos, se materializava no continente americano no passado.

Devido à semelhança em termos de transmissão e nichos ecológicos, *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* comumente são encontrados em associação não só nos hospedeiros vivos como também no registro arqueológico da Europa e restos antigos da Era Medieval (LELES *et al.*, 2008). Ambas as espécies são extremamente comuns de se encontrar em material arqueológico do velho mundo (BOUCHET *et al.*, 2003, GONÇALVES *et al.*, 2003) e a ampla distribuição de *Ascaris lumbricoides* no Velho Mundo, na Idade Média reflete o baixo grau de saneamento em consonância com a grande densidade populacional (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Porém, a situação muda quando são analisados os sítios pré-colombianos da América do Sul, uma vez que os ovos de *Ascaris lumbricoides* não são tão comuns, tendo sido encontrados, até o ano de 2008, apenas em um sítio arqueológico localizado em Huarmey (Peru) e datado de 4.227 A.P. (PATRUCCO *et al.*, 1983). Os ovos de *Trichuris*

trichiura foram encontrados em sete sítios arqueológicos distribuídos no Brasil, Chile e Peru, com idade de 8000 a 950 A.P. (LELES *et al.*, 2008).

No estudo supracitado, apenas ovos de *Trichuris trichiura* foram detectados em microscopia ótica, mas a presença de *Ascaris lumbricoides* através do material genético foi confirmada. Tendo em mente a grande difusão da microscopia ótica nos estudos paleoparasitológicos e os prejuízos causados por perdas tafonômicas, é possível que a defasagem no número de descrições pré-históricas para *Ascaris lumbricoides* seja decorrente da falta de análises alternativas (LELES *et al.*, 2010), o que também poderia explicar a carência de descrições sobre a associação entre esta espécie e *Trichuris trichiura* no Novo Mundo.

Iñiguez e colaboradores (2006; 2008) recuperaram, amplificaram e sequenciaram DNA antigo de sequências espaçadoras do gene 5S de RNA ribossomal de *Enterobius vermiculares* após analisar 27 coprólitos humanos com idade de 1100 a 6110 anos coletados em quatro sítios localizados nos Estados Unidos e Chile (4110 A.C. a 900 A.D.). Os coprólitos foram submetidos inicialmente à análises de microscopia e até mesmo aqueles que não possuíam evidencia das formas evolutivas possibilitaram o diagnóstico da espécie através de amplicons. O estudo proporcionou grandes reflexões sobre a história evolutiva do grupo, uma vez que o material genético antigo revelou semelhanças expressivas em relação aos registros atuais do GenBank.

4.11.2. Estudos com Modelagem de Rede em Porto Rico (RUSSO *et al.*, 2020)

As culturas Huecoide e Saladoide (Huecoid e Saladoid) surgiram na América do Sul e migraram para as Antilhas, coexistindo no Sítio Sorcé em Vieques (Porto Rico) há 1400 anos atrás. Em seus depósitos arqueológicos, são encontrados objetos de cerâmica, ferramentas líticas e de concha, restos de animais e coprólitos. A moradia destes povos foi feita em uma planície com três níveis ascendentes nos quais eram estabelecidos os assentamentos. Em virtude da proximidade com o mar do Caribe, descartavam resíduos em acúmulos na encosta (RUSSO *et al.*, 2020).

Russo e colaboradores realizaram um estudo publicado em 2020 no qual tentavam entender a dinâmica de interação entre os parasitos e os hospedeiros das culturas Huecoide e Saladoide (Huecoid e Saladoid) através de modelagem de rede. Para isso foram utilizados 20 coprólitos e deste total, 9 foram submetidos à extração e sequenciamento de material genético. Análises microscópicas foram feitas com todas as

amostras e informações zooarqueológicas do sítio foram utilizadas como base para inferir possíveis hospedeiros e como estes estavam inseridos no cotidiano das culturas garantindo a conclusão do ciclo parasitário. Apesar de não haver carcaças de copépodes e demais artrópodes no local, os autores utilizaram dados destes animais também como possíveis hospedeiros porque são base para a manutenção dos ciclos e comuns em diversos ambientes.

Com base nas análises realizadas em microscopia, os autores encontraram ovos de *Diphyllobothrium* spp. (como já mencionado neste trabalho, sinônimo para *Dibothriocephalus* spp.), *Dipylidium caninum* e ovos de cestóides (um deles acredita-se que possa ser de Hymenolepididae) e trematódeos não identificados. Com base na análise genética, foram encontrados protozoários (*Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis*) e sequências que os autores atribuem a *Schistosoma* spp. sendo este último o primeiro registro para a América pré-colombiana (RUSSO *et al.*, 2020).

De acordo com os autores a infecção com *Diphyllobothrium* spp. provavelmente se deu pela ingestão de peixes malcozidos ou crus em consonância com a proximidade do local com o mar do Caribe (70 metros) e a presença de restos ósseos de peixes marinhos, indicando uma dieta baseada, dentre outras atividades, na pesca (RUSSO *et al.*, 2020). O registro de ossos e restos de canídeos, sendo alguns encontrados inteiros em contexto anatômico nas sepulturas do local, refletem uma relação afetiva entre humanos e estes animais. Tal informação revela a possibilidade de que estes tenham sido reservatórios para *Dipylidium caninum*. Os autores também levantam a possibilidade destes animais serem uma fonte de alimento ocasional ou a infecção ter sido causada por ingestão acidental de vetores como as pulgas *Ctenocephalides canis* e *Ctenocephalides felis* (CABELLO *et al.*, 2011). A presença de diversos restos de roedores corrobora com a ideia de transmissão dos Himenolepidídeos por parte destes animais. *Schistosoma* spp. pode ter infectado aqueles indivíduos que tinham contato com um riacho dulcícola presente próximo ao assentamento. Os autores levantam a possibilidade de roedores terem sido reservatórios destes dois parasitos supracitados.

Em virtude dos dados zooarqueológicos, é possível inferir que muitas destas infecções foram decorrentes da ingestão de animais infectados sendo infecções acidentais e, no que diz respeito às implicações da presença destes parasitos, destaca-se principalmente a possibilidade de gastroenterite nos hospedeiros. Os autores relatam que os coprólitos estavam bem formados e intactos e sugerem que estas características

corroboram com a possibilidade de infecções assintomáticas e associações que refletem mais um comensalismo entre os hospedeiros e os helmintos (RUSSO *et al.*, 2020).

4.11.3. Modelos Paleoclimáticos: A História se Inicia com Darling e Termina com Montenegro e Colaboradores

Montenegro e colaboradores (2006) realizaram um estudo no qual tentaram explicar a presença de ancilostomídeos na América pré-colombiana em uma abordagem interdisciplinar que utiliza dados paleoparasitológicos, climáticos e modelos paleoclimáticos (utilizando o UVic Earth System Climate Model - UVic ESCM). Os autores tomaram como base a hipótese de que todos os habitantes da América pré-colombiana, exceto aqueles da parte setentrional da América do Norte, teriam descendido de um ou mais grupos da Cultura Clovis que migraram através do Estreito de Bering há 13.000 atrás (hipótese “Clovis first and only”). Eles verificaram se tais indivíduos teriam percorrido a distância necessária em um tempo viável entre regiões asiáticas na qual a ancilostomíase está presente e a América do Norte trazendo os ancilostomídeos para as diferentes regiões em que são encontrados em material fossilizado.

Os autores constataram que a hipótese de que os ancilostomídeos teriam sido trazidos por um grupo que migra pelo estreito de Bering é improvável, ocorrendo apenas em condições extraordinárias e exigindo um deslocamento muito rápido dos membros da Cultura Clovis, tomando como base as baixas temperaturas e a expectativa média de *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*. Os autores ressaltam que existe sim a possibilidade de o continente americano ter sido habitado por pessoas que vieram pelo estreito há 13 mil anos atrás, mas é improvável que os membros da Cultura Clovis tenham trazido consigo ancilostomídeos. Apesar dos estudos apontarem que de fato existe a possibilidade destes serem os primeiros a chegar no continente americano, eles não foram os únicos.

Toda esta perspectiva já havia sido apontada por Darling na primeira metade do século 20, ainda que neste momento histórico os modelos paleoclimáticos tão sofisticados não fossem uma realidade. Como hipóteses alternativas, são propostas a chegada dos parasitos pelo Estreito de Bering em um período em que o nível do mar estaria mais baixo, mas as temperaturas estariam mais altas do que há 13 mil anos atrás. Vias marítimas também são apontadas pelos autores como possibilidade, em consonância com o que Darling propôs, em 1920. Através deste estudo, é possível concluir que os membros da

Cultura Clovis podem ter sido de fato os primeiros a chegar na América, mas não foram os únicos a gerar toda a descendência pré-colombiana do continente (MONTENEGRO *et al.*, 2006).

4.12 DO EMPIRISMO À CONSTRUÇÃO SUBJETIVA: PERCEPÇÕES DE UM PESQUISADOR EM FORMAÇÃO

O entendimento multidisciplinar das infecções causadas por helmintos na atualidade se configura como um dos pilares para o estabelecimento de políticas públicas que permeiam a contenção destas em áreas caracterizadas pela precariedade de saneamento e pouca difusão do conhecimento sobre medidas de higiene e profilaxia. Todas as informações discutidas até aqui sobre estes animais no passado engrandecem ainda mais esta percepção, fornecendo diversos subsídios para o entendimento de como as disparidades sociais, econômicas e bélicas daquele tempo persistiram até os dias de hoje.

As doenças parasitárias, que se apresentavam de modo tão sutil no período pré-colombiano, se tornaram cada vez mais difundidas após a invasão dos Europeus ao continente Americano. Esta, por sua vez, culminou em reorganizações sociais, econômicas e políticas, muitas vezes marcadas por lutas armadas que estavam além do controle dos povos Ameríndios. A situação se projeta na atualidade, através das inúmeras situações de conflitos globais que criam espaços e áreas propícias para a difusão de doenças, juntamente com o intercâmbio de parasitos através da chegada de soldados e demais envolvidos nestas ações. Tais conflitos se sustentam através de uma perspectiva econômica capitalista que fomenta a disparidade entre nações e a elevação da elite às custas das classes de baixo nível socioeconômico.

Além disso, o estabelecimento de senzalas, espaços com alta precariedade sanitária, como moradias para Africanos trazidos, em regime de escravidão, pelos Europeus às Américas, também é refletido em processos estruturais contemporâneos de marginalização étnica e racial. O racismo ambiental, que se materializa no direcionamento de danos e problemas ambientais para grupos étnicos e raciais específicos, permanece através de práticas como o descarte de poluentes e resíduos próximo às habitações destes povos, promovendo a intensificação das parasitoses especificamente nestas áreas.

Há enorme grandeza em se estudar Paleoparasitologia, uma vez que esta, sob uma perspectiva biológica e sociocultural singular, fornece o entendimento da história do Novo Mundo e dos povos Ameríndios em sua completude, bem como toda a tragédia que cerca o advento das Grandes Navegações. Através da compreensão de todo este passado, cria-se um entendimento crítico do presente.

5. CONCLUSÕES

Desde o seu surgimento no século XX, a Paleoparasitologia tem contribuído de modo expressivo para o entendimento de populações pré-colombianas ou Ameríndias sob uma perspectiva interdisciplinar, na qual se estabelece uma grande interface entre a parasitologia, a arqueologia e a antropologia;

Estudos paleoparasitológicos publicados no século 20, em maioria, resultaram em diversas publicações preliminares ou notas descritivas que não trazem muitas reflexões epidemiológicas, mas fornecem subsídios importantes para estudos biogeográficos e evolutivos de Helmintos;

Através da identificação de parasitos em fósseis de sítios marcados pela transição entre modos de vida, organizações sociais, políticas e comerciais, é possível observar que a sedentarização e concentração populacional estão atreladas à precarização das condições sanitárias e o aumento das helmintoses na América;

Estudos da dinâmica parasitária no passado perpassam aspectos socioculturais que potencializam o ciclo de vida dos helmintos, tais como a persistência de hábitos alimentares ao longo da história, a percepção da higiene e condições sanitárias e a relação cultural entre humanos e outros animais;

A paleoparasitologia abarca estudos voltados para a descrição de diferentes grupos de helmintos, sendo Nematoda o grupo mais comum encontrado em material fóssil;

A Paleoparasitologia, enquanto campo de estudo científico, se mantém dinâmica sendo aprimorada ao longo do tempo e estudos genéticos moleculares tem possibilitado avanços que desafiam as limitações tafonômicas e a perda de informação biológica decorrente do processo singular de fossilização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEENTOFT, M. E.; COLLINS, M.; HARKER, D.; HAILE, J.; OSKAM, C. L.; HALE, M. L.; CAMPOS, P. F.; SAMANIEGO, J. A.; GILBERT, M. T. P.; WILLERSLEV, E.; ZHANG, G.; SCOFIELD, R. P.; HOLDAWAY, R. N.; BUNCE, M. The half-life of DNA in bone: measuring decay kinetics in 158 dated fossils. **Proceedings of The Royal Society B**, v. 279, n. 1748, p. 4724-4733, 2012.

ALISSON, M. J.; PEZZIA, A.; HASEGAWA, I.; GERSZTEN, H. A Case of Hookworm Infestation in a Precolumbian American. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 41, p. 103-106, 1974.

ANDERSON, T. J. C. *Ascaris* infections in humans from North America: molecular evidence for cross-infection. **Parasitology**, v. 110, p. 215-21, 1995.

ARAUJO, A.; REINHARD, K.; FERREIRA, L. F. Parasite findings in archeological remains: Diagnosis and interpretation. **Quaternary International**, v. 180, p. 17-21, 2008.

ARAÚJO, A. J. G.; FERREIRA, L. F.; CONFALONIERI, U. E. C.; NUÑEZ, L.; FILHO, B. M. R. The Finding of *Enterobius vermicularis* Eggs in Pre-columbian Human Coprolites. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 80, n. 2, p. 141-143, 1985.

BARBOSA, Fernando Sérgio. **Potencial Zoonótico da Ascaridiose Humana e Suína: Aspectos Moleculares, Morfológicos e Filogenéticos das Espécies *Ascaris Lumbricoides* e *Ascaris suum***. 2015. 93 f. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Departamento de Parasitologia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BELTRAME, M. O.; FUGASSA, M. H.; SARDELLA, N. H. First Paleoparasitological Results From Late Holocene in Patagonian Coprolites. **Journal of Parasitology**, v. 96, n. 3, p. 648-651, 2010.

BOUCHET, F.; HARTEK, S.; LE BAILLY, M. The State of the Art of Paleoparasitological Research in the Old World. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 95-101, 2003.

- BOUCHET, F.; WEST, D.; LEFEVRE, C.; CORBETT, D. Identification of parasitoses in a child burial from Adak Island (Central Aleutian Islands, Alaska). **Elsevier**, v. 324, n. 2, p. 123-127, 2001.
- BUCKLEY, J. J. C. An Observation on Human Resistance to Infection with *Ascaris* from the Pig. *Journal of Helminthology*, v. 9, n. 2, p. 45-46, 1931.
- CABELLO, R. R.; RUIZ, A. C.; FEREGRINO, R. R.; ROMERO, L. C.; FEREGRINO, R. R.; ZAVALA, J. T. *Dipylidium caninum* infection. **BMJ Case Reports**, p. 1-4, 2011.
- CALLEN, E. O. Analysis of Tehuacan Coprolites. *In*: MACNEISH, R. S.; BYERS, D. S. **The Prehistory of the Tehuacan Valley: Volume One Environment and Subsistence**. Grã-Bretanha: University of Texas Press, 1967. p. 261-289.
- CHAVES, S. A. M.; REINHARD, K. J. Critical Analysis of Coprolite Evidence of Medicinal Plant Use, Piauí, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 237, p. 110 –118, 2006.
- CREWE, W.; SMITH, D. H. Human infection with pig *Ascaris* (*A. suum*). **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, v. 65, n. 1, p. 85-85, 1971.
- DARLING, S. T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. **Parasitology**, v. 12, n. 3, p. 217-233, 1920.
- GALVIN, T. J. Developmento of Human and Pig *Ascaris* in the Pig and Rabbit. **The Journal of Parasitology**, v. 54, n. 6, p. 1085-1091, 1968.
- GOMES, R. A.; BONUTI, M. R.; ALMEIDA, K. S; NASCIMENTO, A. A. Infecções por helmintos em Javalis (*Sus scrofa scrofa*) criados em cativeiro na região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 625-628, 2005.
- EMMEL, V. E.; INAMINE, E.; SECCHI, C.; BRODT, T. C. Z.; AMARO, M. C. O.; CANTARELLI, V. V.; SPALDING, S. *Diphyllobothrium latum*: relato de caso no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 3, n. 1, p. 82-84, 2006.
- FAULKNER, C. T.; PATTON, S.; JOHNSON, S. S. Prehistoric Parasitism in Tennessee: Evidence from the Analysis of Desiccated Fecal Material Collected from Big Bone Cave, Van Buren County, Tennessee. **The Journal of Parasitology**, v. 75, n. 3, p. 461-463, 1989.

FAULKNER, C. T. Prehistoric Diet and Parasitic Infection in Tennessee: Evidence from the Analysis of Desiccated Human Paleofeces. **American Antiquity**, v. 56, n. 4, p. 687-700, 1991.

FERREIRA L. F.; ARAÚJO, A.; CONFALONIERI, U.; LIMA, J. M. D. *Trichuris trichiura* eggs in human coprolites from the archaeological site of "Furna do Estrago", Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.84, n. 4, p. 581, 1989.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. J. G.; CONFALONIERI, U. E. C. The finding of eggs and larvae of parasitic helminths in archaeological material from Unai, Minas Gerais, Brazil. **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 74, n. 6, p. 798-800, 1980.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. J. G.; CONFALONIERI, U. E. C. The finding of eggs in a Brazilian mummy. **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 77, n. 1, p. 65-67, 1983.

FERREIRA, L. F.; REINHARD, K. J.; ARAÚJO, A. **Foundations of Paleoparasitology**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

FLAMMER, P. G.; SMITH, A. L. Intestinal helminths as a biomolecular complex in archaeological research. **Philosophical Transactions of the Royal Society B.**, v. 375, p. 1-9, 2020.

FRY, G. F.; MOORE, J. G. *Enterobius vermicularis*: 10,000-Year-Old Human Infection. **Science**, v. 166, p. 1620, 1969.

FUGASSA, M. H.; ARAÚJO, A.; GUICHÓN, R. A. Quantitative paleoparasitology applied to archaeological sediments. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 101, p. 29-33, 2006.

FUGASSA, M. H.; BARBERENA, R. Cuevas y Zoonosis Antiguas: Paleoparasitología Del Sitio Orejas de Burro (Santa Cruz, Argentina). **MAGALLANIA**, v. 34, n. 2, p. 57-62, 2006. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22442006000200006. Acesso em 22 set. 2020.

FUGASSA, M. H.; SARDELLA, N. H.; GUICHÓN, R. A.; GUILHERMO, M. D.; ARAÚJO, A. Paleoparasitological analysis applied to museum-curated sacra from Meridional Patagonian collections. **Science**, v. 35, p. 1408-1411, 2008.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. Human Intestinal Parasites in the Past: New Findings and a Review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 103-118, 2003.

GONCALVES, M. L. C.; ARAUJO, A.; FERREIRA, L. F. Paleoparasitologia no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 7, n.1, p.191-196, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232002000100018&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 20 set. 2020.

HAGELBERG, E.; SYKES, B. Ancient bone DNA amplified. **Nature**, v. 342, p. 485, 1989.

HARTER, S.; LE BAILLY, M.; JANOT, F.; BOUCHET, F. First Paleoparasitological Study of an Embalming Rejects Jar Found in Saqqara, Egypt. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 119-121, 2003.

HIGUCHI, R.; BOWMAN, B.; FREIBERGER, M.; RYDER, O. A; WILSON, A. C. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature*, v. 312, p. 282-284, 1984.

HORNE, P. D. A Review of the Evidence of Human Endoparasitism in the pre-Columbian New World Through the Study of Coprolites. **Journal of Archaeological Science**, v. 12, p. 299-310, 1985.

HUNT, A. P.; LUCAS, S. G. Classification of Vertebrate Coprolites and Related Trace Fossils. *New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin* 57, p. 137-146, 2012.

IÑIGUEZ, A. M.; REINHARD, K.; GONÇALVES, M. L. C.; FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A.; VICENTE, A. C. P. SL1 RNA gene recovery from *Enterobius vermicularis* ancient DNA in pre-Columbian human coprolites. **International Journal for Parasitology**, v. 36, p. 1419–1425, 2006.

- IÑIGUEZ, A. M.; REINHARD, K.; FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A.; VICENTE, A. C. P. *Enterobius vermicularis* ancient DNA In Pre-Columbian Human Populations. **Karl Reinhard Papers/Publications (School of Natural Resources)**, v. 46, p. 363-370, 2008.
- JUNIOR, C. E. A. C.; SANTOS, R. V. Parasitismo Intestinal entre o Grupo Indígena Zoró, Estado do Mato Grosso (Brasil). **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 100-103, 1991.
- LARSEN, M. N.; ROEPSTORFF, A. Seasonal variation in development and survival of *Ascaris suum* and *Trichuris suis* eggs on pastures. **Parasitology**, v. 119, p. 209–220, 1999.
- LELES, D.; ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F.; VICENTE, A. C. P.; IÑIGUEZ, A. M. Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Columbian South America times. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 103, n. 1, p. 106-108, 2008.
- LELES, D.; GARDNER, S. L.; REINHARD, K.; IÑIGUEZ, A.; ARAUJO, A. Are *Ascaris lumbricoides* and *Ascaris suum* a single species? **Parasites & Vectors**, v. 5, n. 42, 2012.
- LELES, D.; REINHARD, K. J.; FUGASSA, M.; FERREIRA, L. F.; IÑIGUEZ, A. M.; ARAÚJO, A. A parasitological paradox: Why is ascarid infection so rare in the prehistoric Americas? **Journal of Archaeological Science**, v. 37, p. 1510–1520, 2010.
- LIU, G; WU, C.; SONG, H.; WEI, S.; XU, M.; LIN, R.; ZHAO, G.; HUANG, S.; ZHU, X. Comparative analyses of the complete mitochondrial genomes of *Ascaris lumbricoides* and *Ascaris suum* from humans and pigs. **Gene**, v. 492, p. 110-116, 2012.
- LORD, W. D.; BULLOCK, W. L. Swine *Ascaris* in Humans. **The New England Journal of Medicine**, v. 306, n. 18, p. 1113, 1982.
- LOREILLE, O.; ROUMAT, E.; VERNEAU, O.; BOUCHET, F.; HÄNNI, C. Ancient DNA from *Ascaris*: extraction amplification and sequences from eggs collected in coprolites. **International Journal for Parasitology**, v. 31, p. 1101-1106, 2001.
- LOREILLE, O.; BOUCHET, F. Evolution of Ascariasis in Humans and Pigs: a Multi-disciplinary Approach. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 39-46, 2003.

MABBOTT, N. A. The Influence of Parasite Infections on Host Immunity to Co-infection With Other Pathogens. **Frontiers in Immunology**, v. 9, p. 1-14, 2018.

MANTER, H. W. Some Aspects of The Geographical Distribution of Parasites. **The Journal of Parasitology**, v. 53, n. 1, 1967.

MONTELLANO, B. O. Empirical Aztec Medicine: Aztec medicinal plants seem to be effective if they are judged by Aztec standards. **Science**, v. 188, n. 4185, p. 1-9, 1975.

MONTENEGRO, A.; ARAÚJO, A.; EBY, M.; FERREIRA, L. F.; HETHERINGTON, R.; WEAVER, A. J. Parasites, Paleoclimate, and the Peopling of the Americas: Using the Hookworm to Time the Clovis Migration. **Current Anthropology**, v. 47, n. 1, p. 193-200, 2006.

MOORE, J. G.; FRY, G. F.; JUNIOR, E. E. Thomy-Headed Worm Infection in North American Prehistoric Man. **Science**, v. 163, p. 1324-1325, 1969.

MOORE, J. G.; GRUNDMANN, A. W.; HALL, H. J.; FRY, G. F. Human Fluke Infection in Glen Canyon at AD 1250. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 41, p. 115-118, 2005.

MURRELL, K. D.; ERIKSEN, L.; NANSEN, P.; SLOTVED, H. -C. RASMUSSEN, T. *Ascaris suum*: A Revision of Its Early Migratory Path and Implications for Human Ascariasis. **The journal of Parasitology**, v. 83, n. 2, p. 255-260, 1997.

NEJSUM, P.; JUNIOR, E. D. P.; FRYDENBERG, J.; ROEPSTORFF, A.; BOES, J.; HAQUE, R.; ASTRUP, I.; PRAG, J.; SØRENSEN, U. B. S. Ascariasis Is a Zoonosis in Denmark. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, n. 3, p. 1142–1148, 2005.

O'LORCAIN, P.; HOLLAND, C. V. The public health importance of *Ascaris lumbricoides*. **Parasitology**, n. 121, p. S51–S71, 2000.

PÄÄBO, S.; POINAR, H.; SERRE, D.; JAENICKE-DESPRÉS, V.; HEBLER, J.; ROHLAND, N.; KUCH, M.; KRAUSE, J.; VIGILANT, L.; HOFREITER, M. Genetic Analyses from Ancient DNA. **Annual Review of Genetics**, v. 38, p. 645-679, 2004.

PÄÄBO, S. Molecular Cloning of Ancient Egyptian Mummy DNA. **Nature**, v. 314, p. 644-645, 1985.

PATRUCCO, R.; TELLO, R.; BONAVIA, D. Parasitological Studies of Coprolites of Pre-Hispanic Peruvian Population. **Current Anthropology**, v. 24, n. 3, 1983.

PENG, W.; YUAN, K.; HU, M.; PENG, G.; ZHOU, X.; HU, N.; GASSER, R. B. Experimental infections of pigs and mice with selected genotypes of *Ascaris*. **Parasitology**, v. 133, p. 651–657, 2006.

POINAR, H. N. DNA from fossils: the past and the future. **Acta Paediatrica Suppl.**, v. 433, p. 133-140, 1999.

POINAR, H. N.; HOFREITER, M.; SPAULDING, G.; MARTIN, P. S.; STANKIEWICZ, B. A.; BLAND, H.; EVERSLED, R. P.; POSSNERT, G.; PÄÄBO, S. Molecular Coproscopy: Dung and Diet of the Extinct Ground Sloth *Nothrotheriops shastensis*. **Science**, v. 281, p. 402-406, 1998.

REINHARD, K. J.; CONFALONIERI, U. E.; HERRMANN, B.; GÖTTINGEN; FERREIRA, L. F.; ARAUJO, A. J. G. Recovery of Parasite Remains From Coprolites and Latrines: Aspects of Paleoparasitological Technique. **Homo**, v. 29, p. 217-239, 1986.

REINHARD, K. J.; HEVLY, R. H.; ANDERSON, G. A. Helminth Remains from Prehistoric Indian Coprolites on The Colorado Plateau. **Journal of Parasitology**, v. 73, n. 3, p. 630-639, 1987.

REINHARD, K. J. Cultural Ecology of Prehistoric Parasitism on the Colorado Plateau as Evidenced by Coprology. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 77, p. 355-366, 1988.

RUFFER, M. A. Note on The Presence of "Bilharzia haematobia" in Egyptian Mummies of the Twentieth Dynasty. **The British Medical Journal**, v. 1, p. 2557, 1910.

WISCOVITCH-RUSSO, R.; RIVERA-PEREZ, J.; NARGANES-STORDE Y. M.; GARCÍA-ROLDÁN, E.; BUNKLEY-WILLIAMS, L.; Cano, R.; TORANZOS, G. A. Pre-Columbian zoonotic enteric parasites: An insight into Puerto Rican indigenous culture diets and life styles. **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, p. 1-19, 2020.

SANTORO, C.; VINTON, S. D.; REINHARD, K. J. Inca Expansion and Parasitism in the Lluta Valley: Preliminary Data. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, p. 161-163, 2003.

SEILACHER, A. Biomat-Related Lifestyles in the Precambrian. **PALAIOS**, v. 14, p. 86-93, 1999.

SETON, E. T. On The Study of Scatology. **Journal of Mammalogy**, v. 6, n. 1, p. 47-49, 1925.

SOPER, F. L. The Report of a Nearly Pure *Ancylostoma duodenale* Infestation in Native South American Indians and a Discussion of its Ethnological Significance. **American Journal of Hygiene**, v. 7, p. 174-184, 1927.

SOUTO, P. R. F.; FERNANDES, M. A. **Iconologia de Paleovertebrados**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017. 196p.

SOUZA, M. V.; SILVA, L. G. R.; SILVA-PINTO, V.; MENDEZ-QUIROS, P.; CHAVES, S. A. M.; IÑIGUEZ, A. M. New Paleoparasitological Investigations from the Pre-Inca to Hispanic Contact Period in northern Chile. **Acta Tropica**, v. 178, p. 290-296, 2018.

SPRENT, J. F. A. Anatomical Distinction between Human and Pig Strains of *Ascaris*. **Nature**, v. 170, n. 4328, p. 627-628, 1952.

SZIDAT, L. Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneiern in vor- und Fühgeschichtlichen Moorleichen. **Zeitschrift für Parasitenkunde**, v. 13, p. 265-274, 1944.

VALVERDE, G.; ALI, V.; DURÁN, P.; CASTEDO, L.; PAZ, J. L.; MARTÍNEZ, E. First report in pre-Columbian mummies from Bolivia of *Enterobius vermicularis* infection and capillariid eggs: A contribution to Paleoparasitology studies. **International Journal of Paleopathology**, v. 31, p. 34-37, 2020.

VAN CLEAVE, H. J.; ROSS, J. A. A method for reclaiming dried zoological specimens. **Science**, v. 105, p. 318. 1947.

VERANO, J. W. Disease in South American Mummies. *In*: COCKBURN, A.; COCKBURN, E.; REYMAN, T. A. **Mummies, Disease & Ancient Cultures**. Reino Unido: Cambridge University Press, 1998. p. 215-228.

ZIMMERMAN, M. R.; SMITH, G. S. A Probable Case of Accidental Inhumation of 1,600 years ago. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, v. 51, n. 7, p. 828-837, 1975.

7. ANEXOS

Tabela 1 - Referências com Descrições de Helmintos em Material Arqueológico

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Schistosoma haematobium</i>	Ovos	1250 – 1000 A.D.	Egito	Tecidos dos rins de múmias	Ruffer, 1910	Google Scholar
<i>Trichuris trichiura</i> e <i>Ascaris lumbricoides</i>	Ovos	500 - 600 A.P.	Alemanha	Corpos humanos encontrados em pântanos da Prússia	Szidat, 1944	Google Scholar
<i>Enterobius vermiculares</i> e Acanthocephala	Ovos	650 ± 100 A.C.; 1250 ± 140 A.C.; 4010 ± 100 A.C.; 7837 ± 630 A.C.	Estados Unidos	Coprólitos	Fry & Moore, 1969	Web of Science, Google Scholar
Acanthocephala	Ovos	20 ± 200 A.D.	Estados Unidos	Coprólito	Moore & Fry, 1969	Google Scholar

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Ovos e larvas	890 a 950 anos A.D.	Peru	Colólito	Allison <i>et al.</i> , 1974	Web of Science, Google Scholar
<i>Cryptocotyle lingua</i>	Ovos	1600 A.P.	Ilha de St. Lawrence, próxima ao Alasca (Estados Unidos)	Coprólitos	Zimmerman, 1975	Google Scholar
<i>Trichuris trichiura</i> , <i>Necator americanus</i>	Ovos	3.490 ± 120 e 430 ± 70 anos A.P.	Brasil	Coprólitos	Ferreira & Araújo, 1980	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
<i>Trichuris trichiura</i> e ancilostomídeos não identificados	Ovos	3.490 ± 120 e 430 ± 70 anos A.P.	Brasil	Colólitos	Ferreira <i>et al.</i> , 1983	Web of Science, Google Scholar, Science Direct

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Dibothriocephalus pacificum</i> , <i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Trichuris trichiura</i>	Ovos	2700-2850 A.C.; 2277 A.C.; 1000 A.D.	Peru	Coprólitos	Patrucco <i>et al.</i> , 1983	Web of Science, Google Scholar
<i>Enterobius vermicularis</i>	Ovos	400 A.C. a 800 A.D	Brasil	Coprólito	Araújo <i>et al.</i> , 1985	Scielo, Google Scholar
<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Strongyloides</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Trichuris trichiura</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , possível presença de ovos de Hymenolepididae e <i>Taenia</i> spp.	Ovos e larvas	1,600 A.P; 1175 - 1250 A.D.; 1200 - 1275 A.D.; 1150 - 1200 A.D.; 1070 - 1250 A.D.	Estados Unidos	Coprólito	Reinhard <i>et al.</i> , 1987	Web of Science, Google Scholar

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Enterobius vermicularis</i> , Hymenolepididae, <i>Enterobius vermiculares</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Strongyloides</i> spp.	Ovos	6800 - 4800 A.C.; 500 - 1250 A.D.; 1105 A.D. - século 13	Estados Unidos	Coprólitos	Reinhard, 1988	Web of Science, Google Scholar
<i>Trichuris trichiura</i>	Ovos	11.060 ± 90 anos A.P.	Brasil	Colólitos	Ferreira <i>et al.</i> , 1989	Web of Science, Google Scholar, Scielo
<i>Enterobius vermiculares</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , larvas L1 rabditiformes não identificadas, <i>Giardia</i> spp., possível presença de formas evolutivas da ordem Strongylida	Ovos, cistos e larvas	2,177 ± 145 anos A.P.	Estados Unidos	Coprólitos	Faulkner <i>et</i> <i>al.</i> , 1989	Web of Science, Google Scholar

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Giardia intestinalis</i> e Larvas rabditiformes (L1) não identificadas, possível presença de formas evolutivas da ordem Strongylida	Ovos e larvas	3.000 a 1.595 anos A.P.	Estados Unidos	Coprólitos	Faulkner, 1991	Web of Science, Google Scholar
<i>Dibothriocephalus pacificum</i> e <i>Ascaris</i> sp.	Ovos	840 ± 40 A.P.	Estados Unidos	Colólito	Bouchet <i>et al.</i> , 2001	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
<i>Ascaris</i> spp.	Sequências genéticas de citocromo b e 18S rRNA	Idade Média	Bélgica	Coprólitos	Loreille <i>et al.</i> , 2001	Web of Science, Google Scholar, Science Direct

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Ascaris lumbricoides</i> e <i>Taenia saginata</i>	Ovos	2,715 - 2,656 A.P.	Egito	Amostras associadas a artefatos arqueológicos	Harter <i>et al.</i> , 2003	Web of Science, Google Scholar, Scielo
<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Trichuris trichiura</i> , <i>Dibothriocephalus pacificum</i> e <i>Hymenolepis nana</i>	Ovos	1200 - 1400 A.D.; 1400 - 1530 A.D.	Chile	Coprólitos	Santoro <i>et al.</i> , 2003	Web of Science, Google Scholar, Scielo
Trematoda	Ovos	1250 a 1300 A.D.	Estados Unidos	Coprólitos	Moore <i>et al.</i> , 2005	Web of Science, Google Scholar
<i>Enterobius vermicularis</i>	Sequências espaçadoras do gene 5S de RNA ribossomal	4110 A.C. – A.D. 900	Estados Unidos e Chile	Coprólitos	Iñiguez <i>et al.</i> , 2006	Web of Science, Google Scholar, Science Direct

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Trichuris trichiura</i>	Ovos	475 ± 45 A.P.	Argentina	Sedimento coletadas na cintura pélvica de um esqueleto humano	Fugassa <i>et al.</i> , 2006	Web of Science, Google Scholar, Scielo
<i>Capillaria</i> spp., <i>Trichuris</i> spp., oocistos de <i>Eimeria macusaniensis</i> , possíveis formas evolutivas de Cestoda e Ascaridida	Ovos e oocistos	3720 - 3978 A.P.	Argentina	Sedimentos coletados da cavidade abdominal de um esqueleto humano; sedimento abaixo de um esqueleto humano; sedimento acima de sepulturas	Fugassa & Barberena, 2006	Google Scholar, Scielo

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Ascaris lumbricoides</i> e <i>Capillaria</i> sp.	Ovos	515 ± 45 A.P.; 850 A.P.; Período Histórico	Argentina	Sedimento coletado dos forames sacrais de esqueletos humanos	Fugassa <i>et al.</i> , 2008	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
<i>Enterobius vermicularis</i>	DNA de sequências espaçadoras do gene 5S de RNA ribossomal	4110 A.C. – A.D. 900	Estados Unidos e Chile	Coprólitos	Iñiguez <i>et al.</i> , 2008	Google Scholar
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Gene da proteína mitocondrial citocromo b extraído dos ovos dos parasitos	8800 ± 60 A.P.; 8000 - 7000 A.P.; 3490 ± 120 – 430 ± 70 A.P.; 3030 – 2900 A.P.	Brasil e Chile	Coprólitos	Leles <i>et al.</i> , 2008	Web of Science, Google Scholar, Scielo

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Calodium</i> spp., <i>Eimeria macusaniensis</i> , <i>Taenia</i> spp., Oxiurida, Trichostrongylida	Ovos e oocistos	3.480 e 2.740 anos A.P.	Argentina	Coprólitos	Beltrame <i>et al.</i> , 2010	Web of Science, Google Scholar
<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Trichuris</i> spp., Trychostrongylidae e <i>Eimeria macusaniensis</i>	Ovos e oocistos	1200 - 1400 A.D.; 1400 - 1530 A.D.	Chile	Coprólitos	Souza <i>et al.</i> , 2017	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
<i>Dibothriocephalus</i> spp., <i>Dipylidium caninum</i> , Hymenolepididae, <i>Cryptosporidium</i> spp., <i>Giardia, intestinalis</i> , <i>Schistosoma</i> spp.	Ovos e sequências genéticas	540 - 1400 A.P.	Porto Rico (Estados Unidos)	Coprólitos	Russo <i>et al.</i> , 2020	Web of Science, Google Scholar

Menor nível taxonômico identificado	Formas evolutivas/ material genético	Idade	País	Material fóssil	Referência	Base de dados
<i>Enterobius vermicularis</i> e Capilarídeos não identificados	Ovos	1150 – 1450 A.D.	Bolívia	Colólitos	Valverde <i>et al.</i> , 2020	Google Scholar, Science Direct

Tabela 2 - Artigos de revisão, materiais informativos/reflexivos sobre a Paleoparasitologia

Referência	Base de dados
Darling, 1920	Artigo mencionado em outros trabalhos (metodologia de obtenção não-probabilística)
Callen, 1967	Google Scholar
Horne, 1985	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
Reinhard <i>et al.</i> , 1986	Google Scholar
Verano, 1988	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
Bouchet <i>et al.</i> , 2003	Web of Science, Google Scholar, Scielo
Loreille & Bouchet, 2003	Web of Science, Google Scholar, Scielo
Gonçalves <i>et al.</i> , 2002	Google Scholar, Scielo
Gonçalves <i>et al.</i> , 2003	Google Scholar, Scielo
Montenegro <i>et al.</i> , 2006	Web of Science, Google Scholar
Araújo <i>et al.</i> , 2007	Web of Science, Google Scholar, Science Direct
Leles <i>et al.</i> , 2010	Google Scholar, Science Direct
Ferreira <i>et al.</i> , 2014	Google Scholar, Scielo
Flammer & Smith, 2020	Web of Science, Google Scholar