

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Gustavo Macêdo do Carmo

Estudo paleoparasitológico em icnofósseis de aves da Formação Tremembé
(Oligoceno da Bacia de Taubaté), São Paulo, Brasil

Juiz de Fora

2023

Gustavo Macêdo do Carmo

**Paleoparasitological study in ichnofossils of birds from the Tremembé Formation
(Oligocene of the Taubaté Basin), São Paulo, Brazil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza. Área de concentração Comportamento, Ecologia e Sistemática

Orientador: Prof. Dr. Ralph Maturano Pinheiro

Co-orientador: Prof. Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior

Juiz de Fora

2023

GUSTAVO MACÊDO DO CARMO**Estudo paleoparasitológico em icnofósseis de aves da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté), São Paulo, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza. Área de concentração Comportamento, Ecologia e Sistemática

Aprovada em 16 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ralph Maturano Pinheiro - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Herminio Ismael de Araújo-Júnior - coorientador

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Hilda Maria Andrade da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof. Dr. Luís Cláudio Muniz Pereira

Fundação Oswaldo Cruz/ Instituto Oswaldo Cruz

Juiz de Fora, 01/02/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Luís Cláudio Muniz Pereira, Usuário Externo**, em 16/02/2023, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ralph Maturano Pinheiro, Professor(a)**, em 16/02/2023, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hermínio Ismael de Araújo Júnior, Usuário Externo**, em 16/02/2023, às 16:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hilda Maria Andrade da Silva, Usuário Externo**, em 28/02/2023, às 12:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1135398** e o código CRC **C2E2970F**.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Macêdo do Carmo, Gustavo.

Estudo paleoparasitológico em icnofósseis de aves da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté), São Paulo, Brasil / Gustavo Macêdo do Carmo. -- 2023.

84 p.

Orientador: Ralph Maturano Pinheiro

Coorientador: Hermínio Ismael de Araújo Júnior

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, 2023.

1. Paleontologia. 2. Parasitologia. 3. Paleoparasitologia. I. Maturano Pinheiro, Ralph, orient. II. Ismael de Araújo Júnior, Hermínio, coorient. III. Título.

"We are going to die, and that makes us the lucky ones. Most people are never going to die because they are never going to be born. The potential people who could have been here in my place but who will, in fact, never see the light of day outnumber the sand grains of Sahara. Certainly those unborn ghosts include greater poets than Keats, scientists greater than Newton. We know this because the set of possible people allowed by our DNA so massively exceeds the set of actual people. In the teeth of those stupefying odds it is you and I, in our ordinariness, that are here. We privileged few, who won the lottery of birth against all odds."

Richard Dawkins

AGRADECIMENTOS

*“Há um menino, há um moleque
Morando sempre no meu coração
Toda vez que o adulto balança ele
vem pra me dar a mão.”*

Milton Nascimento

Tem algo que me incomoda nos quebra-cabeças. Se por um lado é muito fácil encaixar suas peças, por outro, dissocia-las também não exige tanto esforço. Elas constroem entre si uma relação muito fraca. A vida é um pouco diferente destes jogos de encaixe, mas nós cometemos o erro de tratar ambos quase como sinônimos. Em nossa mente, a vida é constituída de diferentes partes ou fases, todas elas com um marco inicial e outro final. Desta forma, se sou adulto, não sou mais jovem, nem criança. É como se as experiências adquiridas em fases anteriores do desenvolvimento desaparecessem constantemente à medida que pulamos uma etapa, como pequenos grãos de areia caindo das mãos. Só que a vida, na realidade, é como um grande vale contínuo, daqueles que se perdem no horizonte. Não há pontos de partida ou chegada, tão pouco separações entre aquilo que sou e aquilo que já fui. A maior lição que eu aprendi no último ano é a de que a criança serelepe que eu era há anos atrás ainda existe dentro do cerne de minha alma, assim como aquele adolescente inconcluso que fui, por vezes desatento e bobo, que não conseguia enxergar perspectivas que estavam a um palmo de distância. Minha personalidade, minha essência, o modo como me relaciono com outros sujeitos, tudo isso é ditado pelas vivências que já tive.

Ora, mas se eu ainda sou aquilo que já fui, como será que minhas ações de hoje afetam aquela criança de anos atrás? Esse questionamento fez com que eu enxergasse a vida sob uma nova ótica. Toda vez que eu me entregava às angústias e aos medos, eu sentia minha essência de criança entrando em desespero, querendo estar bem a todo custo, me encarando com os olhos cheios d'água e puxando meu braço enquanto suplicava para que eu acordasse e reagisse. Em vários momentos de minha vida, me esqueci dessa pequena criança, mas, por algum motivo ela permaneceu ao meu lado todo dia, com uma persistência surreal. Saber que ela ainda habita em mim e que tudo aquilo que faço reverbera nela me tornou uma pessoa resiliente, como os ecossistemas do Triássico que reergueram-se por meio de inúmeros processos evolutivos e ecológicos após a

catastrófica extinção do Permiano, que dizimou cerca de 96% de toda a biodiversidade daquele momento e transformou a Terra em um mundo pós-apocalíptico.

Não poderia dar início a estes agradecimentos sem ressaltar o quanto eu admiro e amo esta criança porque, graças a ela, permaneci firme em minha trajetória acadêmica, mesmo com todos os entraves emocionais e financeiros gerados por uma conjuntura pandêmica e por um governo que contribuiu significativamente para a marginalização da Ciência e para a redução do investimento em nossas instituições públicas de ensino superior. Me orgulho do que construí no mestrado, mas não foi nada fácil alcançar os objetivos traçados. Meu coração se aquece ao saber que os desafios até aqui foram superados e que a conclusão deste trabalho resultará em uma singela contribuição para a Paleontologia brasileira.

Também gostaria de agradecer, com todo o meu coração à querida professora e pesquisadora Sueli de Souza Lima, que me ensinou tudo o que sabe sobre Parasitologia ao longo dos últimos sete anos e viabilizou a execução do meu projeto de pesquisa fornecendo recursos, espaço, coorientação, incentivo e muito afeto durante todo o mestrado. Nossa relação vai além do âmbito profissional e sou muito grato pela nossa amizade pois sem ela, não estaria aqui hoje escrevendo esta dissertação. Graças a você, professora, permaneci de pé e não desisti nos meus momentos de maior fragilidade destes últimos dois anos.

Meu muito obrigado ao querido professor Herminio que construiu perspectivas incríveis para mim com a indicação de alguns artigos e a concessão de muitos coprólitos coletados em 2018 com o auxílio de estudantes do curso de Geologia da UERJ, aos quais também sou extremamente grato. Minha graduação foi realizada em uma universidade na qual a Paleontologia não é tão difundida e, trabalhar com esta área parecia um sonho distante. Me sinto honrado em dizer que essa utopia deixou de ser uma fabulação da minha cabeça e se transformou em realidade e hoje estou concluindo uma pós-graduação na área sendo coorientado por este paleontólogo nordestino gigante, gentil e solícito, que me tratou da forma mais doce possível ao longo de todo o processo.

Não posso deixar de mencionar também o grande orientador deste trabalho, o professor e pesquisador Ralph Maturano que aceitou me apoiar neste projeto, que significa o mundo para mim, e por garantir, junto à professora Sueli, que eu não desistisse desta oportunidade tão significativa. Obrigado por aguentar meus momentos de desespero

e ansiedade, por saber lidar com a minha teimosia e por fornecer inúmeros subsídios para que eu pudesse realizar todas as minhas análises paleoparasitológicas e concluir este trabalho.

Agradeço ainda à todas e todos da equipe de estudantes do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helminhos Odile Bain da UFJF por todo o afeto transbordado durante o último ano de mestrado. Não imagino como teria sido esta experiência sem os diálogos, as confraternizações e todo o apoio que recebi deste time.

Todo o carinho e gratidão também à professora, pesquisadora e grande amiga Hilda Maria Silva, que através de inúmeras perspectivas manteve em mim aceso o interesse pela Paleontologia durante todos estes anos.

Sou grato também aos meus pais, que, à sua maneira singular, torceram por mim e fizeram com que eu persistisse no mestrado.

Em uma conjuntura na qual o cientista luta pela sua valorização, deixo aqui também meus sinceros agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa que garantiu meu sustento durante todo o processo e representa a valorização do trabalho que desenvolvi ao longo destes dois anos.

RESUMO

Coprólitos são ferramentas promissoras para o entendimento de aspectos paleoecológicos e paleoambientais. Através de sua composição química e análise de micro e macroestruturas, é possível obter informações acerca da dieta de seres antigos e a presença de estruturas vegetais possibilita o entendimento sobre o clima e a vegetação de paleoambientes. Análises paleoparasitológicas destes icnofósseis, auxiliam no entendimento da relação parasito-hospedeiro e de como se processavam as infecções parasitárias no passado. O presente estudo objetiva a identificação de formas evolutivas de helmintos em coprólitos da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo), depositados na Coleção de Paleontologia da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e a relação descritiva dos dados paleoparasitológicos com as informações paleoambientais presentes na literatura para a formação geológica em questão. No que diz respeito ao processamento das amostras, três a cinco gramas de coprólitos (n=20) foram reidratadas em solução aquosa de fosfato trissódico (Na_3PO_4) a 0,5% por 72 horas. O material foi submetido à técnica de sedimentação em cálices de fundo cônico de 250 mL de volume mantidos vedados em repouso por 24 horas. Foram elaboradas 20 lâminas, para cada coprólito, analisadas em microscopia de luz no aumento de 100x, sendo as confirmações realizadas em aumento de 400x. Ovos foram identificados através de morfometria linear e morfologia, comparando estes dados com aqueles descritos na literatura. Estruturas micro e macroscópicas foram analisadas, respectivamente, em microscópio óptico e em microscópio estereoscópico de modo a inferir a dieta dos hospedeiros. As análises paleoparasitológicas revelaram a presença de ovos de nematoides dos grupos Ascaridida, Spirurida e Trichurida, com uma prevalência de 5% para cada grupo. A grande diversidade de aves, peixes e artrópodes que habitaram o paleolago Tremembé possivelmente teria viabilizado o ciclo de vida complexo de alguns nematoides. A baixa prevalência de helmintos nos coprólitos analisados pode estar associada a processos tafonômicos biológicos e geológicos. Este é o primeiro estudo paleoparasitológico realizado com coprólitos de aves da Formação Tremembé e os registros aqui descritos criam novas perspectivas para os estudos desta unidade geológica, através do entendimento epidemiológico associado à paleofauna local e fornecem subsídios para a realização posterior de estudos evolutivos e biogeográficos de parasitos.

Palavras-chave: Coprólito, Paleoparasitologia, Helmintos.

ABSTRACT

Coprolites are promising tools for the understanding of paleoecological and paleoenvironmental aspects. Through its chemical composition and analysis of micro- and macrostructures, it is possible to obtain information about the diet of ancient animals and insights into the climate and vegetation of paleoenvironments. Paleoparasitological analyzes of these trace fossils help to understand the parasite-host relationship and how parasitic infections were processed in the past. The present study aims to identify helminths in coprolites of the Tremembé Formation (Oligocene of the Taubaté Basin, São Paulo), housed at the Paleontology Collection of the Geology Faculty, Rio de Janeiro State University (UERJ). Furthermore, we included the descriptive association of the paleoparasitological data with the paleoenvironmental information present in the literature for this geological formation. Three to five grams of coprolites (n=20) were rehydrated in an aqueous solution of trisodium phosphate (Na_3PO_4) at 0.5% for 72 hours. The material was submitted to the sedimentation technique in conical sedimentation cups of 250 mL volume and kept sealed for 24 hours. Twenty slides were prepared for each coprolite sample, analyzed under light microscopy at 100x magnification, and confirmations were performed at 400x magnification. Eggs were identified through linear morphometry and morphology. Micro and macroscopic structures were analyzed, respectively, in an optical microscope and in a stereoscopic microscope to make inferences about hosts diet. analyzes revealed the presence of Nematode eggs of Ascaridida, Spirurida and Trichurida, with a prevalence of 5% for each group. The complex life cycle of some nematodes would be made possible by the wide faunal diversity of birds, fish and arthropods that inhabited the Tremembé paleolake. The low prevalence of helminths in the samples analyzed may be related to geological and biological taphonomic processes. This is the first paleoparasitological analysis of avian coprolites from the Tremembé Formation and the new helminth records created new perspectives for the studies of this geological unit through the epidemiological understanding associated with the local paleofauna and provide subsidies for the further development of evolutionary and biogeographic studies of helminths.

Keywords: Coprolite, Paleoparasitology, Helminths.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações morfométricas e de identificação dos coprólitos utilizados neste estudo.....	32
Tabela 2. Prevalência de ovos encontrados em coprólitos de aves da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil)	39
Tabela 3. Invertebrados fósseis da Formação Tremembé	46
Tabela 4. Vertebrados fósseis da Formação Tremembé.....	50
Tabela 5. Relação de ordens e famílias de aves viventes no Estado de São Paulo	52

LISTA DE IMAGENS

Figura 1. Prancha de fotografias das amostras	36
Figura 2. Fósseis de helmintos encontrados em coprólitos de aves da Formação Tremembé.....	40
Figura 3. Fragmentos macroscópicos de Osteichthyes.....	41
Figura 4. Fragmentos microscópicos de vegetais e apêndices fragmentados de artrópodes	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONHECENDO O PASSADO ATRAVÉS DE REGISTROS ANTIGOS DE ATIVIDADE ORGÂNICA HETERÓTROFA.....	15
1.2 A PALEOPARASITOLOGIA ENQUANTO CIÊNCIA.....	16
1.3 REGISTROS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS EM VERTEBRADOS NÃO-HUMANOS AO LONGO DO ÉON FANEROZOICO .	19
1.3.1 Era Paleozoica.....	19
1.3.2 Era Mesozoica.....	19
1.3.3 Era Cenozoica.....	20
1.4 CENÁRIO GEOLÓGICO: O RIFT CONTINENTAL DO SUDESTE DO BRASIL E DA BACIA DE TAUBATÉ.....	26
2 OBJETIVOS	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
4 RESULTADOS	32
4.1 ESTUDO MORFOLÓGICO E MORFOMÉTRICO DOS COPRÓLITOS.....	32
4.2 ANÁLISES PALEOPARASITOLÓGICAS.....	39
4.3 ANÁLISES DE MACRO E MICROESTRUTURAS.....	41
4.4 LEVANTAMENTO PALEOAMBIENTAL.....	42
4.4.1 Paleovegetação.....	43
4.4.2 Paleoclima.....	44
4.4.3 Paleofauna de invertebrados.....	44
4.4.4 Paleovertebrados da Formação Tremembé.....	48
4.4.5 As aves da Formação Tremembé.....	49
5 DISCUSSÃO	55
5.1 DIETA E ORIGEM ZOOLOGICA DOS COPRÓLITOS.....	55
5.2 HELMINTOS ENCONTRADOS.....	55
6 CONCLUSÕES.....	58
7 REFERÊNCIAS	59
8 ANEXOS	81
8.1 ANEXO I - AUTORIZAÇÃO DE USO DOS FÓSSEIS.....	81
8.2 ANEXO II – RESUMOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONHECENDO O PASSADO ATRAVÉS DE REGISTROS ANTIGOS DE ATIVIDADE ORGÂNICA HETERÓTROFA

Coprólitos (dos radicais gregos “*Kópros*” que significa excremento e “*Lithos*” que significa pedra) são fezes fossilizadas de vertebrados e macroinvertebrados expelidas no ambiente pelo meato anal (SOUTO, 2008; HUNT; LUCAS, 2012). Caracterizam-se como meios promissores para o entendimento de aspectos paleoecológicos e paleoambientais (SOUTO; FERNANDES, 2017). Estes icnofósseis são indicadores do grau de atividade heterótrofa, auxiliam na caracterização de ambientes deposicionais, além da reconstituição de níveis tróficos e do comportamento dos animais que os produziram no que diz respeito à sociabilidade e distribuição territorial (SOUTO, 2008).

Através da composição química e análise de micro e macroestruturas presentes nestes icnofósseis, é possível obter informações acerca de hábitos alimentares de animais que viveram no tempo pretérito (FERNANDES *et al.* 1988). Coprólitos de aves coletados na Formação Tremembé, que caracteriza o Oligoceno da Bacia de Taubaté, foram estudados na tentativa de se inferir a dieta da paleoavifauna do local através de elementos químicos e macroestruturas, e a presença de componentes químicos que potencializam o crescimento de vegetais, bem como elementos esqueléticos de peixes revelou um hábito onívoro para estes animais (FERNANDES *et al.* 1988). Além disso, a presença de estruturas de origem vegetal, como palinórfos possibilita a realização de inferências acerca do clima e vegetação dos paleoambientes (COUTO-RIBEIRO, 2010). Estes icnofósseis também fornecem subsídio para análises bioestratigráficas referentes aos estratos nos quais eles são encontrados (SOUTO, 2008).

A primeira descrição de coprólitos da qual se tem registro foi realizada pelo naturalista Martin Lister, em 1678, século XVII (EL-BAZ, 1968). Entretanto, William Buckland (1829) foi o pesquisador responsável pela criação e aplicação do termo “coprólito” ao estudar materiais fecais fossilizados em sedimentos do Jurássico Inferior do sul da Inglaterra. Posteriormente, Seton (1925) introduziu as potencialidades da morfologia e presença de macroestruturas de um coprólito na indicação da ordem taxonômica de sua origem zoológica. Van Cleave e Ross (1947) constataram o potencial da solução aquosa de fosfato trissódico para a recuperação de espécimes dessecados e endurecidos que se tornam novamente maleáveis quando em contato com a substância. Mais tarde, na segunda metade do século XX, a técnica foi adaptada para o estudo dos

coprólitos mantendo o material em fosfato trissódico a 0,5% durante 72 horas (CALLEN, 1967; HORNE, 1985).

1.2 A PALEOPARASITOLOGIA ENQUANTO CIÊNCIA

A identificação de formas evolutivas parasitárias em materiais fossilizados, como os coprólitos, os colólitos, que são conteúdos alimentares preservados em regiões do trato gastrointestinal posteriores ao estômago (HUNT; LUCAS, 2012), e o solo presente em latrinas de sítios arqueológicos/paleontológicos (REINHARD *et al.* 1986) proporciona o entendimento da relação parasito-hospedeiro e das infecções parasitárias no passado. A interface entre a Paleontologia/Arqueologia e os estudos parasitológicos favorecem a compreensão evolutiva destes parasitos em uma escala temporal mais abrangente, além da dinâmica de dispersão das populações de homínídeos e outros vertebrados ao longo do tempo (GONÇALVES *et al.* 2002). Análises biogeográficas históricas destes helmintos também têm sido impulsionadas através de registros em material fossilizado (REINHARD *et al.* 1987).

Desta forma, a Paleoparasitologia busca o entendimento e identificação de parasitos em restos ou vestígios recuperados de sítios paleontológicos e arqueológicos, cuja origem zoológica está atribuída aos humanos ou às outras espécies de animais (FERREIRA *et al.* 2014). O surgimento desta ciência se deu em 1910, quando Marc Armand Ruffer, presidente do Conselho Sanitário, Marítimo e de Quarentena do Egito na época, encontrou ovos de *Schistosoma haematobium* (Trematoda: Schistosomatidae) nos tecidos dos rins de duas múmias egípcias da 20ª dinastia. Desde então, a paleoparasitologia tem proporcionado diversas contribuições para o entendimento arqueológico de povos antigos.

A área em questão foi crucial para o entendimento da chegada dos primeiros povos ao continente americano. Desde o século XX, estudos paleoparasitológicos envolvendo ancilostomídeos tem contribuído para que a hipótese “*Clovis first and only*” seja refutada (DARLING 1920; SOPER, 1927; FERREIRA *et al.* 1983; MONTENEGRO *et al.* 2006). Segundo esta perspectiva, 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 anos atrás (MONTENEGRO *et al.* 2006). Entretanto, os ancilostomídeos possuem uma fase no ciclo de vida em que os embriões têm contato com o solo e dificilmente sobreviveriam aos

climas frios severos das regiões percorridas pelos povos supracitados, exceto em uma situação na qual 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). Além disso, fatores climáticos, assim como a presença simultânea de hospedeiros e vetores no ambiente garantindo a eficácia do ciclo de vida, exercem grande influência nos parasitos e, nas migrações nortenhas através do Estreito de Bering, muitos parasitos podem ter sido perdidos (ARAUJO *et al.* 2008). Montenegro e colaboradores (2006) fizeram estudos experimentais nos quais tentaram explicar a presença de ancilostomídeos na América e constataram que a hipótese destes parasitos serem trazidos por um grupo que migra pelo estreito de Bering é improvável tomando como base não só as baixas temperaturas da região como também a expectativa média de vida de *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*.

Não obstante, artefatos de rocha encontrados na Caverna de Chiquihuite, localizada nas montanhas Astillero da cidade de Zacatecas, no México, revelam que a dispersão de humanos para a região pode ter acontecido há 33.000-31.000 anos A.P.¹ (ARDELEAN *et al.* 2020), o que também contribui para que a ideia de que membros da Cultura Clovis tenham sido os primeiros e únicos a alcançarem o continente americano seja contestada. Como hipóteses alternativas para a chegada dos ancilostomídeos na América, são levantadas a possibilidade de migrações de pescadores ou viajantes por vias marítimas e a chegada pelo próprio Estreito de Bering em um período no qual as temperaturas estariam mais altas (DARLING 1920; SOPER, 1927; MONTENEGRO *et al.* 2006).

A relação entre parasitoses e hábitos alimentares ao longo da história também é ilustrada por meio de estudos paleoparasitológicos. Ovos da espécie *Diphyllobothrium pacificum* (sinonímia de *Dibothriocephalus* spp.) foram identificados em icnofósseis do Peru, Porto Rico e Alasca, em um contexto zooarqueológico marcado pela presença de carcaças de peixes e/ou pinípedes (hospedeiros da espécie de parasito supracitada; BOUCHET *et al.* 2001; PATRUCCO *et al.* 1983; WISCOVITCH-RUSSO *et al.* 2020).

¹ Antes do presente

Tal aspecto corrobora a hipótese de que estes povos antigos incluíam em sua alimentação o peixe cru ou malcozido e revelam a semelhança com os hábitos alimentares atuais na costa do Pacífico, em que a difilobotriase acomete populações que consomem pratos que contém carne de peixe crua, como o Ceviche. Além disso, estudos de coprólitos possivelmente humanos do Holoceno da Patagônia revelaram a presença de diversos parasitos, dentre eles oocistos de *Eimeria macusaniensis*, atribuídos à ingestão de vísceras de camelídeos da subespécie *Lama glama guanicoe* (Guanaco) e, ovos de *Taenia* sp. que podem ter sido adquiridos por meio do consumo de carne malcozida ou malpassada de guanaco ou *Hippocamelus bisulcus* (cervo Huemul) (BELTRAME *et al.* 2010). A presença de um ovo de trematódeo identificado somente até o nível de classe em um coprólito humano obtido no sítio Defiance House, localizado no Glen Canyon (Utah, Estados Unidos) revela a possibilidade de uma infecção verdadeira gerada pela ingestão de peixes e moluscos, ou uma falsa infecção decorrente da ingestão de vísceras malcozidas de mamíferos, tendo em vista o contexto zooarqueológico em questão que favorece a hipótese (MOORE *et al.* 2005).

A identificação de parasitos em coprólitos de sítios arqueológicos norte-americanos também foi fundamental para o entendimento de como a sedentarização e o surgimento da agricultura contribuíram para a precarização sanitária e o aumento das parasitoses em virtude do consumo de plantas domesticadas/cultivadas (em detrimento do uso de espécies vegetais selvagens que produzem substâncias anti-helmínticas), do armazenamento de grãos (atraindo artrópodes e roedores hospedeiros de helmintos), e do acúmulo de fezes que muitas vezes eram utilizadas como fertilizantes (REINHARD *et al.* 1987; REINHARD, 1988; FAULKNER *et al.* 1989; FAULKNER, 1991).

Se por um lado a transição entre a existência nômade de caçadores coletores e o estilo de vida mais sedentário dos primeiros agricultores foi um processo que contribuiu para o aumento exponencial das parasitoses na América, por outro, processos de reorganização estatal de civilizações pré-colombianas, como a dos Incas, também resultaram em mudanças na dinâmica parasitária. Estudos paleoparasitológicos com coprólitos humanos coletados no sítio arqueológico do Vale de Lluta (Chile) e datados dos períodos pré-Inca (1200 a 1400 A.D.²), Inca (1400-1530 A.D.) e o período do começo do contato dos espanhóis até a queda do estado Inca (1530 e 1600 A.D.) revelam como a

² *anno Domini*

inserção de novos alimentos nas comunidades e a transformação de pequenos assentamentos em aldeias maiores e mais populosas favoreceram o aumento das parasitoses (SANTORO *et al.* 2003; SOUZA *et al.* 2018).

Além disso, o registro de parasitos em coprólitos de outros animais, como canídeos, revelam que estes eram reservatórios de doenças e conviviam com seres humanos que acabavam se infectando acidentalmente, muitas vezes em virtude de fortes relações culturais que eram construídas entre ambas as espécies de vertebrados e que são reveladas pelo contexto zooarqueológico de determinados sítios (REINHARD, 1988; WISCOVITCH-RUSSO *et al.* 2020).

1.3 REGISTROS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS EM VERTEBRADOS NÃO-HUMANOS AO LONGO DO ÉON FANEROZOICO

Se por um lado, os restos arqueológicos tendem a revelar a presença de parasitos que contribuem para o entendimento das civilizações humanas antigas, por outro, a preservação destes seres em material paleontológico é rara (DENTZIEN-DIAS *et al.* 2013). Registros paleontológicos e arqueológicos de parasitoses em espécies não-humanas de vertebrados das Eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica também estão descritos na literatura e contribuem para a calibragem temporal da existência de helmintos e protozoários, sendo revisados a seguir.

1.3.1 Era Paleozoica

Dentzien-dias e colaboradores (2013) descreveram a presença de ovos de cestoides com características da ordem Tetraphyllidea em coprólitos de elasmobrânquios (Chondrichthyes, Elasmobranchii) datados da Era Paleozoica (com idade de cerca de 270 milhões de anos), sendo este o registro definitivo mais antigo de ovos de cestoides em um coprólito de vertebrado.

1.3.2 Era Mesozoica

Iconofósseis de nematoides e possivelmente corpos fossilizados destes foram registrados em coprólitos de vertebrados marinhos do Triássico da Polônia (BRACHANIEC *et al.* 2015). Além disso, a espécie de nematoide *Ascarites rufferi* (Ascarididae) foi descrita com base em ovos encontrados em Coprólitos de cinodontes herbívoros (Synapsida, Therapsida) datados do Triássico e coletados no sítio Cortado, no Rio Grande do Sul, Brasil (SILVA *et al.* 2014). Somado a estes achados, destaca-se a

descrição da espécie *Paleoxyuris cockburni* de nematoide por meio de um ovo encontrado em um coprólito de 240 milhões de anos atrás (Triássico), cuja origem zoológica é atribuída à família Traversodontidae (Cynodontia) e revela como a ordem Oxyurida já era difundida neste primeiro período da Era Mesozoica (HUGOT *et al.* 2014).

Além dos trabalhos supracitados, diversos estudos com icnofósseis cretácicos também foram realizados. O primeiro registro da presença de parasitos em um coprólito de vertebrado terrestre com idade mesozoica foi feito com base em material coletado na Bélgica datado do Cretáceo Inferior, cuja origem zoológica foi atribuída à Dinosauria, sendo descritas novas espécies de protozoário (*Entamoebites antiquus*) e de helmintos [*Digenites proterus* (Trematoda), *Ascarites priscus* e *A. gerus* (Nematoda)] (POINAR; BOUCOT, 2006). Pedro e colaboradores (2020) estudaram coprólitos cretácicos coletados no sítio Las Hoyas (Espanha) de peixes e de crocodilomorfos, e constataram que os primeiros estavam infectados com ovos de parasitos da família Opisthorchiidae (Trematoda, Digenea) e da ordem Ascaridida (nematoda) enquanto os últimos possuíam ovos da família Anisakidae (Nematoda, Ascaridida). Além disso, o gênero *Bauruascaris* sp. e duas espécies de nematoides, *B. adamantinensis* e *B. cretacicus* foram descritas em coprólitos de *Crocodylomorpha* datados de 70-80 milhões de anos atrás (Cretáceo), além de ovos de *Acanthocephala* (CARDIA *et al.* 2019a; 2019b). Icnofósseis da Formação Judith River (Estados Unidos) datados do cretáceo e encontrados na região do intestino de um esqueleto articulado de um indivíduo subadulto da espécie *Brachylophosaurus canadensis* (Ornithischia, Hadrosauridae) aparentam ser de um organismo vermiforme, possivelmente um nematoide ou anelídeo (TWEET *et al.* 2016). Por fim, Aureliano e colaboradores (2020) descreveram a presença de hemoparasitos indeterminados em regiões vasculares dos tecidos ósseos da fíbula de um titanossauro (Saurischia, Titanosauria).

1.3.3 Era Cenozoica

Dentre os registros mais antigos de parasitos em icnofósseis de vertebrados da Era Cenozoica destacam-se ovos pertencentes ao grupo Nematoda, encontrados em coprólitos da Venezuela, datados do Mioceno cuja origem zoológica foi atribuída ao grupo Crocodilia (DENTZIEN-DIAS *et al.* 2018).

Também são descritos registros de parasitos em icnofósseis pleistocênicos. Análises de um coprólito cuja origem zoológica está atribuída à ordem Carnivora

revelaram a presença de oocistos compatíveis com o grupo Eucoccidiorida (Apicomplexa: Coccidia) de protozoários e ovos de Strongylida (Nematoda: Rhabditida) possivelmente da família Ancylostomatidae (CARDIA *et al.* 2021). Além disso, coprólitos da caverna Caune de l'Arago da França, com idade anterior a 550.000 anos (Pleistoceno) e origem zoológica atribuída à Carnívora estavam positivos para ovos de digenéticos da família Dicrocoelidae (JOUY-AVANTIN *et al.* 1999). Não obstante, ovos operculados possivelmente pertencentes a Trematoda ou Cestoda, do grupo Pseudophyllidea, foram descritos em coprólitos de mamíferos carnívoros (Carnívora) datados do Pleistoceno e coletados na formação Sopas, do Uruguai (VERDE; UBILLA, 2002). Larvas de nematoides, identificadas somente até nível de filo, foram descritas em coprólitos de 1,5 milhões a 30 mil anos atrás (Pleistoceno) pertencentes à família Hyaenidae (Mammalia, Carnívora) (FERREIRA *et al.* 1993). Somado a isso, um coprólito cuja origem zoológica foi atribuída à espécie extinta *Pachycrocuta brevirostris*, da mesma família supracitada, foi coletado no sítio paleontológico de Haro River Quarry (Paquistão) e datado de 1,2 milhões de anos atrás, estando positivo para *Toxocara* sp. (PERRI *et al.* 2017).

Análises paleoparasitológicas realizadas com icnofósseis datados do intervalo de transição entre o Pleistoceno e o Holoceno também são abundantes na literatura. Coprólitos de felinos (Carnívora, Felidae) de Cueva Huenul (Argentina) estavam positivos para Spirurida, Ascaridida, Enoplida (família Dioctophymatidae), *Heteroxytnema* sp. (Oxyurida, Heteroxytnematidae), Strongylida (alguns semelhantes aos de Trichostrongylida), além de ovos de trematódeos identificados até o nível de classe e oocistos de *Cystoisospora felis* (Coccidia, Apicomplexa) (TIETZE *et al.* 2019).

Além disso, coprólitos de camelídeos (Cetartiodactyla, Camelidae) coletados no sítio arqueológico cerro Casa de Piedra (Argentina) datados da transição do Pleistoceno-Holoceno até o fim do Holoceno estavam positivos para ovos de capilarídeos (da família Trichuridae, subfamília Capillariinae), da superfamília Trichostrongylidae (compatíveis com *Nematodirus lamae* e *Lamanema chavezii*) e ovos semelhantes aos produzidos pelo gênero *Strongylus*, além de oocistos de *Eimeria macusaniensis* (TAGLIORETTI *et al.* 2015). Nunes e colaboradores (2017) analisaram os coprólitos de um caprino extinto da espécie *Myotragus balearicus* (Artiodactyla, Caprinae), coletados em Cova Estreta (Pollença, Serra da Tramuntana, Mallorca), datados da transição do Pleistoceno ao Holoceno e detectaram a presença de *Entamoeba* sp. e *Cryptosporidium parvum*.

Wood e colaboradores (2019) analisaram DNA antigo presente em aglomerados (que abrangem os últimos 50 mil anos) de material de nidificação e coprólitos cimentados por urina cristalizada endurecida de roedores (Mammalia, Rodentia) do Pleistoceno-Holoceno do Chile e detectaram a presença de artrópodes e nematoides. Dentre eles estão os piolhos dos gêneros *Lonognathoides* e *Abrocomaphthirus* (Insecta: Anoplura), *Oryzomyopus* (Acari), carrapatos das famílias Ixodidae (Arachnida) e Argasidae, sendo esta última representada pela espécie *Ornithodoros rostratus*. Os nematoides encontrados pertencem a subordem Strongylida (gêneros *Cyathostoma*, *Necator*, *Ancylostoma*, *Austrostrongylus*, *Haemonchus*, *Petrovinema*, *Cylicocyclus*, *Chabertia*, *Cyclodontostomum*, *Herpetostrongylus*, *Nicollina*, *Strongylus* e *Labiostrongylus*), a ordem Spirurida (gênero *Mastophorus* da família Spiruridae, os gêneros *Pelecitus*, *Onchocerca*, *Loa*, *Dirofilaria* da família Onchocercidae e taxa da superfamília Filarioidea) e a ordem Ascaridida. Também foi registrada a presença de protozoários apicomplexos da família Eimeriidae e dos gêneros *Toxoplasma*, *Neospora*, *Besnoitia*, *Nephroisospora* e *Hammondia* sendo todos estes quatro da família Sarcocystidae.

Coprólitos de *Lagidium viscacia* (Caviomorpha, Chinchillidae), datados do intervalo Pleistoceno-Holoceno, dos sítios Los Altares e Cueva Huenul (Patagônia, Argentina) estavam positivos para a espécie de nematoide *Heteroxyndema* (*Cavioxyura*) *viscaciae*, da família Oxyuridae, além de ovos de cestóides das espécies *Viscachataenia quadrata* e *Monoecocestus* sp. da família Anoplocephalidae (BELTRAME *et al.* 2012; BELTRAME *et al.* 2013).

Beltrame e colaboradores (2020) analisaram coprólitos datados do Pleistoceno-Holoceno produzidos por preguiças gigantes pertencentes ao grupo Xenarthra (Tardigrada) do sítio Cueva Huenul (Patagônia, Argentina) datado do final do Pleistoceno e encontraram ovos de *Trichostrongylus* sp., *Nematodirus* sp., *Trichuris* sp., além de ovos de três espécies de Strongylida e uma de Ascaridida (semelhante a *Parascaris* sp.). Oyarzún-Ruiz e colaboradores (2021) descreveram ovos de nematoides dos taxa *Calodium* sp. e Ascaridida, ovos de cestóides das famílias Hymenolepididae, Anoplocephalidae e Taeniidae, bem como um ovo de Digenea em coprólitos de uma preguiça gigante da espécie *Myodon darwini* (Pilosa, Mylodontidae) datados entre o Pleistoceno e o Holoceno da Patagônia.

Diversos estudos paleoparasitológicos também descrevem formas evolutivas de helmintos e protozoários em icnofósseis de mamíferos e aves datados do Holoceno. A

análise do conteúdo regurgitado holocênico de aves de rapina (*Ornithoregurgitalite* / ornithoregurgitalito / pellets), não identificadas em nível taxonômico mais específico, encontrados em sítios arqueológicos da Patagônia (Argentina) detectou a presença de ovos de *Calodium* sp. (Capillariidae), *Trichuris* sp. (Trichuridae) e ovos de tênia (Cestoda) (BELTRAME *et al.* 2011). Estudos com este tipo de material foram realizados também no sítio arqueológico holocênico Epullán Chica (Argentina) e estavam positivos para a presença de formas evolutivas de parasitos de répteis e roedores, sendo eles ovos de nematoides da família Trichuridae (alguns atribuídos a *Trichuris* sp.), Capillariidae (*Echinocoleus* sp.), Oxyuridae, Heteroxynematidae [*Heteroxynema* (*Cavioxyura*) sp.], Aspidoderidae (*Paraspidodera uncinata*), Pharyngodonidae (possivelmente *Parapharyngodon riojensis*), Aspidoderidae, ovos da família Oligacanthorhynchidae de acantocéfalos (possivelmente do gênero *Macracanthorhynchus*), ovos da família Anoplocephalidae de cestoides (do gênero *Monoecocestus* ou *Andrya*), oocistos de *Coccidia* (Apicomplexa) e um ovo de nematoide identificado somente até o nível de filo (BELTRAME *et al.* 2015a; 2015b).

Além disso, coprólitos holocênicos das espécies de aves *Dinornis robustus* (Dinornithidae), *Anomalopteryx didiformis* (Eimeidae), *Pachyornis elephantopus* (Eimeidae) e *Megalapteryx didinus* (Megalapterygidae), do grupo Dinornithiformes, coletados na Nova Zelândia, foram analisados com base em estudos microscópicos e genéticos por Wood e colaboradores (2013). Os coprólitos de *D. robustus* estavam positivos para a presença de ovos da superfamília Heterakoidea (Nematoda), da subordem Eimeriorina e de um nematoide identificado somente até nível de filo, além de apresentarem sequências genéticas correspondentes à superfamília Heterakoidea (Nematoda) e subordem Eimeriorina. Os coprólitos de *A. didiformis* estavam positivos para ovos e sequências genéticas superfamília Heterakoidea (Nematoda). Por meio dos coprólitos de *P. elephantopus* foi detectada a presença de ovos da superfamília Heterakoidea (Nematoda), de *Capillaria* (Trichinellidae) e de um nematoide identificado até o nível de filo, além de sequências genéticas da superfamília Heterakoidea (Nematoda). A espécie *M. didinus*, por sua vez, apresentou sequências genéticas correspondentes à superfamília Heterakoidea (Nematoda), à família Trichostrongylidae (Nematoda), à ordem Echinostomida (Trematoda), e à subordem Eimeriorina e seus coprólitos também estavam positivos para a presença de ovos da superfamília Heterakoidea (Nematoda), ovos possivelmente de *Capillaria* (Trichinellidae) e de um

nematoide identificado somente até nível de filo. Com a chegada dos Maoris na Nova Zelândia, as nove espécies de Moa se tornaram uma fonte de alimento e foram extintas em cerca de 200 anos, resultando também na coextinção de diversos taxa de parasitos (WOOD *et al.* 2013; PERRY *et al.* 2014; BOAST *et al.* 2018; LAFFERTY; HOPKINS, 2018).

Coprólitos da espécie ainda vivente de roedor *Microcavia australis* (Rodentia, Caviidae) coletados em Alero Las Lechuzas (Patagônia, Argentina) estavam positivos para ovos de *Trichuris* spp. e *Helminthoxys caudatus* (BELTRAME *et al.* 2018). Ainda na Patagônia, coprólitos de roedores atribuídos ao gênero *Ctenomys* coletados no sítio holocênico Cerro Casa de Piedra estavam positivos para *Eucoleus* sp. (Capillariidae), *Paraspidodera uncinata* (Aspidoderidae) e *Trichuris* sp. (Trichuridae) (SARDELLA; FUGASSA, 2009). Além disso, coprólitos holocênicos de micromamíferos da ordem Rodentia, coletados no sítio Cueva Peligro, na Argentina, revelaram a presença de ovos de nematoides (gêneros *Syphacia* sp., *Heteroxynema* sp., *Gongylonema* sp., *Trichuris* sp., *Protospirura* sp. e famílias Dioctophymatidae e Trichostrongylidae), cestóides (família Anoplocephalidae, com características de *Monoecocestus* sp. ou *Andrya* sp.) e Acanthocephala (classe Archiacanthocephala) (TIETZE, *et al.* 2020). A espécie *Lagidium wolffsohni* (Rodentia, Chinchillidae) também foi alvo de estudos paleoparasitológicos em Santa Cruz, Argentina sendo detectada a presença de ovos de nematoides (da família Capillariidae e dos gêneros *Trichuris* sp. e *Heteroxynema* sp.) e cestoda (Anoplocephalinae) em icnofósseis holocênicos da espécie supracitada (MARTÍN, 2014).

Petrigh e colaboradores (2021) analisaram coprólitos holocênicos de herbívoros coletados no sítio arqueológico Los Viscos, localizado em Catamarca na Argentina e identificaram formas evolutivas de Nematoda, Digenea e oocistos de protozoários. Em coprólitos atribuídos à espécie *Capra hircus* (Artiodactyla, Bovidae) foram encontrados ovos de *Ostertagia* sp., *Gongylonema* sp. e *Fasciola hepatica*; coprólitos da família Camelidae (Artiodactyla) estavam positivos para oocistos de *Eimeria macusaniensis*, ovos de *Lamanema chavezii*, *Trichuris* sp. e um ovo de Trichostrongylida (com características de *Camelostrongylus* sp., *Mazamastrongylus* sp. e *Graphinema aucheniae*); em coprólitos de taxa de Cetartiodactyla (possivelmente das famílias Camelidae ou Cervidae) foram encontrados ovos de *Trichuris* sp., *Paraspidodera* sp., *Strongyloides* sp. e um ovo que se assemelha aos da família Anoplocephalidae de cestóides, além de ovos de nematoides possivelmente pertencentes à Strongylida e

Trichostrongylina (PETRIGH *et al.* 2021). Além disso, a análise de coprólitos coletados no sítio Cueva Huenul (Patagônia, Argentina), atribuídos à espécie *Capra hircus* (Artiodactyla, Bovidae) e datados do Holoceno, revelou a presença de *Eimeria arloingi* (BELTRAME *et al.* 2022). Coprólitos identificados como pertencentes possivelmente às espécies *Pudu puda* e *Hippocamelus bisulcus* (Artiodactyla, Cervidae) do holoceno da Patagônia (Sítio Cueva Parque Diana) estavam positivos para oocistos de Apicomplexa (*Eimeria* spp. e *Isospora* spp. da família Eimeriidae), ovos de Digenea e Nematoda (*Metastrongylus* sp. da família Metastrongylidae, *Trichuris* spp. da família Trichuridae, *Nematodirus* sp. da família Trichostrongylidae, *Dioctophyma* sp. da família Dioctophymatidae, além de ovos semelhantes àqueles produzidos em Strongyloidea) (BELTRAME *et al.* 2017).

Estudos com coprólitos holocênicos de *Tamandua tetradactyla* (Pilosa, Myrmecophagidae) coletados nos sítios Toca dos Coqueiros, Toca da Passagem e Toca do Enoque, localizados no piauí (Brasil) revelaram a presença de formas evolutivas de Acantocephala (ovos das espécies *Gigantorhynchus echinodiscus*, *Macracanthorhynchus hirudinaceus* e *Oligacanthorhynchus* sp.) Nematoda (ovos da família Aspidoderidae, além da ordem Strongylida, um ovo e larvas identificados somente até nível de filo) e Apicomplexa (oocistos de *Entamoeba* sp.) (SOUZA *et al.* 2020).

As espécies de helmintos *Agamofilaria oxyura* e *Strongyloides shastensis*, bem como o gênero *Archeococcidia* de protozoários com as espécies *A. antiquus* e *A. nothrotheriopsae* foram descritos por Schmidt e colaboradores (1992) em coprólitos holocênicos da preguiça *Nothrotheriops shastensis* (Pilosa, Nothrotheriidae) da caverna Rampart, do Arizona.

Noronha e colaboradores (1994) encontraram ovos do gênero *Echinopardalis* sp. de Acanthocephala em coprólitos atribuídos a felinos (Carnivora, Felidae) com idade de 9 mil anos atrás no sítio arqueológico de São Raimundo Nonato, localizado no Piauí. Além disso, Sianto e colaboradores (2016) coletaram coprólitos de felinos no sítio arqueológico brasileiro Furna do Estrago e encontraram, nestes materiais, ovos da família de Trematódeos Echinostomatidae. Fugassa e colaboradores (2013) analisaram um coprólito atribuído a um canídeo (Carnivora, Canidae) coletado no sítio Cerro Casa de Piedra (Argentina) e constataram a presença de formas evolutivas da família Dioctophymatidae.

1.4 CENÁRIO GEOLÓGICO: O RIFT CONTINENTAL DO SUDESTE DO BRASIL E DA BACIA DE TAUBATÉ

O Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) se caracteriza como uma feição tectônica cenozoica estreita, deprimida e alongada, com pouco mais de 900 km e desenvolve-se entre as cidades de Curitiba (Paraná), e Barra de São João (Rio de Janeiro). Sua gênese ocorreu sobre rochas granitóides intrusivas neoproterozoicas além de gnaisses, migmatitos e rochas metamórficas datadas do Arqueano ao Neoproterozoico do Cinturão Ribeira (JANASI; ULBRICH 1991; ALMEIDA *et al.* 1973; RICCOMINI *et al.* 2004). Este é recortado por zonas de cisalhamento orientadas no sentido ENE a E-W, como descrito por Sadowski & Motidome (1987), que permaneceram em atividade até o fim do Ciclo Geodinâmico Brasileiro (Cambro-Ordoviciano) (RICCOMINI *et al.* 2004). Além disso, a região, assim como outras que se consolidaram por último no ciclo supracitado, foi influenciada pela Ativação Mesozoica, fenômeno que caracterizou a ruptura continental entre a Plataforma da América do Sul e a África, a partir do final do Triássico, formando-se a margem divergente ou passiva do Atlântico Sul (CARNEIRO *et al.* 2012).

Na região ocidental do RCSB estão presentes a Bacia de Curitiba, as formações Alexandra e Pariqüera-Açu, e os grábens de Guaraqueçaba, Cananéia e Sete Barras; na região central do Rift é possível observar as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, bem como os depósitos das regiões de Bonfim e Cafundó; na região oriental, por sua vez, estão presentes as bacias do Macacu, Itaboraí e o Gráben de Barra de São João (RICCOMINI *et al.* 2004). Os sedimentos do Rift em questão possuem idade entre o Eoceno e o Oligoceno, com exceção da Bacia de Itaboraí que é datada do Paleoceno (MELO, 2007).

Como uma das unidades geológicas do RCSB, a Bacia Sedimentar de Taubaté está distribuída no leste do estado de São Paulo, com 150 km de comprimento no sentido NE-SW, 10 a 25 km de largura e profundidade superior a 250 m (BRITO, 1979). Ela estende-se de Cachoeira Paulista até Jacareí, sendo parte da região da bacia hidrográfica do Paraíba e sendo cortada pelo rio Paraíba do Sul (MELO, 2007).

Sua descoberta foi realizada na primeira metade do século XIX, por Pissis (1842) que a chamou de “*Bassin de la Parahyba*”, e ela engloba a Formação Pindamonhangaba e o Grupo Taubaté, constituído por três unidades estratigráficas distintas, sendo elas a Formação Resende, caracterizada por um sistema de leques aluviais ligados à planície

aluvial de rios entrelaçados, a Formação Tremembé que se constitui como um sistema *playa-lake* basal e lateral na Bacia e, a Formação São Paulo, que possui um sistema fluvial meandrante (RICCOMINI, 1989).

A Formação Pindamonhangaba é neocenozoica (COUTO-RIBEIRO, 2010), sendo caracterizada por dois membros interdigitados: o Membro Rio Pararangaba possui conglomerados em que os seixos de quartzo e quartzito são predominantes, também estando presentes seixos de gnaisses, granitos e lamitos, imersos em matriz composta por areias médias a grossas; o Membro Presidente Dutra possui argilitos e siltitos com laminação conspícua, de cores variegadas, associados a corpos mais espessos de arenitos finos e lamitos com intraclastos (MANCINI; RICCOMINI, 1996). A paleofauna descrita para a formação é composta por peixes possivelmente ligados a espécies dos gêneros *Brycon* e *Triportheus* (família Characidae), encontrados em argilito (VICALVI, 1981). A paleoflora, por sua vez, engloba as famílias Equisetaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Sapindaceae, Anacardiaceae, Sapotaceae, Symplocaceae, Styracaceae e Rubiaceae (TUFANO *et al.* 2009).

A Formação Resende tem idade eocenozoica (COUTO-RIBEIRO, 2010) e foi definida por Amador (1975) como uma sequência de unidades tabulares pouco consolidadas, em grande parte arenosas e secundariamente síltico-argilosas, com a presença ocasional de conglomerados intraformacionais de cascalho e de seixos de alcalinas, gnaisses, feldspatos, cataclasitos e quartzitos. A paleofauna para esta unidade ainda é desconhecida, tendo sido encontrados alguns palinórfos (COUTO-RIBEIRO, 2010).

A Formação São Paulo (Oligoceno/Mioceno) se caracteriza por arenitos grossos, conglomeráticos, que apresentam estratificação cruzada, base erosiva e presença de clastos argilosos, siltitos e argilitos laminados (TAKIYA, 1997; GURGUEIRA, 2013). Seu registro fóssil engloba palinórfos, algas e espículas de esponja (MEZZALIRA, 2000).

A Formação Tremembé, alvo central deste estudo, caracteriza-se como a unidade litoestratigráfica mais fossilífera da Bacia de Taubaté e suas litofácies possuem origem lacustre, sendo constituídas de arenitos, siltitos, dolomitos e caliche, além de folhelhos papiráceos e pirobetuminosos (estes últimos em forma de ritmitos) alternados com fácies de argilas verdes maciças (COUTO; MEZZALIRA, 1971; RICCOMINI *et al.* 2004;

MELO, 2007). Seus principais afloramentos estão presentes nos municípios de Pindamonhangaba, Taubaté e Tremembé, locais onde há exploração comercial de argila bentonítica³ (COUTO-RIBEIRO, 2010). Atualmente, a Bacia de Taubaté caracteriza-se como um vale presente entre serras e, no momento geológico de deposição dos sedimentos da Formação Tremembé, era formada por um corpo d'água com baixa energia que constituía um paleolago no local (MELO, 2004). Além disso, análises organofaciológicas e organogeoquímicas, realizadas por Chagas e colaboradores (2009), de uma sucessão sedimentar, da Formação Tremembé, revelaram que esta é fruto de um ambiente deposicional lacustre de água doce, com regime oxidante, variando até um ambiente salino restrito, com regime disóxico-anóxico.

No que diz respeito aos aspectos cronológicos, historicamente, os sedimentos do Grupo Taubaté foram primeiro atribuídos ao Plioceno (AB'SÁBER, 1957), incluindo a Formação Tremembé que Santos (1950) descreveu como supostamente pliocênica, ao registrar a presença de uma pena fossilizada associada à ordem passeriformes e encontrada em folhelhos esverdeados papiráceos.

Entretanto, durante a descoberta de fósseis da família Leontiniidae (ordem Notoungulata, subordem Toxodonta) em argila bentonítica da Formação Tremembé, Couto e Mezzalira (1971) definiram a idade do material como pertencente ao intervalo entre o Oligoceno inferior e superior, estando no máximo localizado no Mioceno Inferior. Não obstante, Lima (1985) constatou, por meio de estudos palinológicos, a presença de espécies guia de palinomorfos descritas para as Formações Tremembé e São Paulo que relacionam estas unidades ao Oligoceno. A fauna de mamíferos em associação com dados paleopalínológicos e paleoclimáticos revelam a possibilidade da Formação Tremembé pertencer à fase inicial da idade-mamífero Deseadense, que corresponde ao intervalo entre o Oligoceno Superior e o Mioceno Inferior (BERGQVIST; RIBEIRO, 1998). Com base na presença do gênero *Palaelodus*, de flamingos de pequeno porte, na Formação Tremembé e nos dados de sua paleofauna de mamíferos, Alvarenga (1990) sugeriu uma idade correspondente ao Mioceno inferior (tendo em vista a abundância das aves supracitadas no intervalo geológico em questão), sendo possível um extravasamento até o final do Oligoceno Superior. Além disso, análises comparativas entre diferentes paleofaunas já descritas e a fauna presente na Formação Tremembé revelaram que os

³ Argila que possui alto teor de montmorilonita, sendo conhecida também como argila montmorilonítica (SILVA; FERREIRA, 2008)

mamíferos encontrados nas argilas desta última são pertencentes às mesmas ordens e famílias de depósitos oligomiocênicos argentinos, bolivianos, colombianos, peruanos e uruguaios (COUTO-RIBEIRO, 2010).

Com base nas referências supracitadas, é possível observar que a Formação Tremembé pode se localizar cronologicamente entre o Oligoceno Superior e o Mioceno Inferior. Estudos realizados com um espécime da família Pyrotheriidae (Mammalia: Pyrotheria) obtido na Formação Tremembé revelam uma proximidade morfológica com a espécie *Pyrotherium macfaddeni*, encontrada em sedimentos bolivianos de 27 a 24 milhões de anos atrás, corroborando com a idade oligocênica para a unidade geológica em questão (COUTO-RIBEIRO, 2015). Melo (2007) ressaltou a possibilidade de um consenso entre a comunidade científica a respeito da atribuição de uma idade oligocênica e trabalhos paleontológicos mais recentes se referem à unidade geológica como pertencente a este ponto cronológico (BERGUE *et al.* 2015; SOUZA *et al.* 2020; DUARTE *et al.* 2021; BOGAN *et al.* 2021; BARROS *et al.* 2021; ARNAL *et al.* 2022).

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem como principal objetivo a identificação de formas evolutivas de helmintos em coprólitos de aves coletados na Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo).

Como objetivos específicos é possível elencar o estudo morfológico e morfométrico dos coprólitos a relação descritiva dos dados paleoparasitológicos com as informações paleoambientais presentes na literatura para a formação geológica em questão, que também foram inventariadas, a análise da dieta dos hospedeiros por meio do estudo de macro e microestruturas dos coprólitos e a elaboração de lâminas a serem depositadas em coleções paleontológicas e helmintológicas de instituições de ensino brasileiras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os coprólitos utilizados foram coletados no sítio Paleontológico Fazenda Santa Fé, no município de Tremembé, em outubro de 2018, e registrados e depositados na

Coleção de Paleontologia da Faculdade de Geologia da UERJ em abril de 2019. Um total de 20 amostras (matriz + coprólito) contendo 26 coprólitos foram transportadas em março de 2022 para o Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helminhos Odile Bain (LABTECH) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mediante autorização assinada em punho pelo docente supracitado (ANEXO I). Ao todo, 20 coprólitos foram utilizados neste estudo⁴, e os demais foram doados para a Coleção de Fósseis da UFJF.

Tomando como base a necessidade de destruição total dos coprólitos para a realização das análises paleoparasitológicas, todo o material foi fotografado utilizando uma câmera semiprofissional da marca Canon, modelo Rebel SL3. Os estudos morfométricos dos coprólitos foram realizados com base na utilização de um paquímetro digital, sendo mensuradas e registradas as medidas de largura maior e comprimento total de cada icnofóssil.

Todas as técnicas laboratoriais para identificação dos parasitos foram realizadas na sala de estudos anexa ao LABTECH da UFJF, cujas bancadas e materiais foram previamente higienizados com álcool 70%, evitando contaminações com formas evolutivas parasitárias viventes. Foram extraídas mecanicamente das matrizes de folhelho, utilizando curetas periodontais, de três a cinco gramas de cada coprólito, pesadas em uma balança analítica, sendo reidratadas em beakers, vedados com plástico filme, contendo 10 mL de solução aquosa de fosfato trissódico (Na_3PO_4) a 0,5% por um período de 72 horas (CALLEN, 1967; FUGASSA *et al.* 2006). A solução de fosfato trissódico foi produzida utilizando a proporção de cinco gramas de fosfato para um litro de água. Em seguida, o material foi homogeneizado utilizando um bastão de vidro e filtrado em gaze duplamente dobrada, de acordo com a técnica de sedimentação proposta por Hoffman (1934). As amostras foram transferidas para cálices de sedimentação com fundo cônico e volume de 250 mL e mantidas em repouso por 24 horas em superfície plana, vedados com plástico filme.

O material presente no fundo de cada cálice foi coletado através de pipetas de pasteur e utilizado para a elaboração de 20 lâminas permanentes para cada coprólito, contendo glicerina como meio de montagem, seladas com uma mistura de partes iguais

⁴ Número de tombo das amostras nas quais estavam incrustados os coprólitos utilizados neste estudo: UERJ IC-58, UERJ IC-59, UERJ IC-60, UERJ IC-61, UERJ IC-62, UERJ IC-63, UERJ IC-65, UERJ IC-66, UERJ IC-67, UERJ IC-68, UERJ IC-69, UERJ IC-70, UERJ IC-71 [Coprólito A], UERJ IC-72, UERJ IC-73, UERJ IC-74, UERJ IC-75, UERJ IC-76, IC-77. Número de tombo das amostras doadas: UERJ IC-60, UERJ IC-71 [Coprólito B], UERJ IC-64 e UERJ IC-72.

de cera de abelha e breu. As observações iniciais foram feitas na Sala de Microscopia Beth Bessa, do LABTECH, em microscópio óptico Olympus BX41 utilizando aumento de 100x e as confirmações, utilizando aumento de 400x. A identificação dos oocistos, ovos e larvas de parasitos foi realizada através de morfometria linear e morfologia. As fotomicrografias e as medidas de largura e comprimento das formas evolutivas foram feitas em aumento de 400x, utilizando o software Olympus CellSens Standard 1.16 e o microscópio óptico Olympus BX51 do Laboratório de Captação e Análise de Imagem pertencente ao Laboratório de Zoologia Avançada (LAZ) da UFJF. Estruturas macroscópicas foram analisadas em microscópio estereoscópico Olympus SZX16 antes da preparação do material assim como aquelas retidas nas gazes após a preparação. Foi calculado o índice de prevalência para cada morfotipo de helminto encontrado conforme Bush e colaboradores (1997), assumindo que cada coprólito pertence à uma ave individual. Desta forma, o número de amostras infectadas com um dado morfotipo foi dividido pelo número total de amostras analisadas e o resultado desta operação foi multiplicado por 100. As lâminas positivas para a presença de formas evolutivas de parasitos foram depositadas na Coleção Helminológica Odile Bain (CHOB) do LABTECH da UFJF e na Coleção de Paleontologia da Faculdade de Geologia da UERJ.

O levantamento de dados paleoambientais (paleofauna, paleoflora e paleoclima) foi realizado utilizando a combinação dos descritores “*tremembé*” e “*formation*” com o operador lógico “*and*” em quatro bases de dados distintas, sendo elas Scopus, Web of Science, Google Scholar e Science Direct. A origem zoológica dos coprólitos foi identificada com base nas informações morfológicas e morfométricas desse material, sendo utilizados também os dados referentes ao contexto paleontológico da unidade litoestratigráfica em questão e as informações relacionadas à dieta dos animais que produziram esses icnofósseis.

4 RESULTADOS

4.1 ESTUDO MORFOLÓGICO E MORFOMÉTRICO DOS COPRÓLITOS

Os coprólitos foram caracterizados como ovoides, apresentando coloração amarelo acinzentado ou bege e as medidas de comprimento variaram entre 20,28 mm e 5,43 mm. A largura maior, por sua vez, variou entre 5,02 mm e 17,47 mm.

Tabela 1. Informações morfométricas e de identificação dos coprólitos utilizados neste estudo

Número de tombo	Identificação	Comprimento (mm)	Largura maior (mm)	Morfotipos	Procedência	Estratigrafia	Idade	Data de coleta	Data de entrada na coleção	Coletor
UERJ IC-58	Coprólito	13,68	8,33	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-59	Coprólito	7,10	6,87	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-61	Coprólito	5,43	5,02	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-62	Coprólito	10,14	5,02	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ

UERJ IC-63 [A]	Coprólito	8,23	7,81	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-63 [B]	Coprólito	19,00	7,51	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-65	Coprólito	10,41	5,82	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-66	Coprólito	13,53	8,33	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-67	Coprólito	17,87	7,75	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-68	Coprólito	19,29	9,59	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-69	Coprólito	13,13	7,52	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ

UERJ IC-70	Coprólito	10,47	6,78	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-71 [A]	Coprólito	10,63	9,85	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-73	Coprólito	15,13	12,70	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-74	Coprólito	14,79	7,56	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-75	Coprólito	20,28	17,47	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-76	Coprólito	16,84	9,41	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-77 [A]	Coprólito	11,84	8,94	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ

UERJ IC-77 [B]	Coprólito	13,79	8,27	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ
UERJ IC-77 [A]	Coprólito	12,68	7,12	Ovóide	Sociedade Extrativa Santa Fé	Formação Tremembé (Bacia de Taubaté)	Oligoceno	30/10/2018	01/04/2019	Estudantes da Faculdade de Geologia da UERJ

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 1. Prancha de fotografias das amostras⁵ utilizadas neste estudo.



**UERJ
IC - 58**



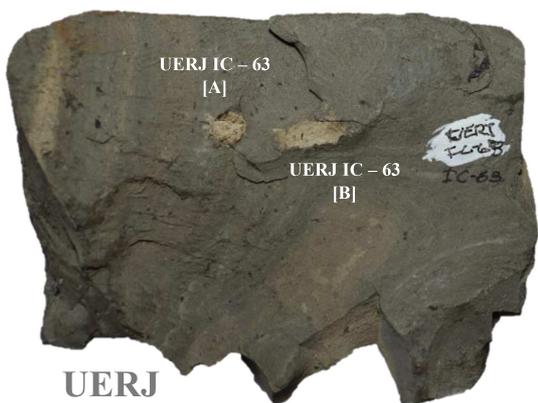
**UERJ
IC - 59**



**UERJ
IC - 61**



**UERJ
IC - 62**



**UERJ
IC - 63**



**UERJ
IC - 65**

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

⁵ Cada amostra é caracterizada por coprólitos ovóides de coloração amarelo acinzentado incrustados em matrizes de folhelho pirobetuminoso.

Continuação da figura 1. Prancha de fotografias das amostras utilizadas neste estudo.



UERJ
IC - 66

1 cm



UERJ
IC - 67

1 cm



UERJ
IC - 68

1 cm



UERJ
IC - 69

1 cm



UERJ
IC - 70

1 cm



UERJ
IC - 71

1 cm

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Continuação da figura 1. Prancha de fotografias das amostras utilizadas neste estudo.



UERJ
IC - 73



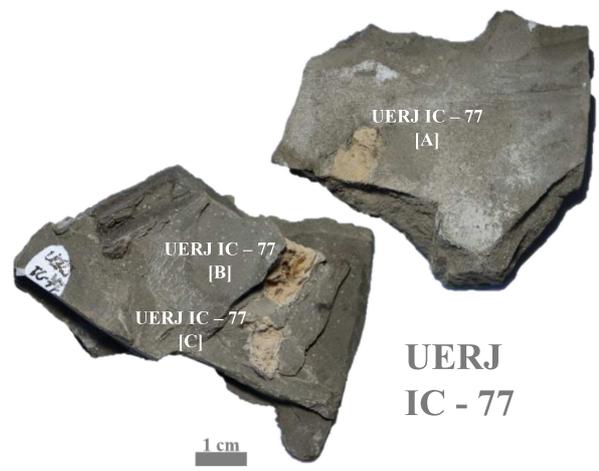
UERJ
IC - 74



UERJ
IC - 75



UERJ
IC - 76



UERJ
IC - 77



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

4.2 ANÁLISES PALEOPARASITOLÓGICAS

Dentre as 20 amostras analisadas, apenas quatro estavam positivas para a presença de formas evolutivas de helmintos, sendo elas UERJ IC-69, UERJ IC-77A, UERJ IC-71 e UERJ IC-63B (Tabela 1).

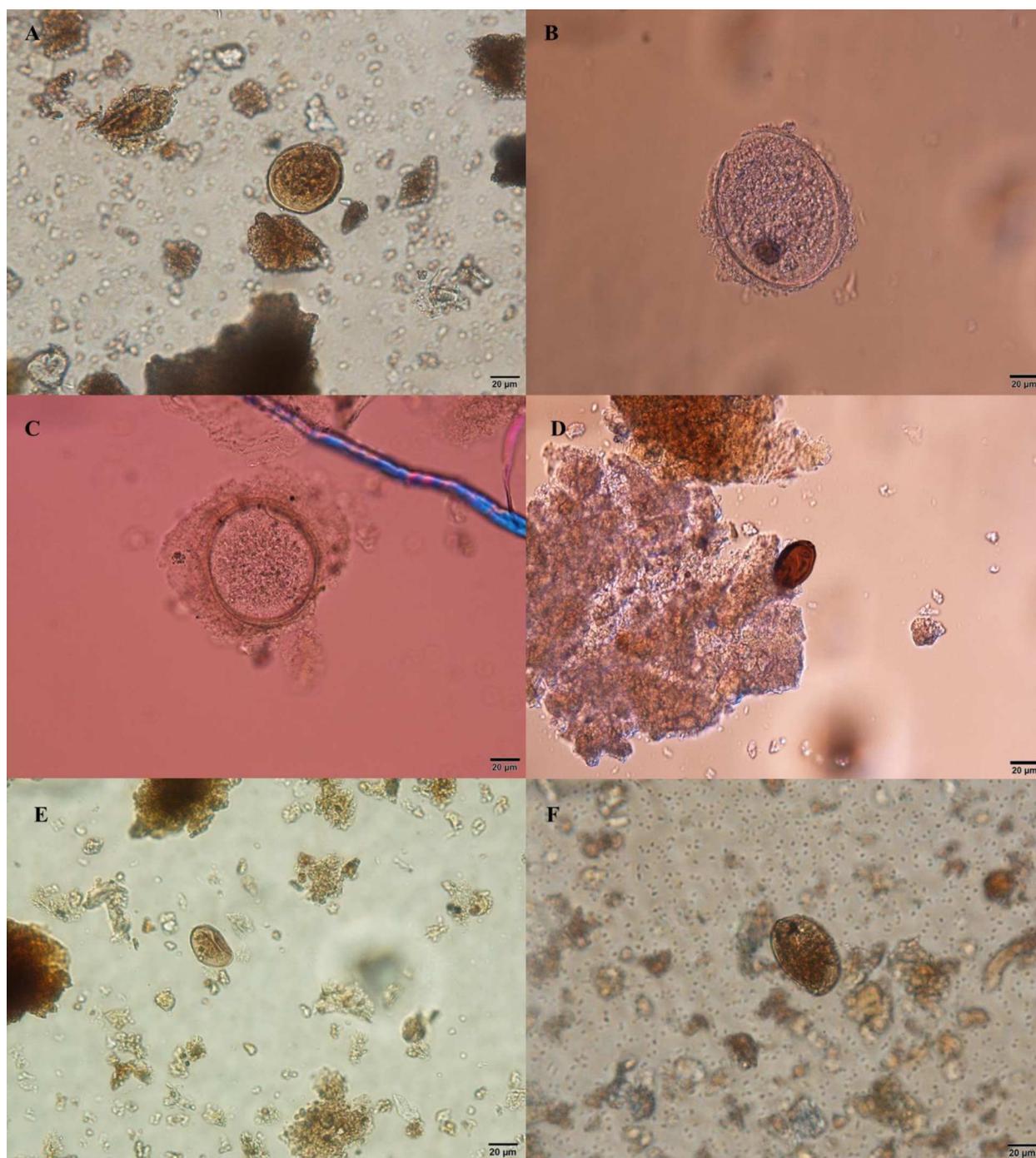
Tabela 2. Prevalência de ovos encontrados em coprólitos de aves da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil).

Parasitas encontrados	Identificação da amostra infectada	Número de ovos encontrados	Prevalência
Ascaridida (morfotipo I)	UERJ IC-69	1	5%
Ascaridida (morfotipo II)	UERJ IC-77A	3	5%
Ascaridida (morfotipo III)	UERJ IC-77A	12	5%
Nematoda	UERJ IC-69	1	5%
Spirurida	UERJ IC-71A	2	5%
Trichurida	UERJ IC-63B	1	5%

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

As análises paleoparasitológicas revelaram a presença de três morfotipos de ovos de nematoide pertencentes à ordem Ascaridida (Nematoda: Rhabditida): o morfotipo I (N=1) possui casca espessa não ornamentada, apresentando escoriações e coloração amarronzada, em estágio inicial de desenvolvimento, com tamanho de 55,27 x 48,28 μm (Fig. 2); o morfotipo II (N=3) possui casca espessa não ornamentada, que está rompida na região apical, coloração transparente e tamanho de 111,90 x 87,14 μm (Fig. 2); o morfotipo III (N=12) apresenta casca espessa com ornamentações e coloração amarelo acinzentado, enquanto a porção interna possui coloração transparente (tamanho de 88,55 x 80,60 μm) (Fig. 2). Também foram encontrados ovos que possuem características de Spirurida (Nematoda: Rhabditida) (N=2). Estes possuem a membrana delgada com coloração amarelo acinzentado e com a presença de um achatamento, sem conteúdo interno (medidas 35,48 x 23,99 μm) (Fig. 2).

Figura 2: Fósseis de helmintos encontrados em coprólitos de aves da Formação Tremembé.



Fotomicrografias obtidas em microscópio óptico. (A) morfotipo I de ovo de Ascaridida (Amostra UERJ IC-69); (B) morfotipo II de ovo de Ascaridida (UERJ IC-77A); (C) morfotipo III de ovo de Ascaridida (UERJ IC-77A); (D) ovo de Trichurida (Amostra UERJ IC-63B); (E) ovo de Spirurida (Amostra UERJ IC-71); (F) ovo de Nematoda (Amostra UERJ IC-69). Aumento de 400x. Fonte: elaborado pelo autor (2022).

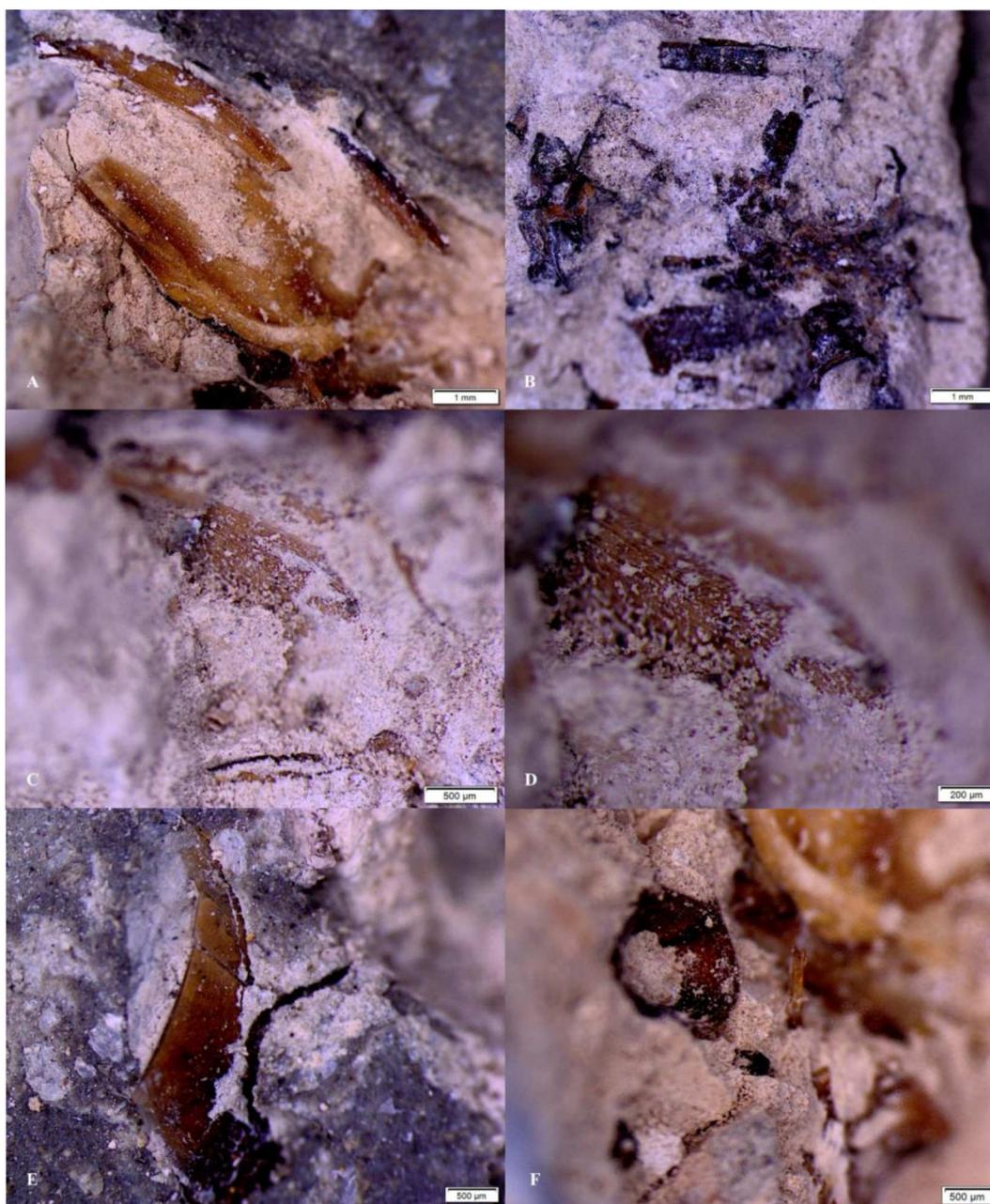
Um outro morfotipo (N=1), também de Nematoda, foi encontrado, com casca delgada, coloração amarronzada e medidas de 61,86 x 38,96 µm (Fig. 2); a identificação deste morfotipo em nível taxonômico mais específico não foi possível devido a uma

ruptura presente na membrana. Um ovo isolado com casca espessa não ornamentada, com coloração amarronzada, sem conteúdo interno e com medidas de 38,20 x 25,38 μm foi identificado como pertencente à ordem Trichurida (Nematoda) (Fig. 2).

4.3 ANÁLISES DE MACRO E MICROESTRUTURAS

As análises de macroestruturas revelaram a presença de fragmentos corporais de peixes ósseos (Figura 3).

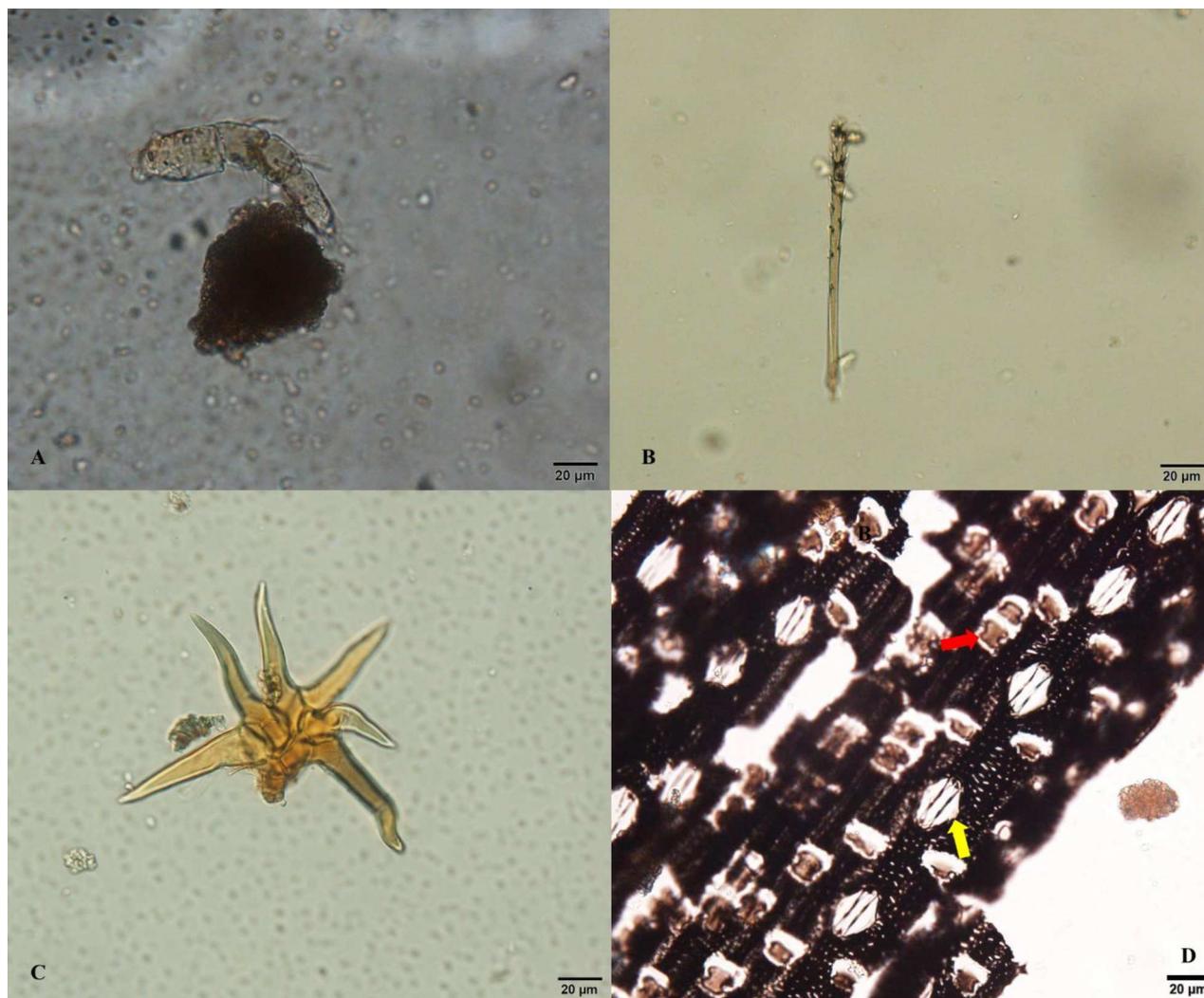
Figura 3. Fragmentos macroscópicos de Osteichthyes.



Fotomicrografias obtidas em microscópio estereoscópico. A imagem D corresponde a uma ampliação da imagem C. A e E: Amostra UERJ IC-77; B: Amostra UERJ IC-73; C e D: Amostra UERJ IC-63. Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O estudo de microestruturas nas lâminas permitiu a identificação de fragmentos vegetais nos coprólitos e apêndices fragmentados de artrópodes (Figura 4).

Figura 4. Fragmentos microscópicos de vegetais e apêndices fragmentados de artrópodes.



Fotomicrografias obtidas em microscópio óptico. A e B: Fragmentos de Arthropoda. (A): Amostra UERJ IC-69; (B): Amostra UERJ IC-74. C e D: Elementos vegetais. (C): Tricoma estrelado de grupo taxonômico vegetal indeterminado presente na amostra UERJ IC-65; (D): Fragmento de epiderme com células de parede sinuosa, possivelmente de Poaceae, presente na amostra UERJ IC-58, onde se vê as células silicosas (seta vermelha) e os complexos estomatais (seta amarela). Aumento de 400x. Fonte: elaborado pelo autor (2022).

4.4 LEVANTAMENTO PALEOAMBIENTAL

A Formação Tremembé conta com um amplo registro fóssil paleobotânico e paleofaunístico. Os últimos levantamentos paleoambientais desta unidade litoestratigráfica foram realizados por Melo (2007) e COUTO-RIBEIRO (2010; 2015). Tendo em vista o intervalo de tempo decorrido desde o último trabalho supracitado, o

surgimento de novas descrições de fósseis e a refutação de determinados taxa durante os últimos sete anos, torna-se fundamental o exercício de análise destes dados sob novas perspectivas.

4.4.1 Paleovegetação

A paleoflora da Formação Tremembé foi descrita ao longo da história por meio de análises palinológicas e do estudo de macrofósseis vegetais, sendo constituída por taxa de pteridófitas, gimnospermas, angiospermas e algas (COUTO-RIBEIRO, 2010). Inventários mais recentes revelam a presença das famílias Nymphaeaceae, Lauraceae, Typhaceae, Phytolaccaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Loganiaceae, Apocynaceae, Nelumbonaceae, Schizaeaceae, Salviniaceae, Poaceae, Celastraceae e Sapindaceae (CARVALHO-VEIGA, 2009; TUFANO *et al.* 2009; COUTO-RIBEIRO, 2010). Nymphaeaceae, Nelumbonaceae e Salviniaceae são grupos que possuem espécies aquáticas, enquanto Typhaceae possui representantes de áreas alagadiças (MELO, 2003a; MELO, 2007; WILLIAMSON; SCHNEIDER, 1993; SCHNELLER, 1990). Todas as famílias supracitadas apresentam afinidade por regiões de clima tropical/subtropical (CARVALHO-VEIGA, 2009; CLARK *et al.* 1995; KRAMER, 1990; MELO, 2003a; MELO, 2007; ACEVEDO-RODRÍGUEZ *et al.* 2011; GRESSLER *et al.* 2006; PELL *et al.* 2011; SCHNEIDER, 1993; SCHNELLER, 1990).

Com base nos grupos taxonômicos registrados, Tufano e colaboradores (2009) propuseram uma reconstituição paisagística ao redor do paleolago com plantas flutuantes sobre as águas lânticas, vegetação de floresta ombrófila densa montana nas encostas e floresta ombrófila mista em áreas de maior altitude. Anteriormente, Melo (2003a; 2003b; 2004) descreveu quatro feições vegetais distintas para a Formação Tremembé, sendo elas a vegetação aquática, característica do paleolago, a vegetação paludal, localizada na margem do paleolago, a vegetação tropical/subtropical que preenchia um vale e a vegetação adaptada a um clima mais frio localizada no alto do vale.

A paleoflora da Formação Tremembé possui grande afinidade com a vegetação presente em ambientes úmidos, e carrega semelhanças com a flora atual (típica da Mata Atlântica) da região na qual se localiza a unidade geológica (MELO, 2003b).

4.4.2 Paleoclima

As inferências paleoclimáticas realizadas para a Formação Tremembé são baseadas na presença de evidências fósseis de sua fauna e flora pretéritas. Lima e colabores (1985) ressaltaram em seus estudos que a vasta ocorrência de pólenes de coníferas indica um clima frio e seco. Diversas espécies vegetais descritas por Duarte e Mandarin-de-Lacerda (1989a; 1989b; 1992) revelam a possibilidade de um clima tropical/suprotropical. Chiappe (1988), por sua vez, descreveu a espécie de crocodilo *Caiman tremembensis*, da família Aligatoridae, ressaltando a possibilidade de que a Formação Tremembé teria temperaturas mais baixas em virtude do pequeno porte do animal. Com base no estudo de palinórfos, Yamamoto (1995) levanta a hipótese de um clima mais frio, de subtropical a temperado quente, variando de úmido a relativamente seco.

Além disso, estudos paleobotânicos de Tufano e colaboradores (2009) e Melo (2004; 2007) revelam que a Formação Tremembé possuía diferentes feições para a vegetação de acordo com a sua estrutura ambiental, o que possivelmente estaria relacionado com variações no paleoclima que seria frio nas áreas montanhosas (locais de origem dos pólenes de coníferas), enquanto o entorno do lago seria caracterizado por uma vegetação mais tropical/subtropical. Melo (2007) ressaltou que o clima do vale teria sido úmido, semelhante a florestas tropicais, subtropicais e equatoriais, com temperatura mínima superior a 14,2 °C, em virtude da diversidade de espécies e suas necessidades vitais.

Uma compreensão paleoclimática ainda mais remota do Grupo Taubaté pode ser obtida com o trabalho de Riccomini e colaboradores (1996) que descrevem a presença de esmectitas na Formação Tremembé como elementos que revelam tendências à aridez durante a época da geração destes argilominerais, possivelmente no Eoceno Inferior a Médio, e, segundo os autores, a identificação de sedimentos caulíníticos na Formação São Paulo revela a possibilidade de uma mudança climática que resultou no aumento da umidade no Oligoceno Superior.

4.4.3 Paleofauna de invertebrados

A Formação Tremembé possui um amplo registro de representantes de invertebrados dos grupos Mollusca, Porífera, Annelida e Arthropoda (Tabela 1). Ferreira (1974) descreveu a presença de conchas decompostas, em “aparência de giz”, encontradas

em argila bentonítica e identificadas como pertencentes aos gêneros *Lymnaea* sp. e *Biomphalaria* sp de gastrópodes pulmonados. Posteriormente Melo e Bergqvist (2007) registraram a presença do molde externo de uma concha de *Biomphalaria* sp. nos folhelhos. Os poríferos são representados por meio de espículas monoaxônicas, identificadas somente até o nível de filo, que foram encontradas nos folhelhos e relatadas por Wickert (1974). Além disso, Fernandes e colaboradores (1987) identificaram escavações cuja gênese está relacionada à atividade biológica de anelídeos aquáticos.

Os artrópodes são representados pelos grupos Crustacea e Insecta. Gallego e Mesquita (2000) descreveram a presença de moldes de valvas encontrados em argila bentonítica e identificados como pertencentes à espécie *Tremembeglypta saadi* (Loxomegaglyptidae), sendo este o primeiro trabalho no mundo que descreve representantes oligocênicos de Conchostraca. Martins-Neto e Mezzalira (1991) descreveram fósseis da ordem Decapoda das espécies *Propalaemon longispinata* (Paleomonidae) e *Bechleja robusta* (Paleomonidae) encontrados em folhelho pirobetuminoso e criou a nova combinação de *Pseudocaridinella tremembeensis* (Paleomonidae), descrita originalmente por Beurlen (1950). A ordem Isopoda possui um representante da espécie *Palaega tremembeensis* (Cirolanidae), encontrada em folhelho pirobetuminoso e descrita por Martins-Neto (2001).

Além disso, Bergue e colaboradores (2015a) registraram 16 taxa de ostracodes nos gêneros *Cypretta*, *Strandesia*, *Potamocypris*, *Heterocypris*, *Eucypris*, *Herpetocypris*, *Cytheridella* e *Limnocythere*, dentre os quais destacam-se duas novas espécies descritas para o último gênero supracitado. Também foram descritas as espécies *Eucypris lobatoi*, que ocorreu em uma fase mais antiga, estável, permanente e profunda do paleolago da Formação Tremembé, e a espécie *Potamocypris taubatensis*, presente em uma fase mais recente, instável e rasa do paleolago ou em corpos d'água temporários localizados em sua margem (BERGUE *et al.* 2018). O grupo Branchiopoda é representado por icnofósseis (Ehippia), descritos por Bergue e colaboradores (2015b) como possíveis membros de duas espécies do subgênero *Daphnia* (*Ctenodaphnia*).

A classe Insecta se caracteriza como o grupo de invertebrados de maior diversidade taxonômica descrito para a Formação Tremembé, tendo representantes nas ordens Coleoptera, Trichoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera e Homoptera. Os taxa paleoentomológicos estão listados na Tabela 1 e foram inventariados com base nos trabalhos de Martins-Neto (1989; 1997a; 1997b; 1998a;

1998b; 1998c; 1999; 2001), Martins-Neto e colaboradores (1992a; 1992b; 1993) e Martins-Neto e Mezzalira (1991).

Tabela 3. Invertebrados fósseis da Formação Tremembé

Filo	Identificação taxonômica mais específica
PORIFERA	Espículas monoaxônicas identificadas somente em nível de filo
MOLLUSCA	<i>Biomphalaria</i> sp. (Planorbidae)
	<i>Lymnaea</i> sp. (Lymnaeidae)
ANNELIDA	Rastros alimentares de anelídeos aquáticos identificadas somente em nível de filo
ARTHROPODA	<i>Tremembeglypta saadi</i> (Loxomegaglyptidae)
	<i>Propalaemon longispinata</i> (Paleomonidae)
	<i>Bechleja robusta</i> (Paleomonidae)
	<i>Pseudocaridinella tremembeensis</i> (Paleomonidae)
	<i>Palaega tremembeensis</i> (Cirolanidae)
	<i>Cypretta</i> sp. (Cyprididae)
	<i>Strandesia</i> sp. (Cyprididae)
	<i>Potamocypris</i> sp. (Cyprididae)
	Três espécies distintas identificadas apenas como pertencentes ao gênero <i>Heterocypris</i> (Cyprididae)
	Dois espécies distintas identificadas apenas como pertencentes ao gênero <i>Eucypris</i> (Cyprididae)
	Dois espécies distintas identificadas apenas como pertencentes ao gênero <i>Herpetocypris</i> (Cyprididae)
	<i>Eucypris lobatoi</i> (Cyprididae)
	<i>Potamocypris taubatensis</i> (Cyprididae)
	Dois espécies distintas identificadas apenas como pertencentes ao gênero <i>Cytheridella</i> (Limnocytheridae)
	<i>Limnocythere mandubi</i> (Limnocytheridae)
	<i>Limnocythere katu</i> (Limnocytheridae)
	<i>Limnocythere</i> sp. (Limnocytheridae)
	<i>Limnocythere?</i> sp. (Limnocytheridae)
	Dois espécies distintas identificadas apenas como pertencentes ao gênero <i>Daphnia</i> (<i>Ctenodaphnia</i>) (Daphniidae)
	Espécime não identificado pertencente à família <i>Blattidae</i>
	<i>Kleopatra nemogypsa</i> (Cossidae)

Kleopathra noctodiva (Cossidae)

Petisca dryellina (Pyralidae)

Nepticula? almeidae (Nepticulidae)

Phyllonoryctes? oliveirae (Gracillariidae)

Archaeolycorea ferreirai (Nymphalidae)

Neorinella garciae (Nymphalidae)

Archaeolycorea sp. (Nymphalidae)

Philodarchia cigana (Noctuidae)

Tremembecarabus rotundus (Carabidae)

Microbasis longinota (Meloidae)

Espécime identificado como pertencente à família *Curculionidae*

Espécime identificado como pertencente à família *Hydrophilidae*

Psephenella ferreirai (Psephenidae)

Tremembaetalion minutum (Aetalionidae)

Trulaxia primula (Cicadellidae)

Indusia suguioi (Limnephilidae)

Taubatehymen minuta (Ichneumonidae)

Paratilgidops praecursora (Ichneumonidae)

Espécime identificado como pertencente à família *Tenthredinidae*

Palaeohebrus tremembeensis (Veliidae)

Taubatecoris quadratiformis (Pentatomidae)

Tremembellina microcelata (Cicadelidae)

Taubocicadellina breviptera (Cicadelidae)

Tauborixiellopsis breviclavata (Corixidae)

Taubarixa macrocelata (Corixidae)

Tauborixella santosae (Corixidae)

Archaeodrapetiops transversa (Hybotidae)

Archaeodrapetiops mezzalirai (Hybotidae)

Archaeodrapetiops nefera (Hybotidae)

Archaeodrapetiops elongata (Hybotidae)

Tremembella gracilis (Hybotidae)

Eternia papaveroi (Hybotidae)

Taubatempis gracilis (Empididae)

<i>Taubatempis trompetilia</i> (Empididae)
<i>Taubatempis elongata</i> (Empididae)
<i>Tabanus tremembeensis</i> (Tabanidae)
<i>Prodiastatinops pulchra</i> (Diastatidae)
<i>Sackenia? elongata</i> (Mycetophilidae)
<i>Taubatemya oligocaenica</i> (Mycetophilidae)
Espécime identificado como pertencente à família <i>Chironomidae</i>
<i>Helius? oligocenicus</i> (Tipulidae)
<i>Tipula? tremembeensis</i> (Tipulidae)

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

4.4.4 Paleovertebrados da Formação Tremembé

A Formação Tremembé possui fósseis de peixes, anfíbios, répteis avianos e não avianos e mamíferos (Tabela 3). A paleoictiofauna é constituída por espécies da ordem Siluriformes, encontradas em argila bentonítica e/ou folhelhos pirobetuminosos e das ordens Characiformes e Perciformes, encontradas em folhelhos pirobetuminosos (WOODWARD, 1898; SCHAEFFER, 1947; TRAVASSOS; SANTOS, 1955; FIGUEIREDO; COSTA-CARVALHO, 1999a; FIGUEIREDO; COSTA-CARVALHO, 1999b; MALABARBA; LUNDBERG, 2007). Woodward (1898) foi pioneiro na descrição de fósseis de peixes para a Formação Tremembé e o material paleontológico destes animais, além de ser abundante e preservado quase que em sua totalidade, revela as similares destes animais em relação à alguns taxa de peixes neotropicais viventes (MALABARBA, 1998; FIGUEIREDO; COSTA-CARVALHO, 1999b).

A herpetofauna da Formação Tremembé possui uma abundância reduzida se comparada à ictiofauna. O grupo dos anfíbios é representado por um espécime de cecília da família Typhlonectidae, um espécime de anuro da família Pipidae e outro atribuído à superfamília Hyloidea (= Bufonoidea), possuindo características osteológicas comuns às famílias Leptodactylidae e Hylidae (RIFF; BERGQVIST, 1999; CAMPO *et al.* 2016; SANTOS, 2020). Os répteis não avianos, por sua vez, são representados por espécies das ordens Crocodylia, Squamata e Testudines, encontradas em argila bentonítica e/ou folhelho pirobetuminoso (CHIAPPE, 1988; KISCHLAT, 1993; CAPILLA, 1994).

A mastofauna, por sua vez, apresenta grande diversidade de espécies, estando representada pelas ordens Rodentia, Notoungulata, Cingulata, Liptoterna, Pyrotheria,

Astrapotheria e Metatheria, cujos fósseis foram encontrados em argilas bentoníticas, além da ordem Chiroptera que possui um espécime encontrado nos folhelhos pirobetuminosos da Formação Tremembé (COUTO, 1956; COUTO; MEZZALIRA, 1971; SORIA; ALVARENGA, 1989; VUCETICH *et al.* 1993; OLIVEIRA *et al.* 1997; VUCETICH; RIBEIRO, 2003; ALVARENGA *et al.* 2005; COUTO-RIBEIRO, 2005).

4.4.5 As aves da Formação Tremembé

Atualmente, o estado de São Paulo conta com cerca de 91 famílias de aves viventes, distribuídas em 25 ordens (Tabela 4) (SILVEIRA; UEZU, 2011; CASTRO *et al.* 2012; BUAINAIN *et al.* 2016; FAVRETTO, 2016; AVILLA *et al.* 2017; AZEVEDO, 2017; KOHLER, 2017; CHUPIL; MONTEIRO-FILHO 2022). Apesar do registro fóssil não refletir um número tão expressivo de famílias quanto este, a paleoavifauna da Formação Tremembé se apresenta bastante diversa no que diz respeito ao número de espécies até então descritas em famílias viventes (Anhimidae, Phoenicopteridae, Opisthocomidae e Cathartidae) e extintas (Palaelodidae, Quercymegapodiidae, Phorurshacidae e Teratornithidae). Alvarenga (1982; 1993) descreveu ossos fragmentados encontrados em argila bentonítica que pertenceram a uma ave identificada como *Paraphysornis brasiliensis* com cerca de dois metros de altura (em extensão forçada alcançava três metros), cujas asas eram diminutas, impedindo o voo, enquanto os membros posteriores eram robustos e a cabeça e mandíbula bastante desenvolvidas. As características osteológicas revelam um animal carnívoro, lento e inapto a corridas, sendo possivelmente necrófago (ALVARENGA, 1982).

A Formação Tremembé também possuía em sua fauna a espécie de urubu de porte mediano denominada *Brasilogyps faustoi*, cujos fragmentos ósseos foram encontrados em argila bentonítica (ALVARENGA, 1985) e *Taubacrex granívora*, uma ave pernalta, voadora, terrícola que se alimentava de grãos e foi descrita por meio de fragmentos ósseos e impressões encontrados nos folhelhos pirobetuminosos (ALVARENGA, 1988). As espécies de flamingos *Agnopterus sicki* e *Palaelodus aff. Ambiguus* foram descritas por meio de fragmentos ósseos encontrados em argilas bentoníticas, sendo a alimentação destes animais possivelmente constituída por ostracodes e decápodes que eram abundantes no paleolago da Formação Tremembé, que poderia atingir concentrações salinas expressivas pois recebia águas de rios tributários mas não se comunicava com o oceano (ALVARENGA, 1990). Um galináceo de pequeno porte com asas relativamente curtas e fortes também foi descrito nos folhelhos pirobetuminosos de Tremembé, sendo

nomeado como *Ameripodius silvasantosi* (ALVARENGA, 1995), assim como o anseriforme *Chaunoides antiquus*, encontrado em argila bentonítica.

A paleoavifauna da Formação Tremembé também conta com a espécie *Taubatornis campbelli*, encontrada em argila bentonítica e descrita por Olson e Alvarenga (2002) na família Teratornithidae, sendo bastante singular por ter um tamanho reduzido em relação aos demais membros da família, caracterizada por aves de grande porte, supostamente predadoras ou necrófagas. A espécie supracitada, juntamente com *B. faustoi*, pode ter se beneficiado de mortalidades periódicas de grandes montantes de peixes de pequeno porte, eventos fúnebres resultantes da alternância entre estações secas e úmidas na Formação Tremembé (OLSON; ALVARENGA, 2002). Mayr e colaboradores (2011) descreveram ainda a espécie *Hoazinavis lacustris* de aves que possuíam algum grau de folivoria e capacidade limitada de voo, cuja linhagem ancestral pode ter surgido na África e chegado à América sendo transportada por ilhas flutuantes de vegetação.

Tabela 4. Vertebrados fósseis da Formação Tremembé

Grupo	Ordem	Identificação taxonômica mais específica
PEIXES	Characiformes	<i>Brycon avus</i> (Characidae)
		<i>Lignobrycon ligniticus</i> (Characidae)
		<i>Megacheiroduon unicus</i> (Characidae)
		<i>Plesiocurimata alvarengai</i> (Curimatidae)
		<i>Cyphocharax mosesi</i> (Curimatidae)
	Perciformes	<i>Tremembichthys pauloensis</i> (Cichlidae)
		<i>Santosius antiquus</i> (Percichthyidae)
	Siluriformes	<i>Taubateia paraiba</i> (Loricariidae)
		<i>Steindachneridion iheringi</i> (Pimelodidae)
		<i>Steindachneridion silvasantosi</i> (Pimelodidae)
ANFÍBIOS	Anura	Espécime identificado como pertencente à superfamília Hyloidea, com características comuns à Leptodactylidae e Hylidae
		Espécime identificado como pertencente à família Pipidae
	Gymnophiona	Espécime identificado como pertencente à família Typhlonectidae

RÉPTEIS NÃO AVIANOS	Crocodylia	<i>Caiman tremembeensis</i> (Alligatoridae) ⁶
	Testudines	<i>Phrynops (Phrynops) geoffroanus</i> (Chelidae)
	Squamata	Espécime identificado como pertencente ao grupo Ophidia
RÉPTEIS AVIANOS (AVES)	Phoenicopteriformes	<i>Agnopterus sicki</i> (Phoenicopteridae)
		<i>Palaelodus aff. ambiguus</i> (Palaelodidae)
	Galliformes	<i>Taubacrex granívora</i> (Quercymegapodiidae)
		<i>Ameripodius silvasantosi</i> (Quercymegapodiidae)
	Cariamiformes	<i>Paraphysornis brasiliensis</i> (Phorurshacidae)
	Cathartiformes	<i>Brasilogyps faustoi</i> (Cathartidae)
	Anseriformes	<i>Chaunoides antiquus</i> (Anhimidae)
	Opisthocomiformes	<i>Hoazinavis lacustris</i> (Opisthocomidae)
	Ordem <i>Incertae sedis</i>	<i>Taubatornis, campbelli</i> (Teratornithidae)
	MAMÍFEROS	Chiroptera
Rodentia		<i>Sallamys? minutus</i> (Família <i>incertae sedis</i>)
		<i>Paulacoutomys paulista</i> (Echmyidae?)
Notoungulata		<i>Rhynchippus brasiliensis</i> (Notohippidae)
		<i>Taubatherium paulacoutoi</i> (Leontiniidae)
		Espécime identificado como pertencente à família Leontiniidae
Cingulata		<i>Eocoleophorus glyptodontoides</i> (Dasypodidae)
Liptoterna		Espécime identificado como pertencente à família Protheriidae
Pyrotheria		Espécime identificado como pertencente à família Pyrotheriidae
Astrapotheria		Espécime identificado como pertencente à ordem Astrapotheria, subfamília Astrapotheriinae
Metatheria		Espécime identificado como pertencente à família Hathliacynidae
		Espécime identificado como pertencente à família Proborhyaenidae
		Espécime identificado como pertencente à ordem Metatheria

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

⁶ Frontier e colaboradores (2014) ressaltam que o material utilizado na descrição da espécie (um dentário esquerdo fragmentado, vértebras isoladas, osteodermas e um fragmento de úmero) de fato possui características de um caimanine, porém, levantam fragilidades quanto à diagnose de *Caiman tremembensis*, propondo que a espécie seja tratada enquanto *nomen dubium*.

Tabela 5. Relação de ordens e famílias de aves viventes no Estado de São Paulo.

Ordem	Família
Struthioniformes	Rheidae
Tinamiformes	Tinamidae
Anseriformes	Anhimidae
	Anatidae
Galliformes	Cracidae
	Odontophoridae
Podicipediformes	Podicipedidae
Sphenisciformes	Spheniscidae
Procellariiformes	Diomedidae
	Procellariidae
	Hydrobatidae
Pelecaniformes	Sulidae
	Anhingidae
	Phalacrocoracidae
	Fregatidae
Ciconiiformes	Ardeidae
	Threskiornithidae
	Ciconiidae
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae
Cathartiformes	Cathartidae
Falconiformes	Pandionidae
	Accipitridae
	Falconidae
Gruiformes	Aramidae
	Rallidae
	Heliornithidae
Cariamiformes	Cariamidae
Charadriiformes	Charadriidae

	Haematopodidae
	Recurvirostridae
	Scolopacidae
	Thinocoridae
	Jacanidae
	Rostratulidae
	Stercorariidae
	Laridae
	Sternidae
	Rhyncopidae
Columbiformes	Columbidae
Psittaciformes	Psittacidae
Cuculiformes	Cuculidae
Strigiformes	Tytonidae
	Strigidae
Caprimulgiformes	Nyctibiidae
	Caprimulgidae
Apodiformes	Apodidae
	Trochilidae
Trogoniformes	Trogonidae
Coraciiformes	Alcedinidae
	Momotidae
Galbuliformes	Galbulidae
	Bucconidae
Piciformes	Ramphastidae
	Picidae
Passeriformes	Melanopareiidae
	Thamnophilidae
	Conopophagidae
	Grallariidae

	Rhinocryptidae
	Formicariidae
	Scleruridae
	Dendrocolaptidae
	Furnariidae
	Tyrannidae
	Cotingidae
	Pipridae
	Tityridae
	Vireonidae
	Corvidae
	Hirundinidae
	Troglodytidae
	Donacobiidae
	Poliophtilidae
	Turdidae
	Mimidae
	Motacillidae
	Coerebidae
	Thraupidae
	Emberizidae
	Parulidae
	Cardinalidae
	Icteridae
	Fringillidae
	Estrildidae
	Passeridae
	Xenopidae
	Onychorhynchidae

	Rhynchocyclidae
	Passerellidae
	Mitrospingidae
	Platyrinchidae

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

5 DISCUSSÃO

5.1 DIETA E ORIGEM ZOOLOGICA DOS COPRÓLITOS

A presença abundante de elementos macroscópicos de peixes e microestruturas de plantas em estado fragmentado ou isolados de sua origem zoológica/vegetal revelam que estes passaram pelo trato gastrointestinal dos animais que produziram os coprólitos, sendo parcialmente digeridos, e ressaltam a possibilidade de um hábito alimentar onívoro. Os apêndices fragmentados de artrópodes foram identificados em um número reduzido de amostras, sendo possivelmente resultado de ingestão acidental. As informações de dieta, bem como os aspectos morfológicos e morfométricos das amostras analisadas neste trabalho se assemelham aos dados de icnofósseis estudados por Fernandes e colaboradores (1988), cuja origem zoológica foi atribuída às aves que habitavam o paleolago da Formação Tremembé.

5.2 HELMINTOS ENCONTRADOS

Diversos taxa de nematoides possuem ciclos heteroxenos, nos quais aves piscívoras assumem o papel de hospedeiros definitivos ou paratênicos, enquanto peixes e artrópodes podem atuar como hospedeiros intermediários ou paratênicos (KOIE; FAGERHOLM, 1995; LOPES, 2018; CARVALHO *et al.* 2020). Somado a isso, aves cuja dieta é dominada por plantas herbáceas, mas possuem hábito alimentar piscívoro ocasional, também podem se infectar com nematoides (KAVETSKA *et al.* 2012).

Nessa perspectiva, a heteroxenia complexa daqueles parasitos que infectam peixes, artrópodes e aves piscívoras/herbívoras, seria viabilizada pela ampla diversidade faunística que habitou o Paleolago Tremembé, mencionada anteriormente nesta síntese. A paleoictiofauna da unidade litoestratigráfica em questão era constituída por espécies das ordens Siluriformes, Characiformes e Perciformes (WOODWARD, 1898; SCHAEFFER, 1947; TRAVASSOS; SANTOS, 1955; FIGUEIREDO; COSTA-CARVALHO, 1999a; FIGUEIREDO; COSTA-CARVALHO, 1999b; MALABARBA;

LUNDBERG, 2007). Não obstante, o grupo de artrópodes é caracterizado por uma ampla diversidade de crustáceos e insetos (BEURLIN, 1950; MARTINS-NETO, 1989; 1997a; 1997b; 1998a; 1998b; 1998c; 1999; 2001; MARTINS-NETO; MEZZALIRA, 1991; MARTINS-NETO *et al.* 1992a; 1992b; 1993; GALLEGO e MESQUITA, 2000; BERGUE *et al.* 2015a; 2015b; 2018). A paleoavifauna, por sua vez, também se apresenta bastante diversa no que diz respeito ao número de espécies até então descritas em famílias viventes (Anhimidae, Phoenicopteridae, Opisthocomidae e Cathartidae) e extintas (Palaelodidae, Quercymegapodiidae, Phorurshacidae e Teratornithidae) (ALVARENGA, 1982; 1985; 1988; 1990; 1993; 1995; OLSON; ALVARENGA, 2002; MAYR *et al.* 2011). A presença de fragmentos ósseos e escamas de peixes nas amostras infectadas UERJ IC-69, UERJ IC-71A e UERJ IC-63B revela que esses animais não só faziam parte da dieta das aves como, possivelmente, atuavam como hospedeiros intermediários ou paratênicos nos ciclos de vida de spirurídeos e de alguns ascaridídeos, assim como observado em espécies viventes destes grupos de parasitos (ANDERSON, 2000). A amostra UERJ IC-69, em particular, também apresentou fragmentos de artrópodes, o que reforça a hipótese de que estes invertebrados atuassem como hospedeiros paratênicos ou intermediários no paleoambiente da Formação Tremembé.

Entretanto, a prevalência de helmintos e o número de ovos nas amostras analisadas neste estudo foram baixos, o que não necessariamente reflete o que não necessariamente reflete um número reduzido de aves infectadas no paleoambiente da Formação Tremembé. Tal aspecto pode estar relacionado aos processos tafonômicos geológicos e biológicos sofridos desde a deposição do material fecal no solo até a fossilização propriamente dita, o que também pode explicar a presença de alterações nas membranas das formas evolutivas encontradas. Quanto mais antigo for o fóssil, maior será a chance de perda do registro da diversidade parasitária, o que, de modo geral, torna rara a preservação de formas evolutivas de helmintos em material paleontológico (BOUCHET *et al.* 2003; DENTZIEN-DIAS *et al.* 2013). Ainda assim, os ovos encontrados revelam como estas formas evolutivas são resilientes e, sua produção em grandes quantidades favorecem as probabilidades de fossilização (FLAMMER; SMITH, 2020). Além disso, as amostras UERJ IC-69 e UERJ IC-77A estavam positivas para a presença de mais de um morfotipo de ovo de nematoide, o que revela a ocorrência de infecções helmínticas mistas nas aves da unidade litoestratigráfica em questão durante o Oligoceno.

Estudos paleoparasitológicos descreveram grupos taxonômicos pertencentes a Ascaridida infectando peixes, répteis, cinodontes e mamíferos, nas eras Mesozoica (POINAR e BOUCOT, 2006; SILVA *et al.*, 2014; BRACHANIEC *et al.*, 2015; CARDIA *et al.*, 2019a; PEDRO *et al.*, 2020) e Cenozoica (SZIDAT, 1944; PATRUCCO *et al.*, 1983; REINHARD *et al.*, 1987; FAULKNER *et al.*, 1989; FAULKNER, 1991; BOUCHET *et al.*, 2001; LOREILLE *et al.*, 2001; LELES *et al.*, 2008; FUGASSA *et al.*, 2008; SARDELLA e FUGASSA, 2009; BELTRAME *et al.*, 2015a; PERRI *et al.*, 2017; TIETZE *et al.*, 2019; WOOD *et al.*, 2019; BELTRAME *et al.*, 2020; OYARZÚN-RUIZ *et al.*, 2021; PETRIGH *et al.*, 2021). Nesta perspectiva, a presença de ovos com características de Ascaridida coprólitos datados do Oligoceno corrobora a amplitude da história evolutiva desta ordem.

O grupo Spirurida foi descrito em icnofósseis datados do Pleistoceno ao Holoceno, acometendo felinos, caprinos e roedores (TIETZE *et al.* 2019; 2020; WOOD *et al.* 2019; PETRIGH *et al.* 2021). Do mesmo modo, a ordem Trichurida foi registrada em icnofósseis datados do Pleistoceno ao Holoceno, de mamíferos, incluindo humanos, e de répteis avianos, incluindo conteúdo regurgitado de aves de rapina com formas evolutivas de parasitos que infectam répteis e roedores (SZIDAT 1944; FERREIRA *et al.* 1980; 1983; 1989; PATRUCCO *et al.* 1983; REINHARD *et al.* 1987; SANTORO *et al.* 2003; FUGASSA; BARBERENA, 2006; FUGASSA *et al.* 2006; LELES *et al.* 2008; SARDELLA; FUGASSA, 2009; BELTRAME *et al.* 2011; 2015a; 2017; 2018; 2020; MARTÍN, 2014; TAGLIORETTI *et al.* 2015; SOUZA *et al.* 2018; TIETZE *et al.* 2020; PETRIGH *et al.* 2021). Com base nas informações supracitadas, constata-se que os registros oligocênicos de Spirurida e Trichurida presentes neste estudo resultam em uma ampliação temporal da história evolutiva dos grupos.

Ovos de Nematoda, assim como indivíduos adultos e juvenis foram identificados em amostras de âmbar datadas do Oligoceno do México e da República Dominicana (POINAR, 1977; JANSSON; POINAR, 1986; POINAR *et al.* 2006). Entretanto, com base nos primeiros esforços de levantamento bibliográfico, até a presente data, não foram encontrados estudos que registram a presença de formas evolutivas parasitárias em coprólitos oligocênicos de aves da Formação Tremembé. Tal cenário ressalta a importância deste estudo e revela a necessidade de que novos esforços sejam realizados, por parte de paleoparasitologistas, de modo a ampliar o aporte de informações acerca da

fauna parasitária pretérita à medida que forem encontrados novos icnofósseis na unidade litoestratigráfica em questão.

Ao longo de sua história, a Paleoparasitologia se manteve dinâmica, sendo aprimorada com o uso de modelagem de rede e modelos paleoclimáticos que podem ser utilizados como ferramentas em potencial para o desenvolvimento de novos trabalhos na Formação Tremembé (MONTENEGRO *et al.*, 2006; WISCOVITCH-RUSSO *et al.*, 2020). Estudos genéticos tem permitido a identificação de helmintos por meio do DNA antigo, desafiando as limitações tafonômicas e a perda de informação biológica decorrente do processo singular de fossilização (LELES *et al.*, 2008). Entretanto, estes não parecem viáveis para o desenvolvimento de trabalhos em formações oligocênicas, uma vez que a preservação do DNA em sítios paleontológicos possui limitações, e os fragmentos mais antigos dos quais se tem registro são datados de cerca de 2 milhões de anos atrás (VALK *et al.*, 2021; KJÆR *et al.*, 2022).

6 CONCLUSÕES

As formas infectantes de helmintos da Formação Tremembé permaneceram resilientes ao longo do tempo geológico e venceram os entraves tafonômicos decorrentes do processo singular de fossilização, fornecendo hoje informações importantes acerca da dinâmica parasitária desta unidade litoestratigráfica.

Nesta perspectiva, o presente trabalho se caracteriza como uma contribuição à Paleontologia brasileira através do estudo de icnofósseis nacionais e, as análises paleoparasitológicas criam novas perspectivas para os estudos da Formação Tremembé. Através do entendimento epidemiológico associado à paleofauna local, os registros aqui descritos fornecem subsídios para a realização posterior de estudos evolutivos e biogeográficos de helmintos. Além disso, o levantamento de dados teóricos, associados ao amplo registro fóssil da paleobiota da Formação Tremembé, realizado neste estudo, potencializará análises futuras relacionadas à unidade geológica em questão.

7 REFERÊNCIAS

Ab'sáber, Aziz Nacib. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. 1957. 343 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; WELZEN, P. C. V.; ADEMA, F.; HAM, R. W. J. M. V. D. Sapindaceae. In: KUBITZKI, K. (ed.) **The families and genera of vascular plants. X. Flowering Plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae.** Berlin: Springer, 2011. p. 357-407.

ALVARENGA, H.; MENDONÇA, R.; AVILLA, L. S.; BERGQVIST, L.P. A Pyrotheria (Mammalia) from the Taubaté Basil, São Paulo State, Brazil. In: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos** [...] Rio de Janeiro: Museu Nacional/ UFRJ, 2005.

ALVARENGA, H. M. F. A Fossil Screamer (Anseriformes: Anhimidae) from the Middle Tertiary of Southeastern Brazil. In: Olson, S. L. (ed.). **Avian Paleontology at the Close of the 20th Century: Proceedings of the 4th International Meeting of the Society of Avian Paleontology and Evolution.** Washington: Smithsonian Institution Press. 1999. p. 223-230.

ALVARENGA, H. M. F. Ave fóssil (Gruiformes: Rallidae) dos folhelhos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 60, n. 3, p. 321-328, 1988.

ALVARENGA, H. M. F. Flamingos fósseis da Bacia de Taubaté, estado de São Paulo, Brasil: descrição de nova espécie. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 62, n. 4, p. 335-345, 1990.

ALVARENGA, H. M. F. Notas sobre os Cathartidae (Aves) e descrição de um novo gênero do Cenozóico Brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 57, n. 3, p. 349-357, 1985.

ALVARENGA, H. M. F. *Paraphysornis* novo gênero para *Physornis brasiliensis* Alvarenga, 1982 (Aves: Phorusrhacidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 65, n. 4, p. 403-406, 1993.

- ALVARENGA, H. M. F. Uma gigantesca ave fóssil do Cenozóico Brasileiro: *Physornis brasiliensis* sp. n. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 54, n. 4, p. 697-712, 1982.
- ALVARENGA, H. M. F. Um primitivo membro da ordem Galliformes (Aves) do Terciário Médio da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 67, n. 1, p. 33-44, 1995.
- AMADOR, E. S. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Resende - RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47 (suplemento), p.181-225, 1975.
- ANDERSON, R. C. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission. 2ª Edição. Nova York: CABI Publishing, 2000. 672 p.
- ARAÚJO, A.; REINHARD, K.; FERREIRA, L. F. Parasite findings in archeological remains: Diagnosis and interpretation. **Quaternary International**, v. 180, p. 17-21, 2008.
- ARDELEAN, C. F. et al. Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. **Nature**, v. 584, p. 87-92, 2020.
- ARNAL, M.; PÉREZ, M. E.; MEDINA, L. M. T.; JUNIOR, K. E. C. The high taxonomic diversity of the Palaeogene hystricognath rodents (Caviomorpha) from Santa Rosa (Peru, South America) framed within a new geochronological context. **Historical Biology**, p. 1-24, 2022.
- AURELIANO, T.; NASCIMENTO, C. S. I.; FERNANDES, M. A.; RICARDI-BRANCO, F.; GHILARDI, A. M. Blood parasites and acute osteomyelitis in a non-avian dinosaur (Sauropoda, Titanosauria) from the Upper Cretaceous Adamantina Formation, Bauru Basin, Southeast Brazil. **Cretaceous Research**, v. 118, 2020.
- AVILLA, S. S.; GUSSONI, C. O. A.; SANSOLO, D. G. Inventário qualitativo da avifauna nas áreas de visitação pública do núcleo Itutinga-Pilões do Parque Estadual Serra do Mar, Cubatão-SP. **Atualidades Ornitológicas**, v. 200, p. 64-70, 2017.
- Azevedo, Saulo Borges. Revisão Sistemática do gênero *Myiobius* Gray, 1839 (Aves: Onychorhynchidae). 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Museu Paraense Emílio Goeldi. Universidade Federal do Pará, Belém.

BARROS, O. A.; VIANA, M. S. S.; VIANA, B. C.; SILVA, J. H.; PASCHOAL, A. R.; OLIVEIRA, P. V. New data on *Beurlenia araripensis* Martins-Neto & Mezzalira, 1991, a lacustrine shrimp from Crato Formation, and its morphological variations based on the shape and the number of rostral spines. **PLoS ONE**, v. 16, n. 3, p. 1-24, 2021.

BELTRAME, M. O.; BELLUSCI, A.; ANDRADE, A. First paleoparasitological study of micromammal coprolites from the holocene of the Somuncurá Plateau Protected Natural Area (Patagonia Argentina). **Parasitology International**, v. 67, p. 362-365, 2018.

BELTRAME, M. O.; CAÑAL, V.; LLANO, C.; BARBERENA, R. Macroparasites of megamammals: The case of a Pleistocene-Holocene extinct ground sloth from northwestern Patagonia, Argentina. **Quaternary International**, v. 568, p. 36-42, 2020.

BELTRAME, M. O.; FERNÁNDEZ, F. J.; SARDELLA, N. H. Reptile and rodent parasites in raptor pellets in an archaeological context: the case of Epullan Chica (northwestern Patagonia, Argentina). **Quaternary Science Reviews**, v. 119, p. 1-10, 2015a.

BELTRAME, M. O.; FERNÁNDEZ, F. J.; SARDELLA, N. H. First paleoparasitological record of acanthocephalan eggs from Northwestern Patagonia (Late Holocene, Argentina). **Acta Tropica**, v. 146, p. 33-35, 2015b.

BELTRAME, M. O.; FUGASSA, M. H.; BARBERENA, R.; SAUTHIER, D. E. U.; SARDELLA, N. H. New record of anoplocephalid eggs (Cestoda: Anoplocephalidae) collected from rodent coprolites from archaeological and paleontological sites of Patagonia, Argentina. **Parasitology International**, v. 62, p. 431-434, 2013.

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.

BELTRAME, M. O.; FUGASSA, M. H.; SARDELLA, N. H.; CIVALERO, M. T.; ASCHERO, C. Raptor pellets as zooarchaeological material for paleoparasitological studies in Patagonia. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, p. 1511-1515, 2011.

BELTRAME, M. O.; SARDELLA, N. H.; FUGASSA, M. H.; BARBERENA, R. A palaeoparasitological analysis of rodent coprolites from the Cueva Huenul 1 archaeological site in Patagonia (Argentina). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, n. 5, p. 604-608, 2012.

BELTRAME, M. O.; TIETZE, E.; CAÑAL, V.; BARBERENA, R.; QUINTANA, S. Paleogenetic and microscopic studies of Eimeria spp. (Apicomplexa: Eimeriidae) as a tool to reveal the zoological origin of coprolites: The case of study of artiodactyl coprolites from an archeological site from Patagonia, Argentina. **The Holocene**, p. 1-7, 2022.

BELTRAME, M. O.; TIETZE, E.; PÉREZ, A. E.; BELLUSCI, A.; SARDELLA, N. H. Ancient parasites from endemic deer from "CUEVA PARQUE DIANA" archeological site, Patagonia, Argentina. **Parasitology Research**, v. 116, p. 1523-1531, 2017.

BERGQVIST, L. P.; RIBEIRO, A. M. A paleomastofauna das bacias eoterciárias brasileiras e sua importância na datação das Bacias de Itaboraí e Taubaté. **Asociación Paleontológica Argentina**, v. 5, p. 19-34, 1998.

BERGUE, C. T.; KOTOV, A. A.; MARANHÃO, M. S. A. S. Ehippia of Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from the Oligocene Tremembé palaeolake, Brazil. **Journal of Natural History**, p. 2265-2273, 2015b.

BERGUE, C. T.; MARANHÃO, M. S. A. S.; FAUTH, G. Paleolimnological inferences based on Oligocene ostracods (Crustacea: Ostracoda) from Tremembé Formation, Southeast Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1531-1544, 2015a.

BERGUE, C. T.; RAMOS, M. I. F.; MARANHÃO, M. S. A. S. New Oligocene Cyprididae species (Crustacea, Ostracoda) from the Tremembé Formation, Taubaté Basin, Brazil, and their paleolimnological significance. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 21, n. 2, p. 105–111, 2018.

BEURLIN, K. Alguns restos de crustáceos decapoda d'água doce fósseis no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 22, n. 4, p. 453-461, 1950.

BOAST, A. P.; WEYRICH, L. S.; WOOD, J. R.; METCALF, J. L.; KNIGHT R.; COOPER, A. Coprolites reveal ecological interactions lost with the extinction of New Zealand birds. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**, v. 115, n. 7, p. 1546-1551, 2018.

BOGAN, S.; AGNOLIN, F.; MIRANDE, J. M. Fossil record of a Characiform in the Monte Hermoso Formation (lower Pliocene), Buenos Aires, Argentina.

Palaeobiogeographical implications. **Comptes Rendus Palevol**, v. 20, n. 4, p. 49-55, 2021.

BOUCHET, F.; HARTER, 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.

BRACHANIEC, T.; NIEDZWIEDZKI, R.; SURMIK, D.; KRZYKAWSKI, T.; SZOPA, K.; GORZELAK, P.; SALAMON, M. A. Coprolites of marine vertebrate predators from the Lower Triassic of southern Poland. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 435, p. 118-126, 2015.

BRITO, I. M. Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 1979.

BUCKLAND, W. On the discovery of coprolites or fóssil faeces, in the Lias at Lyme Regis, and in Other formations. **Transactions of Geological Society**, v. 2, n. 3, p. 223-236, 1829.

BUAINAIN, N.; BRITO, G. R. R.; FIRME, D. H.; FIGUEIRA, D. M.; RAPOSO, M. A.; ASSIS, C. P. Taxonomic revision of Saffron-billed Sparrow *Arremon flavirostris* Swainson, 1838 (Aves: Passerellidae) with comments on its holotype and type locality. **Zootaxa**, v. 4178, n. 4, p. 547–567, 2016.

BURNHAM, R. J.; JOHNSON, K. R. South American palaeobotany and the origins of neotropical rainforests. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1450, p. 1595-1610, 2004.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **The Journal of parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

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.

CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M., HASUI, Y.; ZALÁN, P. V.; TEIXEIRA, J. B. G. Estágios Evolutivos do Brasil no Fanerozóico. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELI, A. **Geologia do Brasil**. 1ª Edição. São Paulo: Beca Produções Culturais. 2012. p.131-136.

CARVALHO, E. L.; SANTANA, R. L. S.; GONÇALVES, E. C.; PINHEIRO, R. H. S.; GIESE, E. G. First report of *Anisakis sp.* (Nematoda: Anisakidae) parasitizing Muscovy duck in Marajó Island, state of Pará, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 29, n. 2, p.1-9, 2020.

CAMPO, V. B.; NUNES, I.; COSTA, F. R.; ANELLI, L. E. A new tertiary Pipoidea frog of Southeastern Brazil. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 10, 2016, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos** [...] Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2016.

CAPILLA, R. Um ofídio da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, n. 2, p. 253, 1994.

CARDIA, D. F. F.; BERTINI, R. J.; CAMOSSO, L. G.; LETIZIO, L. A. First record of Acanthocephala parasites eggs in coprolites preliminary assigned to Crocodyliformes from the Adamantina Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. 2-10, 2019a.

CARDIA, D. F. F.; BERTINI, R. J.; CAMOSSO, L. G.; LETIZIO, L. A. Two new species of ascaridoid nematodes in Brazilian Crocodylomorpha from the Upper Cretaceous. **Parasitology International**, v. 72, p. 2-5, 2019b.

CARDIA, D. F. F.; BERTINI, R. J.; CAMOSSO, L. G.; RICHINI-PEREIRA, V. B.; LOSNAK, D. O.; FRANCISCHINI, H.; DENTZIEN-DIAS, P. Paleoparasitological analysis of a coprolite assigned to a carnivorous mammal from the Upper Pleistocene Touro Passo Formation, Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, p. 1-13, 2021.

CARVALHO, A. M. A.; VIDAL, A. C.; KIANG, C. H.; Delimitação do Embasamento da Bacia de Taubaté. **Revista do Instituto de Geociências**, v. 11, n. 1, p. 19-32, 2011.

Carvalho-Veiga, Edjoel. Tafoflora paleógena da Formação Tremembé, ocorrência em afloramento do km 11 da rodovia SP - 123, município de Taubaté, Bacia Sedimentar de

Taubaté, Brasil. 2009. 177 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa. Universidade de Guarulhos, São Paulo.

CASTRO, F.; CASTRO, J.; FERREIRA, A. R.; CROZARIOL, M. A.; LEES, A. C. A first documented Brazilian record of Least Seedsnipe *Thinocorus rumicivorus* Eschscholtz, 1829 (Thinocoridae). **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 4, p. 455-457, 2012.

CHAGAS, R. B. A.; FILHO, J. G. M.; MENDONÇA, J. O. Caracterização palinofaciológica de uma sucessão sedimentar oligocênica da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 3, p. 257-266, 2009.

CHIAPPE, L. M. Un nuevo Caiman, Crocodylia, Alligatoridae, de la formación Tremembé, Oligoceno, estado de São Paulo, Brasil, y su significado paleoclimático. **Paula-Coutiana**, n. 3, p. 49-66, 1988.

CHUPIL, H.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Birds of Parque Estadual Ilha do Cardoso: ecology, conservation and natural history. **Biota Neotropica**, v. 22, n. 1, p. 1-22, 2022.

CLARK, L. G.; ZHANG, W.; WENDEL, J. F. A Phylogeny of the Grass Family (Poaceae) Based on ndhF Sequence Data. **Systematic Botany**, v. 20, n. 4, p. 436-460, 1995.

COUTO, C. P.; MEZZALIRA S. Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 43 (suplemento), p. 473-488, 1971.

COUTO, C. P.; Une chauve-souris fossile des argiles feuilletées Pléistocènes de Tremembé, Etat de São Paulo (Brésil). In: Congrès International du Quaternaire, 4, 1956, Roma. **Actes [...]** Roma: Istituto italiano di paleontologia umana, 1956, p. 343-347.

Couto-Ribeiro, Graziella. Avaliação morfológica taxonômica e cronológica dos mamíferos fósseis da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Estado de São Paulo, Brasil. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Couto-Ribeiro, Graziella. Osteologia de *Taubatherium paulacoutoi* Soria & Alvarenga, 1989 (Notoungulata, Leontiniidae) e de um novo Pyrotheria: dois mamíferos da Formação Tremembé, Brasil (SALMA Deseadense - Oligoceno Superior). 2015. 149 p.

Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.

COUTO-RIBEIRO, G.; VIEIRA, M. R.; ALVARENGA, H. Marsupiais fósseis da Bacia de Taubaté, Formação Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. In: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos** [...] Rio de Janeiro: Museu Nacional/ UFRJ, 2005.

DARLING, S. T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. **Parasitology**, v. 12, n. 3, p. 217-233, 1920.

DENTZIEN-DIAS, P.; CARRILLO-BRICEÑO, J. D.; FRANCISCHINI, H.; SÁNCHEZ, R. Paleocological and taphonomical aspects of the Late Miocene vertebrate coprolites (Urumaco Formation) of Venezuela. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 490, p. 590-603, 2018.

DENTZIEN-DIAS, P. C.; POINAR JR, G.; FIGUEIREDO, A. E. Q.; PACHECO, A. C. L.; HORN, B. L. D.; SCHULTZ, C. L. Tapeworm Eggs in a 270 Million-Year-Old Shark Coprolite. **PLOS ONE**, v. 8, p. 1-4, 2013.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora Cenozóica do Brasil: fm Tremembé, bacia de Taubaté, SP. I. Celastraceae, Logoniaceae e Typhaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 64, v. 1, p. 29-41, 1992.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil: Fm. Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. II *Luehea nervaperta* n. sp. (Tiliaceae). In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, 1989, Curitiba. **Anais** [...] Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1989a, p. 383-394.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil: Fm. Tremembé, Bacia de Taubaté, São Paulo. III: Frutos (Phytolaccaceae e Leguminosa). In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, 1989, Curitiba. **Anais** [...] Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1989b, p. 395-410.

DUARTE, S. G.; SILVA, F. J.; ARAI, M.; SYLVESTRE, L. S.; WANDERLEY, M. D.; JHA, N.; JOSHI, H.; MASURE, E.; ATFY, H. E. Paleoclimatic, paleoenvironmental and paleoecological implications of the Family Anemiaceae: A palynological investigation from variable spatial and temporal strata in some lithostratigraphic units of Brazil, India and France. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 285, p.1-17, 2021.

EL-BAZ, F. Coprolites versus fecal pellets. **Bulletin American Association Petroleum Geologists**, v. 52, p. 526, 1968.

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.

Favretto, Mario Arthur. Restrição a locais de reprodução e sazonalidade de *Tachuris rubrigastra* (Aves: Tachuridae) e *Phleocryptes melanops* (Aves: Furnariidae) no Litoral Sul do Brasil. 2016. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FERNANDES, A. C. S.; CASTRO, A. C. J. ; CARVALHO, I. S. . Coprólitos de aves da Bacia de Taubaté.. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, 1988, Belém. **Anais [...]** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988. v. 6. p. 2358-2370.

FERNANDES, A. C. S.; POLIVANOV, H.; CARVALHO, I. S. Novos procedimentos para caracterização de icnofósseis da Bacia de Taubaté, SP. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 1987, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987. p. 291-306.

FERREIRA, C. S. Gastrópodes pulmonados de água doce da formação Tremembé, São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 46, n. 3/4, p. 663-666, 1974.

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

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A.; DUARTE, A. N. Nematode Larvae in Fossilized Animal Coprolites from Lower and Middle Pleistocene Sites, Central Italy. **The Journal of Parasitology**, v. 79, n. 3, p. 440-442, 1993.

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

FIGUEIREDO, F. J.; COSTA-CARVALHO, B. C. M. *Steindachneridion silvasantosi* n. sp. (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae) from the Tertiary of Taubaté Basin, State of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 4-I, p. 683-695, 1999a.

FIGUEIREDO, F. J.; COSTA-CARVALHO, B. C. M. *Plesiocurimata alvarengai* gen. et sp. nov. (Teleostei: Ostariophysii: Curimatidae) from the Tertiary of Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 4-II, p. 885-893, 1999b.

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.

FORTIER, D. C.; SOUZA-FILHO, J. P.; GUILHERME, E.; MACIENTE, A. A. R.; SCHULTZ, C. L. A new specimen of *Caiman brevirostris* (Crocodylia, Alligatoridae) from the late Miocene of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 34, n. 4, p. 820–834, 2014.

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.

- FUGASSA, M. H.; OLIVERA, E. A. G.; PETRIGH, R. S. First palaeoparasitological record of a dioctophymatid egg in an archaeological sample from Patagonia. **Acta Tropica**, v. 128, p. 175-177, 2013.
- 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.
- GALLEGO, O. F.; MESQUITA, M. V. First record of oligocene conchostracans (Tremembé formation, Taubaté Basin) from São Paulo, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 13, n. 7, p. 685-692, 2000.
- GONÇALVES, 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.
- GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p.509-530, 2006.
- Gurgueira, Magali Dubas. Correlação de dados geológicos e geotécnicos na Bacia de São Paulo. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. The Sedimentation Concentration Method in Schistosomiasis Mansoni. **Puerto Rico Journal of Public Health and Tropical Medicine**, v. 9, p. 283-289, 1934.
- 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.
- HUGOT, J. P.; GARDNER, S. L.; BORBA, V.; ARAUJO, P.; LELES, D.; DA-ROSA, A. A. S.; DUTRA, J.; FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. Discovery of a 240 million year old nematode parasite egg in a cynodont coprolite sheds light on the early origin of pinworms in vertebrates. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 486, p. 1-8, 2014.

- 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.
- JANASI, V.A.; ULBRICH, H. H. G. J. Late Proterozoic granitoid magmatism in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Precambrian Research**, v. 51, p. 351-374, 1991.
- JANSSON, H.; POINAR, G. O. Some possible fossil nematophagous fungi. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 87, n. 3, p. 471-474, 1986.
- JOUY-AVANTIN, F.; COMBES, C.; LUMLEY (DE), H.; MISKOVSKY, J-C.; MONÉ, H. Helminth Eggs in Animal Coprolites from a Middle Pleistocene Site in Europe. **The Journal of Parasitology**, v. 85, n. 2, p. 376-379, 1999.
- KJÆR, K. H. *et al.* A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA. **Nature**, v. 612, n. 7939, p. 283-291, 2022.
- KAVETSKA, K. M.; KRÓLACZYK, K.; PILARCZYK, B.; KALISINSKA, E. Stomach nematodes of wild ducks (subfamily Anatinae) wintering in the North-Western Poland. **Bulletin- Veterinary Institute in Pulawy**, v. 56, p. 27-31, 2012.
- Kischlat, Edio-Ernst. Quélidas (Chelonii, Pleurodira) fósseis da Bacia de Taubaté, Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil. 1993. 241 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Kohler, Glauco. Filogenia da subfamília Todirostrinae (Aves, Rhynchocyclidae) e biogeografia dos complexos *Lophotriccus* e *Oncostoma*. 2017. 128 f. Tese (Doutorado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- KOIE, M.; FAGERHOLM, H. P. The life cycle of *Contracaecum osculatum* (Rudolphi, 1802) sensu stricto (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) in view of experimental infections. **Parasitology Research**, v. 81, n. 6, p. 481-489, 1995.
- KRAMER, K.U. Schizaeaceae. In: KUBITZKI, K. (ed.) **The families and genera of vascular plants. Pteridophytes and Gymnosperms**. Berlin: Springer, 1990. p. 258–263.

LAFFERTY, K. D.; HOPKINS, S. R. Unique parasite aDNA in moa coprolites from New Zealand suggests mass parasite extinctions followed human-induced megafauna extinctions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States**, v. 115, n. 7, p. 1411-1413, 2018.

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.

LIMA, M. R.; SALARD-CHEBOLDAEFF, M.; SUGUIO, K. Etude palynologique de la formation Tremembé, Tertiaire du bassin de Taubaté, Etat de São Paulo, Bresil, d'après les échantillons du sondage n.42 du CNP. **Coletânea de trabalhos paleontológicos, DNPM, Série Geologia**, n. 27, p.379-393, 1985.

Lopes, Patrícia Pereira. Anisakidae e Raphidascauridae: pesquisa, identificação morfológica e molecular em Carapau (*Trachurus trachurus*) capturado em águas portuguesas. 2018. 120 p. Dissertação (Mestrado integrado em medicina veterinária) – Faculdade de Medicina veterinária. Universidade de Lisboa, Lisboa.

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.

MALABARBA, M. C.; LUNDBERG, J. G. A fossil loricariid catfish (Siluriformes: Loricarioidea) from the Taubaté Basin, eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 263-270, 2007.

MALABARBA, M. C. S. L. Phylogeny of Fossil Characiformes and Paleobiogeography of the Tremembé Formation, São Paulo, Brazil. In: Malabarba, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M.; LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs. 1998. p. 69-84.

MANCINI, F.; RICCOMINI, C. Estratigrafia e ambientes de sedimentação da Formação Pindamonhangaba, Bacia de Taubaté, SP. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996, Salvador. **Anais [...]** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. p. 195-198.

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

- MARTÍN, F. Registros parasitológicos en rodent middens del Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz, Argentina. **Revista Argentina de Parasitología**, v. 3, n. 1, p. 6-11, 2014.
- MARTINS-NETO, R. G. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos hemípteros (Insecta). **Revista Universidade de Guarulhos: Geociências**, v. 2, n. 6, p. 66-69, 1997a.
- MARTINS-NETO, R. G. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos lepidópteros (Insecta). **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 21, n. 46/47, p. 75-82, 1998b.
- MARTINS-NETO, R. G. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: novos hemípteros, Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Insecta). **Revista Universidade de Guarulhos: Geociências**, v. 3, n. 6, p. 5-21, 1998a.
- MARTINS-NETO, R. G. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. II – Famílias Mycetophilidae, Empididae e Tipulidae. **Revista Universidade de Guarulhos: Geociências**, v. 4, n. 6, p. 116-129, 1999.
- MARTINS-NETO, R. G. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III – Família Tabanidae. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 44, n. 20, p. 51-57, 1997b.
- MARTINS-NETO, R. G.; KUCERA-SANTOS, J. C.; VIEIRA, F. R. M.; FRAGOSO, L. M. C. Dípteros (Insecta, Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo, II - Famílias Tipulidae, Empididae e Chironomidae. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, 1992b, São Paulo. **Boletim de Resumos** [...] São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992b.
- MARTINS-NETO, R. G. KUCERA-SANTOS, J. C.; VIEIRA, F. R. M.; FRAGOSO, L. M. C. Nova espécie de borboleta (Lepidoptera: Nymphalidae: Satirynae) da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 37, n. 16, p. 5-16, 1993
- MARTINS-NETO, R. G.; MEZZALIRA, S. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea, Caridea) com descrição de novos taxa. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 63, n. 4, 1991.

MARTINS-NETO, R. G. Novos aportes ao conhecimento sobre a morfologia de *Bechleja robusta* Martins-Neto & Mezzalira, 1991, crustáceo carídeo da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. **Revista Universidade de Guarulhos: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 3, n. 4, p. 62-65, 1998c.

MARTINS-NETO, R. G. Novos insetos Terciários do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 19, n. 3, p. 375-386, 1989.

MARTINS-NETO, R. G. Review of some Insecta from Mesozoic and Cenozoic Brazilian deposits with descriptions of new taxa. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 24, n. 52/53, p. 115-124, 2001.

MARTINS-NETO, R. G.; VIEIRA, F. R. M.; KUCERA-SANTOS, J. C.; FRAGOSO, L. M. C. Dípteros (Insecta, Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo, I - Família Hybotidae. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 36, n. 15, p. 31-48, 1992a.

MAYR, G.; ALVARENGA, H.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. Out of Africa: Fossils shed light on the origin of the hoatzin, an iconic Neotropic bird. **Naturwissenschaften**, v. 98, p. 961-966, 2011.

Melo, Diogo Jorge de. Significado paleoambiental da fauna preservada na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. 2007. 218 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Melo, Diogo Jorge de. Significado paleoambiental da fauna preservada na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. 2007. 218 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MELO, D. J. Afinidades botânicas dos fósseis da bacia de Taubaté, formação Tremembé. **Paleontologia em destaque**, v. 18, n. 44, p. 21, 2003b.

MELO, D. J.; BERGQVIST, L. P.; ALVARENGA, H. M. F. Considerações Paleoecológicas sobre os Notoungulados da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (São Paulo, Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2007.

MELO, D. J. Reconstrução paleoambiental da formação Tremembé, com base em palinóforos e microfósseis vegetais. 2003. 72 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Escola de Educação e Meio Ambiente. Centro universitário da Cidade, Rio de Janeiro, 2003a.

MELO, D. J. Reconstrução paleoflorística da formação Tremembé, bacia de Taubaté. São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 42, 2004, Araxá. **Anais [...]** Araxá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004.

MELO, D. J.; BERGQVIST, L. P. Ocorrência de gastrópode no folhelho da formação Tremembé, bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 30, n. 1, 2007.

MELO, M. S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. M.; COIMBRA, A. M. Geologia e evolução do sistema de bacias tectônicas continentais do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 3, p. 193-201, 1985.

MEZZALANA, S. Os fósseis do estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Geológico do Estado de São Paulo, 2000.

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.; 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.

NORONHA, D.; FERREIRA, L. F.; RANGEL, A.; ARAUJO, A.; GOMES, D. C. *Echinopardalis* sp. (Acanthocephala, Oligacanthorhynchidae) eggs in felid coprolites dated from 9.000 years before present, found in the Brazilian Northeast. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 89, n. 1, p. 119-120, 1994.

NUNES, V. H. B.; ALCOVER, J. A.; SILVA, V. L.; CRUZ, P. B.; MACHADO-SILVA, J. R.; ARAÚJO, A. J. G. Paleoparasitological analysis of the extinct *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). **Parasitology International**, v. 66, p. 7-11, 2017.

- OLIVEIRA, E. V.; RIBEIRO, A. M.; BERGQVIST, L. P. A new Oligocene Cingulate (Mammalia: Xenarthra) from the Taubaté Basin, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 69, n. 4, p. 461-470, 1997.
- OLSON, S. L.; ALVARENGA, H. M. F. A new genus of small teratorn from the Middle Tertiary of the Taubaté Basin, Brazil (Aves: Teratornithidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 115, n. 4, p. 701-705, 2002.
- OYARZÚN-RUIZ, P.; PÉREZ-ESPINOZA, S. A.; GONZÁLEZ-SALDÍAS, F.; MARTIN, F.; MORENO, L. Paleoparasitological survey of coprolites of Darwin's ground sloth *Mylodon darwini* (Xenarthra, Folivora: Mylodontidae) from Cueva del Milodón Natural Monument, Chilean Patagonia. **Archaeological and Anthropological Sciences**, v. 13, n. 138, p. 1-8, 2021.
- PATRUCCO, R.; TELLO, R.; BONAVIA, D. Parasitological Studies of Coprolites of Pre-Hispanic Peruvian Population. **Current Anthropology**, v. 24, n. 3, 1983.
- PEDRO, S. B.; OSUNA, A.; BUSCALIONI, A. D. Helminth eggs from early cretaceous faeces. **Scientific reports**, v. 10, n.1, 2020.
- PELL, S.K.; MITCHELL, J.D., MILLER, A.J.; LOBOYA, T.A. Anacardiaceae. In: KUBITZKI, K. (ed.) **The families and genera of vascular plants. X. Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Curcubitales, Myrtales**. Berlin: Springer, 2011. p. 7-50.
- PERRI, A. R.; HEINRICH, S.; GURARIEH, S.; SAUNDERS, J. J. Earliest Evidence of *Toxocara* sp. in a 1.2-Million-Year-Old Extinct Hyena (*Pachycrocuta brevirostris*) Coprolite from Northwest Pakistan. **The Journal of Parasitology**, v. 103, n. 1, p. 138-141, 2017.
- PERRY, G. L. W.; WHEELER, A. B.; WOOD, J. R.; WILMSHURST, J. M. A high-precision chronology for the rapid extinction of New Zealand moa (Aves, Dinornithiformes). **Quaternary Science Reviews**, v. 105, p. 126-135, 2014.
- PETRIGH, R. S.; VELÁZQUEZ, N. J.; FUGASSA, M. H.; BURRY, L. S.; MONDINI, M.; KORSTANJE, M. A. Herbivore coprolites from the South-Central Andes. A multiproxy study at Los Viscos Archaeological Site, Catamarca, Argentina. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, p. 1-12, 2021.

- PISSIS, A. Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et sur les soulèvements qui à divers époques ont changé le relief de cette contrée. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, v. 14, p. 1044-1046, 1842.
- POINAR, G.; BOUCOT, J. Evidence of Intestinal Parasites of Dinosaurs. **Parasitology**, v.133, n.2, p. 245-249, 2006.
- POINAR, G. O. Fossil nematodes from Mexican amber. **Nematologica**, v. 23, p. 232-238, 1977.
- 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.
- 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.
- RICOMINI, C.; COIMBRA, A. M.; SANT'ANNA, L. C.; NETO, M. B.; VALARELLI, J. V. Argilominerais do paleolago Tremembé e sistemas deposicionais relacionados: paleógeno, rif continental do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 26, n. 3, p. 167-180, 1996.
- Riccomini, Cláudio. O Rift Continental do Sudeste do Brasil. 1989. 256p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: VIRGINIO, M. N. **Geologia do continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio de Almeida. 1ª Edição. São Paulo: Beca Produções Culturais. 2004. p.383-406.
- RIFF, D.; BERGQVIST, L. P. Primeira ocorrência de anura na Bacia de Taubaté, SP: Oligoceno Superior. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 16, 1999, Crato/CE. **Boletim de Resumos** [...] Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1999.
- 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.

- SADOWSKI, G. R.; MOTIDOME, M. J. Brazilian Megafaults. **Revista Geológica de Chile**, n. 31, p. 61-75, 1987.
- 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.
- Santos, Rodolfo Otávio. Descrição morfológica e análise filogenética de uma cecília fóssil (Lissamphibia, Gymnophiona), da Bacia de Taubaté, região do Vale do Paraíba, São Paulo. 2020. 132 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SANTOS, R. S. Vestígio de ave fóssil nos folhelhos betuminosos de Tremembé, S. Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 22, n. 4, p. 445-446, 1950.
- SARDELLA, N. H.; FUGASSA, M. H. Paleoparasitological Analysis of Rodent Coprolites in Holocenic Samples from Patagonia, Argentina. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 3, p. 646-651, 2009.
- SCHAEFFER, B. Cretaceous and tertiary actinopterygian fishes from Brazil. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 89, n. 1, p. 1-40, 1947.
- SCHMIDT, G. D.; DUSZYNSKI, D. W.; MARTIN, P. S. Parasites of the Extinct Shasta Ground Sloth, *Nothrotheriops shastensis*, in Rampart Cave, Arizona. **The Journal of Parasitology**, v. 78, n. 5, p. 811-816, 1992.
- SCHNELLER, J. J. Salviniaceae. In: KUBITZKI, K. (ed.) **The families and genera of vascular plants. Pteridophytes and Gymnosperms**. Berlin: Springer, 1990. p. 256–258.
- SETON, E. T. On The Study of Scatology. **Journal of Mammalogy**, v. 6, n. 1, p. 47-49, 1925.
- SIANTO, L. DUARTE, A. N.; BORBA, V. H.; MAGALHÃES, J. G.; SOUZA, S. M.; CHAME, M. Echinostomes in Felid Coprolites from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 102, n. 3, p. 385-387, 2016.
- SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3, n.2, p. 26-35, 2008.

- SILVA, P. A.; BORBA, V. H.; DUTRA, J. M. F.; LELES, D.; DA-ROSA, A. A. S.; FERREIRA, L. F.; ARAUJO, A. A new ascarid species in cynodont coprolite dated of 240 million years. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 265-269, 2014.
- SILVEIRA, L. F.; UEZU, A. Checklist das aves do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 83-110, 2011.
- 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.
- SORIA, M. F.; ALVARENGA, H. M. F. Nuevos restos de mamíferos de la Cuenca de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 61, n. 2, p. 157-175, 1989.
- SOUTO, P. R. F. Coprólitos do Brasil: principais ocorrências e estudo. 1ª edição. Rio de Janeiro: Publit, 2008. 94 p.
- SOUTO, P. R. F.; FERNANDES, M. A. Icnologia de Paleovertebrados. 1ª edição. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017. 196 p.
- SOUZA, D. H.; HACKSPACHER, P. C.; SILVA, B. V.; SIQUEIRA-RIBEIRO, M. C.; HIRUMA, S. T. Temporal and spatial denudation trends in the continental margin of southeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 105, 2020.
- SOUZA, M. V.; CHAME, M.; SOUZA, S. M. F. M.; FELICE, G. D.; GUILDON, N.; SIANTO, L. New parasite occurrences in *Tamandua tetradactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae) in the northeast of Brazil: a paleoparasitological study. **Oecologia Australis**, v. 2, n. 1, p. 141–153, 2020.
- 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.
- SZIDAT, L. Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneiern in vor-und Fühgeschichtlichen Moorleichen. **Zeitschrift für Parasitenkunde**, v. 13, p. 265-274, 1944.

TAGLIORETTI, V.; FUGASSA, M. H.; SARDELLA, N. H. Parasitic diversity found in coprolites of camelids during the Holocene. **Parasitology Research**, v. 114, p. 2459-2464, 2015.

Takiya, Harmi. Estudo da sedimentação neogênico-quadernária no município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana. 1997. 155p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.

TIETZE, E.; BARBERENA, R.; BELTRAME, M. O. Parasite Assemblages from Feline Coprolites through the Pleistocene-Holocene Transition in Patagonia: Cueva Huenul 1 Archaeological Site (Argentina). **Environmental Archaeology**, p. 1-11, 2019.

TIETZE, E.; TOMMASO, D.; BELTRAME, M. O. Parasites in micromammal fecal pellets throughout the Late Holocene (“Cueva Peligro” paleontological site, Patagonia, Argentina). **Parasitology International**, v. 78, p.1-8, 2020.

TRAVASSOS, H.; SANTOS, R. S. Caracídeos Fósseis da Bacia do Paraíba. Anais da **Academia Brasileira de Ciências**, v. 27, n. 3, p. 297-298, 1955.

TUFANO, P.; CARVALHO-VEIGA, E.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. Avanços no conhecimento das sucessões macroflóricas Paleógenas (Formação Tremembé) e Neógena (Formação Pindamonhangaba) da Bacia de Taubaté, SP, Brasil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia Núcleo São Paulo, 2009, São Paulo. **Boletim de resumos** [...] Guarulhos: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2009. p. 29.

TWEET, J.; CHIN, K.; EKDALE, A. A. Trace fossils of possible parasites inside the gut contents of a hadrosaurid dinosaur, Upper Cretaceous Judith River Formation, Montana. **Journal of Paleontology**, v. 90, n. 2, p. 279–287, 2016.

VALK, T. V. D. *et al.* Million-year-old DNA sheds light on the genomic history of mammoths. **Nature**, v. 591, n. 7849, p. 265–269, 2021.

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

VERDE, M.; UBILLA, M. Mammalian Carnivore Coprolites from the Sopas Formation (Upper Pleistocene, Lujanian Stage), Uruguay. **Ichnos**, v. 9, p. 77-80, 2002.

VICALVI, M. A. O primeiro registro de peixes fósseis na Formação Caçapava do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 53, n.1, p. 211, 1981.

VUCETICH, M. G.; RIBEIRO, A. M.; A new primitive rodent from the Tremembé Formation (Late Oligocene) of Brazil, with comments on the morphology of the lower premolars of Caviomorph Rodents. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 5, p. 69-79, 2003.

Yamamoto, Irma Tie. Palinologia das Bacias Tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental. 1995. 217 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

WILLIAMSON, P.S., SCHNEIDER, E.L. Nelumbonaceae. In: KUBITZKI, K.; ROHWER, J.G.; BRITTRICH, V. (ed.) **The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants · Dicotyledons**. Berlin: Springer, 1993. p. 470-471.

Wickert, Wilma Queiroz. Contribuição ao estudo da paleontologia da bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. 1974. 60f. Dissertação (mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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.

WOOD, J. R.; DÍAZ, F. P.; LATORRE, C.; WILMSHURST, BURGE, O. R.; GONZÁLEZ, F. GUTIÉRREZ, R. A. Ancient parasite DNA from late Quaternary Atacama Desert rodent middens. **Quaternary Science Reviews**, v. 226, p. 1-12, 2019.

WOOD, J. R.; WILMSHURST, J. M.; RAWLENCE, N. J.; BONNER, K. I.; WORTHY, T. H.; KINSELLA, J. M.; COOPER, A. A Megafauna's Microfauna: Gastrointestinal Parasites of New Zealand's Extinct Moa (Aves: Dinornithiformes). **PLOS ONE**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2013.

WOODWARD, A. S. Considerações sobre alguns peixes terciários dos schistos de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Museu Paulista**, v. 3, p. 63-70, 1898.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO I - AUTORIZAÇÃO DE USO DOS FÓSSEIS



Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Centro de Tecnologia e Ciências – CTC
Faculdade de Geologia – FGEL
Departamento de Estratigrafia e Paleontologia – DEPA

Eu, Hermínio Ismael de Araújo Júnior (CPF: 014.766.654-60; Matrícula UERJ: 38.944-5), na condição de coordenador do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO) da Faculdade de Geologia da UERJ, encaminho as amostras fósseis abaixo listadas para o Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helminhos Odile Bainn da Universidade Federal de Juiz de Fora, através do pesquisador Gustavo Macêdo do Carmo (CPF: 125.021.936-13), vinculado ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da UFJF. As amostras correspondem a espécimes de icnofósseis que serão doados à coleção do laboratório da UFJF para o desenvolvimento da pesquisa de mestrado do pesquisador acima referido.

Listagem de espécimes:

UERJ IC-58, UERJ IC-59, UERJ IC-60, UERJ IC-61, UERJ IC-62, UERJ IC-63, UERJ IC-64, UERJ IC-65, UERJ IC-66, UERJ IC-67, UERJ IC 68, UERJ IC 69, UERJ IC 70, UERJ IC 71, UERJ IC-72, UERJ IC-73, UERJ IC-74, UERJ IC-75, UERJ IC-76 e UERJ IC-77.

Atenciosamente,

Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior
Coordenador do Laboratório de Paleontologia – LABPALEO
Departamento de Estratigrafia e Paleontologia – DEPA
Faculdade de Geologia – FGEL
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Matrícula: 38.944-5

Hermínio Ismael de Araújo Júnior
Professor Adjunto (Mat. 38944-5)
Departamento de Estratigrafia e Paleontologia
Faculdade de Geologia
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 4 de março de 2022

**PALEOPARASITOLOGICAL CONTRIBUTIONS TO THE
ARCHEOLOGICAL STUDY OF PRE-COLUMBIAN AMERINDIANS⁷**

Carmo GM¹; Souza-Lima S¹

**¹Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Helminhos Odile Bain, Departamento de
Zoologia, ICB/UFJF, Juiz de Fora/MG
*gugaatwts@hotmail.com;**

Paleoparasitology is an interdisciplinary field focused on the understanding of parasitism dynamics in the past, by searching for parasitic evolutionary forms in archeological 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 archeological study of the Amerindians. The following descriptors were used in this bibliographic research: “pre-columbian”, “paleoparasitology”, “coprolite”, “archeology”, “archeoparasitology”, “mummies” and “parasite”. Furthermore, logical operators “AND” and “OR” were used to combine descriptors and to find publications in four different electronic databases: Science Direct, Web of Science, Scientific Electronic Library (SciELO) and Google Scholar. 44 Paleoparasitological references were analyzed and they revealed a great interface between parasitology, archeology and anthropology. They also provides 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. Studies in archeological 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. Parasitological analysis of coprolites collected at sites that mark the transition from the pre-Inca period (1200-1400 AD), through the Inca period (1400-1530 AD), to the Hispanic Contact Period (1530-1600 AD) reveal that parasitic infections increased over the history of Inca civilization. The same occurred in North American archeological sites characterized by transition from a hunter-gatherer lifestyle to the emergence of agriculture. With the advent of genetic 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.

Palavras-Chaves: Archeology; helminths; coprolites

⁷ CARMO, G. M.; LIMA, S. S. Paleoparasitological contributions to the archeological study of pre-Columbian Amerindians. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Parasitologia, 27, 2021, evento online. *Anais [...]* Sociedade Brasileira de Parasitologia, 2021. p. 151.

LEVANTAMENTO DA PALEOBIOTA DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ (OLIGOCENO DA BACIA DE TAUBATÉ), SÃO PAULO, BRASIL⁸

Gustavo Macêdo do Carmo¹; Renato Araujo Garcia¹; Sueli de Souza Lima¹; Hermínio Ismael de Araújo Júnior²; Ralph Maturano Pinheiro¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora.

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

gugaatwts@hotmail.com; renatoaraujo.garcia@estudante.ufjf.br; suelisouza.lima@ufjf.edu.br; herminio.ismael@yahoo.com.br; ralph.maturano@ufjf.br

A Formação Tremembé se caracteriza como a unidade litoestratigráfica mais fossilífera da Bacia de Taubaté e, seus principais afloramentos estão presentes nos municípios de Pindamonhangaba, Taubaté e Tremembé. Tendo em vista sua importância para a Paleontologia nacional, o presente trabalho objetiva o levantamento de dados da paleobiota da formação geológica supracitada, de modo a reunir registros associados à sua fauna, flora e clima pretéritos. Nesta perspectiva, utilizando a combinação dos descritores “Tremembé” e “Formation” com o operador lógico “AND”, foram obtidas 55 referências em quatro bases de dados, sendo elas *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar* e *Science Direct*. Dos trabalhos analisados, três fazem menção à paleoflora, 23 à paleofauna de invertebrados e 29 aos vertebrados que habitaram o paleoambiente em questão. No que diz respeito à vegetação pretérita, foram registradas 16 famílias, sendo elas Nymphaeaceae, Lauraceae, Typhaceae, Phytolaccaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Loganiaceae, Apocynaceae, Nelumbonaceae, Schizaeaceae, Salviniaceae, Poaceae, Celastraceae e Sapindaceae. As inferências paleoclimáticas baseiam-se em evidências da fauna e flora. Em áreas montanhosas, a vegetação era de clima frio e o entorno de seu paleolago apresentava uma vegetação de clima tropical/subtropical. O clima do vale teria sido úmido, semelhante a florestas tropicais, subtropicais e equatoriais. Para invertebrados foram encontrados 74 taxa dos filos Mollusca, Annelida, Porifera e Arthropoda. No que diz respeito à paleoictiofauna, a Formação Tremembé possuía 10 taxa distribuídos nas ordens Characiformes, Perciformes e Siluriformes. A herpetofauna era caracterizada pela presença de seis taxa das ordens Anura, Gymnophiona, Crocodylia, Testudines e Squamata. A paleoavifauna, por sua vez, era composta por oito representantes de ordens como Phoenicopteriformes, Galliformes, Cariamiformes, Cathartiformes, Anseriformes e Opisthocomiformes e um de ordem incerta. Por fim, a mastofauna era representada por 13 taxa nas ordens Cingulata, Litopterna, Pyrotheria, Astrapotheria, Notoungulata, Metatheria, Rodentia e Chiroptera. O presente trabalho se caracteriza como uma contribuição para a Paleontologia brasileira através do levantamento de dados teóricos, associados ao amplo registro fóssil da

⁸ CARMO, G. M.; GARCIA, R. A.; LIMA, S. S.; PINHEIRO, R. M.; JÚNIOR, H. I. A. Levantamento de características paleoambientais da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté), São Paulo, Brasil. In: Mostra de Produção Científica da UFJF, 28, 2022, Juiz de Fora. **Anais** [...] Juiz de Fora: Even 3 Publicações, 2022.

Formação Tremembé, que possam ser utilizados em estudos futuros relacionados à unidade litoestratigráfica em questão.

Palavras-chave: Era Cenozoica; paleofauna; paleoflora; paleoclima; fósseis.