

BOLETIM DE RESUMOS EXPANDIDOS



PALEO PR/SC 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURITIBA

BOLETIM DE RESUMOS EXPANDIDOS



RYU TAKAHASHI | XX PALEO PR/SC

Editores

Dhiego Cunha da Silva
Francine Kurzawe

Revisor

Marcel Baeta Lacerda Santos

Fotografia da capa:

Thiago Carlisbino

Ilustração da contra capa:

Ryu Takahashi

Boletim de Resumos Expandidos da XX PALEO PR/SC 2018

Catologação na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

B668 Boletim de Resumos Expandidos da XX PALEO PR/SC 2018 /
Editores: Dhiego Cunha da Silva, Francine Kurzawe; Revisor:
Marcel Baeta Lacerda Santos – Curitiba, 2019.
80 p.: il. color.

Comitê Científico: Carolina Zabini; Cesar Leandro Schultz;
Jacqueline Peixoto Neves; Juliana de Moraes Leme; Paula Dentzien
Dias Francischini; Rafael Costa da Silva; Robson Tadeu Bolzon;
Rosemarie Rohn Davies.

1. Paleontologia. I. Universidade Federal do Paraná. II. Título.

CDD: 566

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

**Boletim de Resumos Expandidos da
XX PALEO PR/SC 2018**

COMITÊ CIENTÍFICO

Carolina Zabini

Cesar Leandro Schultz

Jacqueline Peixoto Neves

Juliana de Moraes Leme

Paula Dentzien Dias Francischini

Rafael Costa da Silva

Robson Tadeu Bolzon

Rosemarie Rohn Davies

**Boletim de Resumos Expandidos da
XX PALEO PR/SC 2018**

ORGANIZAÇÃO DO EVENTO

Cristina Silveira Vega

Dhiego Cunha da Silva

Francine Kurzawe

Giovana Cristina Barreto

Ingrid Maria Geraldino Almeida

Jennyfer Pontes Carvalho Pietsch

Jonathan Alexandre Moreira

Marcel Baeta Lacerda Santos

Raíssa Cristina Oliveira Fontanelli

Robson Tadeu Bolzon

Victor Amir Cardoso Dornelles

Boletim de Resumos Expandidos da XX PALEO PR/SC 2018

13, 14 e 15 de dezembro de 2018
Curitiba, Paraná

Realização



Apoio



Projeto Gráfico e Diagramação

Dhiego Cunha da Silva

Francine Kurzawe

Marcel Baeta Lacerda Santos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

REITOR

Prof. Dr. Ricardo Marcelo Fonseca

VICE-REITORA

Profa. Dra. Graciela Bolzón de Muniz

PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça

SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA

DIRETOR DO SETOR

Prof. Dr. Pedro Luis Faggion

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Mesquita Barros

COORDENADOR DA XX PALEO PR/SC 2018

Prof. Dr. Robson Tadeu Bolzon

SUMÁRIO

INVESTIGAÇÃO DE CAVIDADES NATURAIS PRESENTES NO OESTE DE SANTA CATARINA	9
REGISTRO DA PREDACÃO POR MICROGASTRÓPODES <i>Heleobia australis</i> EM ESTROMATÓLITOS DA LAGOA SALGADA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL.....	18
COPRÓLITOS DA FORMAÇÃO RIO DO RASTO (NEOPERMIANO DA BACIA DO PARANÁ) REGISTRADOS NO ESTADO DO PARANÁ.....	26
ASTEROZOAS DO DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ.....	34
PALINOESTRATIGRAFIA E PALEOECOLOGIA DA FORMAÇÃO TACIBA (GRUPO ITARARÉ) NA REGIÃO DE IBAITI-PR, NORDESTE DA BACIA DO PARANÁ.....	41
INSETOS DO MEMBRO CRATO, FORMAÇÃO SANTANA, APTIANO/ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE.....	49
ESTADO DA ARTE DOS FÓSSEIS E ICNOFÓSSEIS DESCRITOS NA REGIÃO SUDESTE DO GRUPO ITARARÉ, BACIA DO PARANÁ.....	55
ACERVO PALEONTOLÓGICO E TURISMO EM MUSEUS BRASILEIROS DE HISTÓRIA NATURAL.....	64

Investigação de cavidades naturais presentes no oeste de Santa Catarina

Alexandre Budke¹; Gisele Leite de Lima¹ & Mirian Carbonera²

¹Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Chapecó, Brasil

²Centro da Memória do Oeste de Santa Catarina, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Brasil

alexandrebudke@hotmail.com; glima@uffs.edu.br; mirianc@unochapeco.edu.br

Palavras-chave: Paleotoca, Geomorfologia, Paleontologia, Megafauna.

Introdução

O resumo apresentado é um trabalho de pesquisa que está em andamento, o qual será o trabalho de conclusão de curso do autor. Apresento neste resumo alguns dados e conclusões preliminares.

A espeleologia é a ciência que tem por objeto o estudo ou a exploração das cavidades,

Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, [...] popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais (Brasil 2008).

Dentre as cavidades naturais que existem, podemos destacar as paleotocas que segundo Buchmann et al. (2016, p. 259), “as paleotocas são estruturas biogênicas escavadas por mamíferos gigantes extintos que viveram no Plioceno e Pleistoceno. São estruturas de bioerosão e ocorrem na forma de galerias desobstruídas, possibilitando acesso ao seu interior”.

Salientamos também que ao longo da história ocorreu a ocupação humana das cavidades para diversos fins de sua vida cotidiana. Destacamos o que Mendonça (1997 apud Frigo 2017, p. 466) define como

Abrigo sob rocha: “cavidade” na rocha, com indícios de ocupação humana, onde a altura da entrada se mostra maior que a profundidade. Pode indicar, também, paredões inclinados para frente ou com a parte superior mais saliente, protegendo uma área meio grande.

Destacamos a importância da descoberta, estudo e catalogação de cavidades presentes no território nacional, garantindo a preservação e conservação destes ambientes, conforme descrito no artigo 1º do decreto nº 6.640 (Brasil 2008) “As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo”.

Considerando a extensão continental do Brasil, tendo em vista suas características geológicas, “boa parte do território brasileiro é composta por terrenos propícios à formação de cavernas, o que

confere ao país um valioso Patrimônio Espeleológico” (Jansen et al. 2012, p. 44).

Contudo, o “Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil” (CECAV 2012) aponta a região oeste de SC como área de baixo grau potencial de ocorrência de cavidades naturais conforme Figura 1. O relatório estatístico de cavernas por unidade da federação do ICMBio relata um total de 18.154 cavidades naturais registradas no território nacional, sendo que destas apenas 205 estão presentes em Santa Catarina.

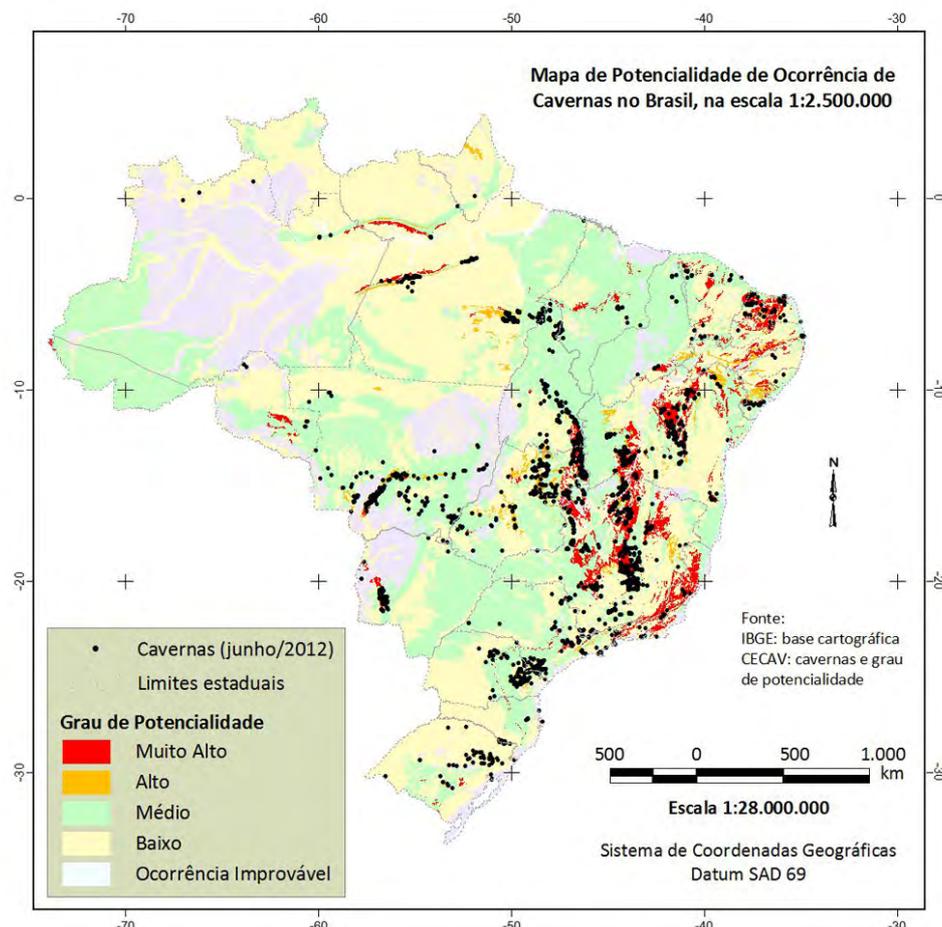


Figura 1: Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil (CECAV 2012).

Contexto geológico e fundamentação teórica

Diante da problemática evidenciada pela importância de se mapear e cadastrar cavidades no território brasileiro é de grande interesse analisar as cavidades que existem no oeste catarinense, muitas destas inexploradas e não cadastradas no sistema. Apesar de o potencial espeleológico brasileiro situar-se na faixa de algumas centenas de milhares de cavernas, menos de 5% das cavidades naturais subterrâneas brasileiras são conhecidas (Piló & Auler 2011). Para tanto Santa Catarina pode apresentar um baixo grau de potencialidade, porém talvez estas ainda não tenham sido estudadas ou registradas, sendo que este trabalho tem o intuito de iniciar esta atividade na região oeste, e possivelmente dar início a um aumento no registro de cavidades naturais para o estado de Santa Catarina.

Neste trabalho realizamos a investigação de três cavidades naturais no município de Lindóia do Sul no oeste do estado de Santa Catarina, todas situadas na zona rural do município. Estas cavidades já estão cadastradas no Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) conforme Figura 2, as quais foram cadastradas por uma funcionária da prefeitura. Entretanto, no CECV as únicas informações a respeito das cavidades é a sua localização,

sendo que nunca houve um trabalho de identificação e análise para compreender o interior destas estruturas.

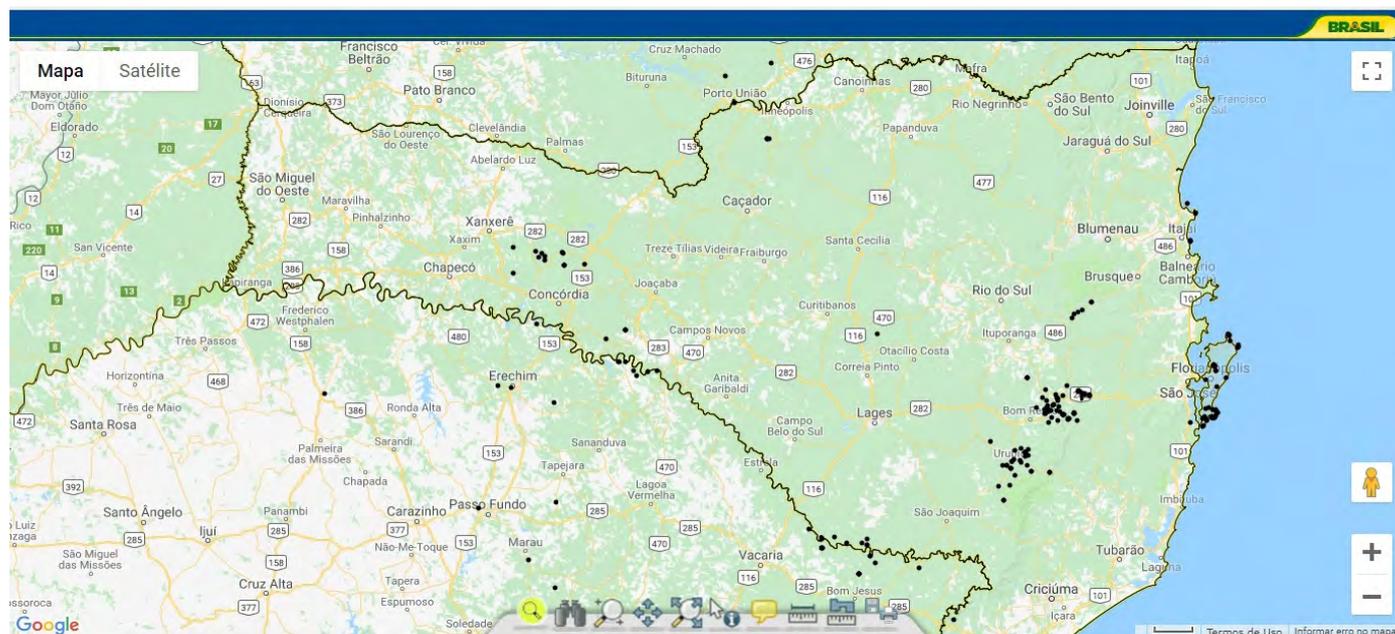


Figura 2: Mapa de cavidades naturais registradas em Santa Catarina (CECAV 2018).

Não basta apenas conhecer a localização destas cavidades naturais, é necessário realizar um estudo mais aprofundado para que conheçamos o seu interior, sua gênese de formação, sua estrutura rochosa e que possamos também descobrir todas as potencialidades presentes nestas cavidades.

Neste trabalho delimitamos nossa área de estudo sendo o oeste do estado de Santa Catarina, no sul do Brasil. Nesta área de estudo investigamos três cavidades naturais presentes no município de Lindóia do Sul.

A região oeste é a maior em superfície, representando um quarto do território do Estado, e em número de municípios (118). É a segunda mesoregião em população, com 1.114.699 habitantes com uma densidade demográfica de 41 hab/ km abaixo da média estadual que é de 56 hab/km. Por sua vez, a Região Oeste de Santa Catarina está dividida em microrregiões. A microrregião de Chapecó é composta por 38 municípios. É uma região agroindustrial, onde se localizam 7,29% das empresas do estado (Paim 2006, p. 128).

Com relação à geologia, o oeste do estado está inserido na formação Serra Geral, que se entende ter sido um momento de grande atividade vulcânica e derrame de lava.

Pouco mais de 50% da área do território catarinense acha-se recoberta por rochas desta unidade, constituída por uma sequência vulcânica, compreendendo desde rochas de composição básica até rochas com elevado teor de sílica e baixos teores de ferro e magnésio. A sequência básica ocupa a maior parte do planalto catarinense, sendo constituída predominantemente por basaltos e andesitos. Rochas vulcânicas intermediárias e de caráter ácido são de ocorrência secundária. As de caráter intermediário ocorrem predominantemente nas proximidades de Chapecó e Irani, enquanto as de natureza ácida estão na região sudeste do planalto. (Embrapa 2004, p. 12-13).

A formação Serra Geral está compreendida dentro da Bacia Sedimentar do Paraná.

A Província do Paraná corresponde à bacia sedimentar do Paraná, uma das grandes sinéclises que se implantaram sobre a Plataforma Sulamericana a partir do Siluriano. Limita-se com as Províncias Tocantins e Mantiqueira, e entre os paralelos 29° e 30° S apresenta uma projeção que alcança o Oceano Atlântico. O relevo da província é constituído de planaltos tabulares e cuestas concêntricas, drenando-se para os rios Paraná e Uruguai. [...] Hoje ela ocupa uma área de 1.200.000 Km² no Brasil, estendendo-se ao Paraguai, Uruguai e Argentina. (Almeida 1977, p. 387-388).

Levando em conta que este trabalho abordou especificamente as cavidades presentes em Lindóia do Sul, relatamos que o município localiza-se no meio oeste catarinense sob as coordenadas, latitude 27°03'12"S e longitude 52°04'00"O, faz limite com os municípios de Concórdia, Ipumirim, Irani e Ponte Serrada. Residem no município 4615 habitantes (IBGE/2010), Lindóia do Sul está a 535km de Florianópolis, possui uma área de 190km², o clima é mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 17,9°C. Altitude de 643m acima do nível do mar.

Materiais e Métodos

Para a realização dos procedimentos de pesquisa nas cavidades, nos baseamos na metodologia de Frank et al. (2011, p. 542) em que discorre o seguinte:

Após a detecção de uma paleotoca, a ocorrência passa por uma rotina de obtenção de dados, que inicia com a obtenção das medidas do túnel. O comprimento total da paleotoca é medido e as medidas de altura, largura e orientação são efetuadas de metro em metro, sendo os dados usados na confecção da planta-baixa correspondente.

Desenvolvemos uma ficha de registro, na qual inserimos os dados de cada cavidade analisada, tais como: nome da cavidade, município, localidade, distância do centro da cidade, coordenadas da entrada da cavidade, orientação espacial da entrada da cavidade, altitude com relação ao nível do mar, propriedade da terra, nome do proprietário, característica da área ao entorno da cavidade, tipo de vegetação atual, curso de água mais próximo, tipo de vertente, tipo de solo, litologia, característica da entrada, possui câmara de giro, apresenta marcas de garra, comprimento total, sedimentos no interior, potencial arqueológico e descrição interna da cavidade. Nesta ficha de registro também criamos campos para anotar as medidas do interior da cada cavidade, como as medidas da entrada da cavidade, medidas de cada segmento, medidas da câmara de giro e medidas de cada abertura interna.

Para a investigação de cada cavidade foram utilizados alguns materiais, tais como GPS (*Global Positioning System*) para a coleta das coordenadas geográficas, uma trena de 30 m e uma trena de 5 m para as medições, utilizamos uma corda para medir o comprimento total da cavidade, também usamos algumas lanternas para possibilitar enxergar no interior da cavidade e, para o registro de imagens, uma câmera fotográfica.

Realizamos a pesquisa das cavidades em Lindóia do Sul com a permissão e acompanhamento da prefeitura municipal. Os trabalhos de campo para as pesquisas foram realizados nos dias 27 de agosto de 2018 e 21 de setembro 2018. Realizaremos mais um trabalho de campo no dia 31 de outubro de 2018.

Os trabalhos consistiram em anotar todas as informações presentes na ficha de registro, analisando todos os elementos de cada cavidade natural, bem como procedendo com as medições

da abertura e dos segmentos internos de cada cavidade.

Posteriormente produziremos a planta baixa e perfil dos segmentos de cada cavidade, os desenhos serão realizados em papel milimetrado e posteriormente editados no computador, neste resumo não apresentamos estes desenhos.

Resultados obtidos

Cavidade número um: o local da entrada principal da cavidade está localizado nas coordenadas geográficas 27°03'1,1"S 51°59'51,7"W sendo em uma área de vegetação densa inserida numa propriedade rural, para acessar o local é necessário percorrer uma trilha de 500 m em meio à mata, pela dificuldade no acesso notamos que o local encontra-se bem preservado.

Efetuamos uma análise da rocha matriz em que a cavidade está esculpida e constatamos se tratar de basalto. No interior da mesma verificamos alto grau de intemperismo na rocha, e constatamos que ela foi esculpida no manto de intemperismo.

A entrada da cavidade tem orientações SE-NO (Sudeste-Noroeste), apresentando as seguintes características: seu formato se assemelha a uma meia lua, com largura máxima da base no solo de 2,30 m, no meio desta medida em 1,15 m apresenta altura máxima de 94 cm. Realizamos a medição da altura na metade da metade da largura, ou seja, de um lado aos 55 cm de largura da parede para o centro temos 55 cm de altura e no outro lado aos 55 cm de largura temos 74 cm de altura.

Adentramos na cavidade, ela possui um primeiro túnel em declive com 5,45 m de comprimento, este túnel tem 3,06 m de largura e uma altura máxima de 1,60 m, também em formato de meia lua, tendo as medidas da parede para o centro aos 57,5 cm de largura uma altura de 1,15 m e do outro lado aos 57,5 cm de largura uma altura de 1,58 m. Este primeiro túnel possui uma declividade não muito acentuada, o solo vai se aprofundando à medida que se dirige para o interior possuindo um declive total de 1,22 m.

Após percorrer este primeiro túnel com declive acentuado, chegamos ao que compreendemos ser a câmara de giro da cavidade conforme Figura 3, um salão amplo com o chão relativamente plano. Este salão tem sua base em formato circular e o teto em formato côncavo, do final do primeiro túnel até a parede no fundo em frente ao salão são 5,96 m de comprimento. A largura máxima desta circunferência é de 4,67 m, sendo que exatamente no centro da câmara de giro a altura máxima é de 2 m.

No fundo da câmara de giro existem três entradas que seguem para o interior da cavidade, uma a esquerda de quem entrou na cavidade, uma em frente e outra a direita. Denominamos estas entradas segundo a sua orientação espacial, a da esquerda possui orientação Sudoeste (SO), a entrada em frente orientação Oeste-Leste (W-E), e a da direita orientação Norte-Sul (N-S).

Realizamos a medição destas entradas, a abertura Sudoeste possui na sua base largura de 2,23 m e altura máxima de 92 cm com formato de meia lua, sendo que ao adentrar por ela chegamos num ponto que apresenta diversas bifurcações que se espalham pelo interior da cavidade, o que demanda uma nova análise mais aprofundada. A entrada Oeste-Leste apresenta na base largura de 2,20 m e altura máxima de 1,10 m esta entrada se encontra com uma das subdivisões do túnel da entrada Sudoeste, porém está obstruída por uma rocha.

A medida da base da entrada Norte-Sul é de 1,65 m de largura e altura máxima de 1,70 m, esta entrada segue em formato de um túnel com um comprimento total de 6,20 m.

No dia 21 de setembro de 2018 realizamos novamente um trabalho de campo nesta cavidade, e constatamos a presença de uma segunda câmara de giro. A qual apresenta um formato circular,

da entrada da câmara até o fundo apresenta 4,50 m de comprimento e uma largura de 4,70 m. Sua altura no centro é de 1,45 m. Esta câmara apresenta uma grande rocha sedimentada no centro.

Esta câmara de giro contém mais cinco aberturas para novos túneis. Quatro deles apresentam um diâmetro muito pequeno, sendo muito difícil adentra-los.

Em uma destas aberturas foi possível entrar, nesta encontramos o túnel principal da cavidade (Figura 4). Que se desenvolve para o interior da cavidade apresentando algumas curvas no seu trajeto. Adentramos neste túnel principal, anotando com a bússola os graus de cada curva do segmento. Considerando que medimos desde a entrada da cavidade, passando pela primeira câmara de giro, pela segunda, e adentrando no túnel principal, a cavidade alcançou 48 metros de extensão.



Figura 3: Câmara de giro 01 da cavidade número um (Acervo do autor).

Cavidade número dois: no trabalho de campo do dia 21/09 visitamos a cavidade da Linha Cotovelo conforme Figura 5, a qual está situada no fundo de vale, em meio a densa vegetação com elevado grau de dificuldade para acessar o local. Existe um pequeno riacho que corre a cerca de 10 m da cavidade.

A entrada da cavidade está nas coordenadas geográficas 27°00'17" S 52°05'59" W. Altitude com relação ao nível do mar de 797 m. Esta é uma cavidade que tem sua origem por processo de formação natural. Sua rocha matriz é o basalto. Constatamos alto grau de intemperismo na rocha, a qual apresenta falhas na vertical.



Figura 4: Segmento no interior da cavidade número um (Acervo do autor).

A abertura da cavidade tem na largura da base 4 m, aos 2,15 m de largura a altura é de 1,80 m e a altura máxima é de 2 m. A cavidade tem um único segmento com 7 m de comprimento, aos 3,50 m de comprimento a largura da base é de 1,32 m e altura de 1,33 m. No final do segmento aos 6,10 m de comprimento a largura da base é de 1,80 m e altura de 1,06 m. No interior desta cavidade a altura máxima do teto é de 3,20 m. No qual constatamos a presença de morcegos. Nesta cavidade também há elevada presença de artrópodes. Como por exemplo, o opilião de caverna.

Cavidade número três: localizada na linha Sertãozinho, distante 15 km do centro de Lindóia do Sul. A entrada da caverna também está em um local de difícil acesso, sendo que é necessário percorrer uma trilha de aproximadamente 1000 m em meio à vegetação.

A cavidade está em uma altitude de 1000 m. As coordenadas geográficas são 26°59'11,7"S 52°00'16,1"W. Esta cavidade possui características muito diferentes das duas anteriores, sua abertura é muito ampla, o teto é alto na entrada e vai se rebaixando conforme adentramos na cavidade. No trabalho de campo do dia 21/09 não procedemos com as medições da cavidade, realizamos apenas uma investigação inicial

Discussões e conclusões

Como este trabalho ainda não foi concluído, apresentamos alguns resultados preliminares diante das cavidades naturais pesquisadas.

A cavidade número um relacionando as características e medidas que obtemos, como a presença de duas câmaras de giro, e tendo nas medidas da abertura uma largura de 2,30 m e altura de 94 cm, com o que a literatura nos indica, concluímos que realmente esta cavidade se trata de uma paleotoca, sendo que o provável organismo construtor tenha sido um tatu-gigante (xenarto dasipodídeo). Perante as medições realizadas em trabalho de campo produziremos os desenhos da planta baixa e do perfil dos segmentos desta cavidade natural.



Figura 5: Interior da cavidade número dois (Acervo do autor)

Na análise preliminar da cavidade numero dois, podemos constatar que ela é fruto do falhamento da rocha matriz diante do intemperismo sofrido. Perante as medições realizadas em trabalho de campo produziremos os desenhos da planta baixa e do perfil dos segmentos desta cavidade natural.

Para a cavidade número três neste momento ainda não podemos concluir quais foram seus processos de formação, diante da demanda de trabalho de campo na sua localização. Sendo que após o trabalho de campo obteremos as medidas desta cavidade para a realização do desenho da planta baixa e do perfil dos segmentos desta cavidade.

Agradecimentos

Esta pesquisa tem como fonte de recursos o projeto “Vestígios de um passado presente: pesquisa e valorização do patrimônio arqueológico do oeste e extremo oeste catarinense”, foi aprovado no “Prêmio Elisabete Anderle de Estímulo à Cultura – Edição 2017 – Categoria: Patrimônio Cultural”. O projeto é desenvolvido pela equipe do CEOM/ Unochapecó e parceiros, dentre as ações estão previstas atividades de pesquisa de campo e laboratório e a difusão dos resultados para diferentes públicos, dentre os quais o infantil.

Referências

Almeida FFM 1977. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, 7: 349 -364.

Brasil. Decreto n. 6.640, de 7 de nov. de 2008. **Dá nova redação aos arts. 1o, 2o, 3o, 4o e 5o e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.** Brasília, DF, nov 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm#art1>. Acesso em: 28 mai. 2018.

Buchmann F; Frank HT; Ferreira VMS & Cruz EA 2016. Evidência de vida gregária em paleotocas atribuídas a Mylodontidae (preguiças-gigantes). **Revista Brasileira de Paleontologia**, **19**: 259-270. doi.org/10.4072/rbp.2016.2.09.

CECAV 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>> Acesso em: 02 out. 2018.

EMBRAPA 2004. Solos do Estado de Santa Catarina. Boletim de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa, **46**: 37 p.

Frank HT; Buchmann FS; Lima LG; Lopes RP; Fornari M & Caron F 2011. Interdisciplinaridade aplicada a paleotocas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31, 2011. **Anais**, Ponta Grossa, p. 541-548.

Frigo FJG 2017. Variabilidade litológica e formas de abrigos sob rocha - uma discussão geoespeleológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. **Anais**, Campinas, p.465-475.

IBGE 2010. Lindóia do Sul – População no último censo [2010]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lindoi-do-sul/panorama>> Acesso em: 28 set. 2018.

Jansen DC; Cavalcanti LF & Lambem HS 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, **8**: 42-57.

Paim EA 2006. Aspectos da constituição histórica da região oeste de Santa Catarina. **Revista de História**, **14**: 121-138.

Piló LB & Auler A 2011. Introdução à Espeleologia. In: CECAV. III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 7-23.

Registro da predação por microgastrópodes *Heleobia australis* em estromatólitos da Lagoa Salgada, Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Victor Amir Cardoso Dorneles¹; Anelize Manuela Bahniuk Rumbelsperger¹ & Robson Tadeu Bolzon¹

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

dornelesgel@gmail.com; anegeo2@gmail.com; bolzonrt@ufpr.br

Palavras-chave: microgastrópodes, predação, estromatólitos, Lagoa Salgada, *Heleobia australis*

Introdução

Estromatólitos são estruturas organossedimentares que se acumularam como resultado da interação de comunidades microbianas bentônicas, as quais aprisionam sedimentos detríticos e/ou induzem a precipitação de sedimentos químicos (Burne & Moore 1987). Os microrganismos formadores desses são predominantemente cianobactérias e pequenas algas, as quais ocupam uma variedade de ambientes, incluindo águas de composição química muito diferentes, e seu envolvimento na sedimentação é igualmente variada (Riding 2011).

De acordo com Riding (1991) estromatólitos podem ser distinguidos dos demais microbialitos com base na sua estruturação interna, sendo aqueles depósitos microbianos que apresentam uma laminação (Figura 1A). Conforme o mesmo autor, estromatólitos são formados através de processos distintos (aprisionamento, biomineralização ou mineralização) que agiram no passado geológico em determinados ambientes que hoje são raros (Figura 1B).

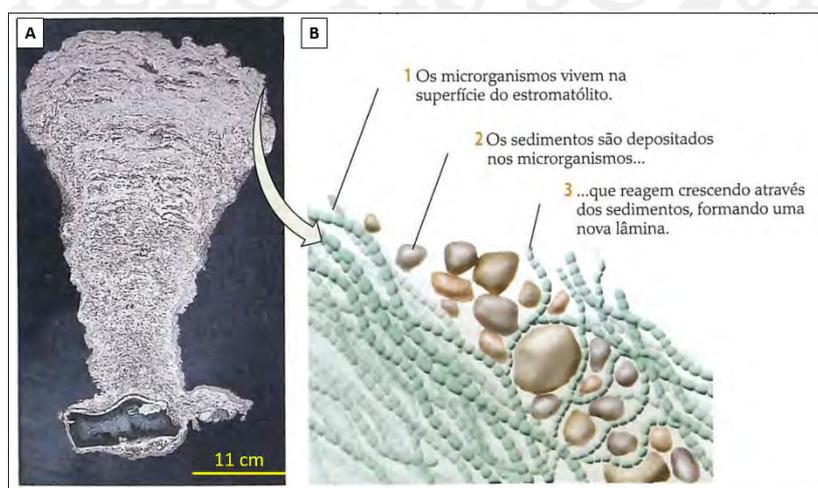


Figura 1: Imagem esquemática da formação de estromatólitos. **A** – amostra de estromatólito recente de Shark Bay, Austrália, mostrando a estruturação interna laminada; **B** – interação de microrganismos e sedimentos durante a formação da estrutura estromatolítica (Adaptado de Grotzinger & Jordan 2013).

O estudo de estromatólitos se mostra muito importante, pois tais estruturas são consideradas o registro mais antigo de vida na Terra, chegando a idades de até 3,5 bilhões de anos (Awramik 1992; McNamara & Awramik 1992; Hofmann et al. 1999). Esse estudo pode ser aplicado a diversas áreas, uma vez que auxilia nas interpretações de paleoambientes, paleosalinidades, paleolatitudes, correlações bioestratigráficas, datação de rochas, micropaleontologia, direções de paleocorrentes e determinação de topo e base de sequências deformadas (Hofmann 1973).

Uma vez que estromatólitos são potenciais estruturas do registro de processos ambientais em suas tramas e revelam-se importantes bioassinaturas de paleoambiente, o estudo de sua estruturação interna configura uma forma de entender as diferentes condições de formação dessas bioestruturas e sua relação com o ecossistema onde se desenvolvem. Portanto, este trabalho objetivou caracterizar as carapaças de moluscos presentes em um estromatólito da Lagoa Salgada, de forma a compreender a relação desses pequenos organismos com o estromatólito e qual foi a influência exercida no desenvolvimento da bioestrutura na qual ocorrem.

Contexto Geológico

Para o presente trabalho foram utilizadas amostras de estromatólitos coletadas da Lagoa Salgada, localizada no sudeste do Brasil, na região litorânea nordeste do estado do Rio de Janeiro, próximo ao município Campos dos Goytacazes, cujas coordenadas são $41^{\circ}00'30''\text{W}$ e $21^{\circ}54'10''\text{S}$ (Figura 2).

As vias de acesso à lagoa são a rodovia BR-101 a partir da cidade do Rio de Janeiro, sentido município de Campos, por cerca de 290 km, e então pela rodovia RJ-216 sentido a Cabo de São Tomé, por 50 km. O restante do trajeto é feito por uma estrada secundária de terra, por 20 km, atravessando os vilarejos de Santa Rosa e Quixaba, sentido Barra do Açu (Iespa 2010).



Figura 2: Mapa de localização da Lagoa Salgada, estado do Rio de Janeiro (Bahniuk 2013).

A Lagoa Salgada tem uma área de 16 km^2 , comprimento de 8,6 km e largura máxima de 1,9 km com o eixo principal NW-SE (Lemos et al. 1994). Esta laguna integra o Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, estando situada em uma planície arenosa cuja origem está associada às oscilações do nível do mar durante o Holoceno (Martin et al. 1993). Segundo Srivastava (1999), essa lagoa hospeda as únicas ocorrências bem desenvolvidas de estromatólitos carbonáticos colunares, domais e estratiformes de idade holocênica no Brasil.

A ocorrência destas no estado do Rio de Janeiro é favorecida diretamente pela presença de cianobactérias e condições físico-químicas extremas (hipersalinas) associadas à sedimentação carbonática (Damazio 2004). Na margem e no interior da Lagoa Salgada ocorrem estromatólitos estratiformes e domais, oncoides, trombólitos e esteiras microbianas (Iespa et al. 2012).

Materiais e Métodos

Foram coletadas pelos professores doutores Anelize Manuela Bahniuk Rumbelsperger e Crisogono Vasconcelos amostras de estromatólitos recentes da Lagoa Salgada, durante campanha de campo realizada no ano de 2011. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR), local de desenvolvimento da pesquisa.

Uma das amostras, cujas dimensões são de 16 cm de altura por 20 cm de diâmetro, foi selecionada para a este trabalho (Figura 3A). O preparo inicial desta se deu por seccionamento vertical e lavagem com água para melhor expressão de suas feições estruturais e texturais, auxiliando na descrição do estromatólito (Figura 3B).

Com base nas características texturais, na trama e na porosidade das camadas do estromatólito, dividiu-se a amostra, da base para o topo, em cinco microfácies que foram descritas macroscopicamente e com auxílio de Estereomicroscópio Zeiss, modelo V8, no LAMIR. Na descrição macroscópica encontrou-se bioclastos associados a uma das microfácies, os quais foram identificados como carapaças de microgastrópodes.

Foram coletadas 500 valvas de microgastrópodes com auxílio de pinça e lupa, que posteriormente foram separadas dos sedimentos por lavagem com água e peneiramento. Estes bioclastos foram descritos por estereomicroscopia e contabilizados conforme o seu possível estágio de vida.

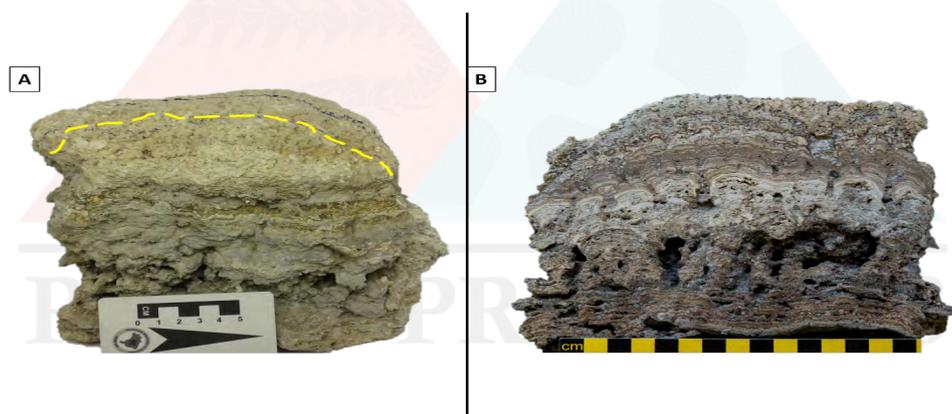


Figura 3: Amostra de estromatólito da Lagoa Salgada selecionada para o presente trabalho. **A** – local de seccionamento da amostra (em amarelo); **B** – Amostra seccionada e lavada para realçar suas texturas e estruturas, em destaque vermelho a porção na qual ocorrem as valvas de microgastrópodes.

Resultados Obtidos

Os critérios para a distinção das cinco microfácies do estromatólito foram as características texturais e as tramas: microlaminações, bioerosão, cavidades vugulares e fenestras, que estão por sua vez associados a porosidade dos estratos. A segunda microfácies definida da base para o topo do estromatólito, cuja espessura é de 4,5 cm, correspondente ao estrato mais espesso da amostra, foi denominada de microfácies trombólito. A cor em geral é castanho levemente avermelhado. A trama não apresenta laminação, mas um desarranjo na estrutura, formando coágulos e cavidades que se interligam, além de ter um aspecto friável. Esta microfácies constitui a porção mais porosa da amostra, prevalecendo a porosidade do tipo caverna (Figura 4A). Além disso é recorrente a presença de bioclastos preenchendo as cavidades, os quais foram identificados como valvas de microgastrópodes (Figura 4B). A ocorrência destes evidencia uma bioerosão bastante significativa no estrato, gerando uma estruturação maciça.

A espécie dos microgastrópodes foi identificada como *Heleobia australis* d'Orbigny 1835. Trata-se de um molusco cujo habitat é a zona entremarés, pois vivem em ambientes protegidos da

ação direta do mar, como estuários e lagoas costeiras (Fiori & Carcedo 2011). Os *H. australis* tem geralmente comprimento total <7,0 mm e constituem um dos principais componentes bióticos da fauna em estuários, além de possuir uma distribuição geográfica ampla, do sudeste brasileiro até o sul da Argentina (Gaillard & Castellanos 1976 apud Francesco & Isla 2004).

Foram coletados 500 exemplares de conchas de *H. australis* (Figura 4C), as quais apresentam cor branca, com exemplares translúcidos, e brilho perolado (Figura 4D). Não apresentam sinais de tração ou arrasto, encontrando-se majoritariamente inteiras. Algumas carapaças apresentam perfurações concêntricas, possíveis evidências de bioerosão. As conchas variam em tamanhos de 1,0 mm até 4,0 mm de comprimento com diâmetros variando de 1,0 mm até 2,0 mm (Figura 4E). Os exemplares de tamanhos diferentes ocorrem juntos nas cavidades dos estratos.

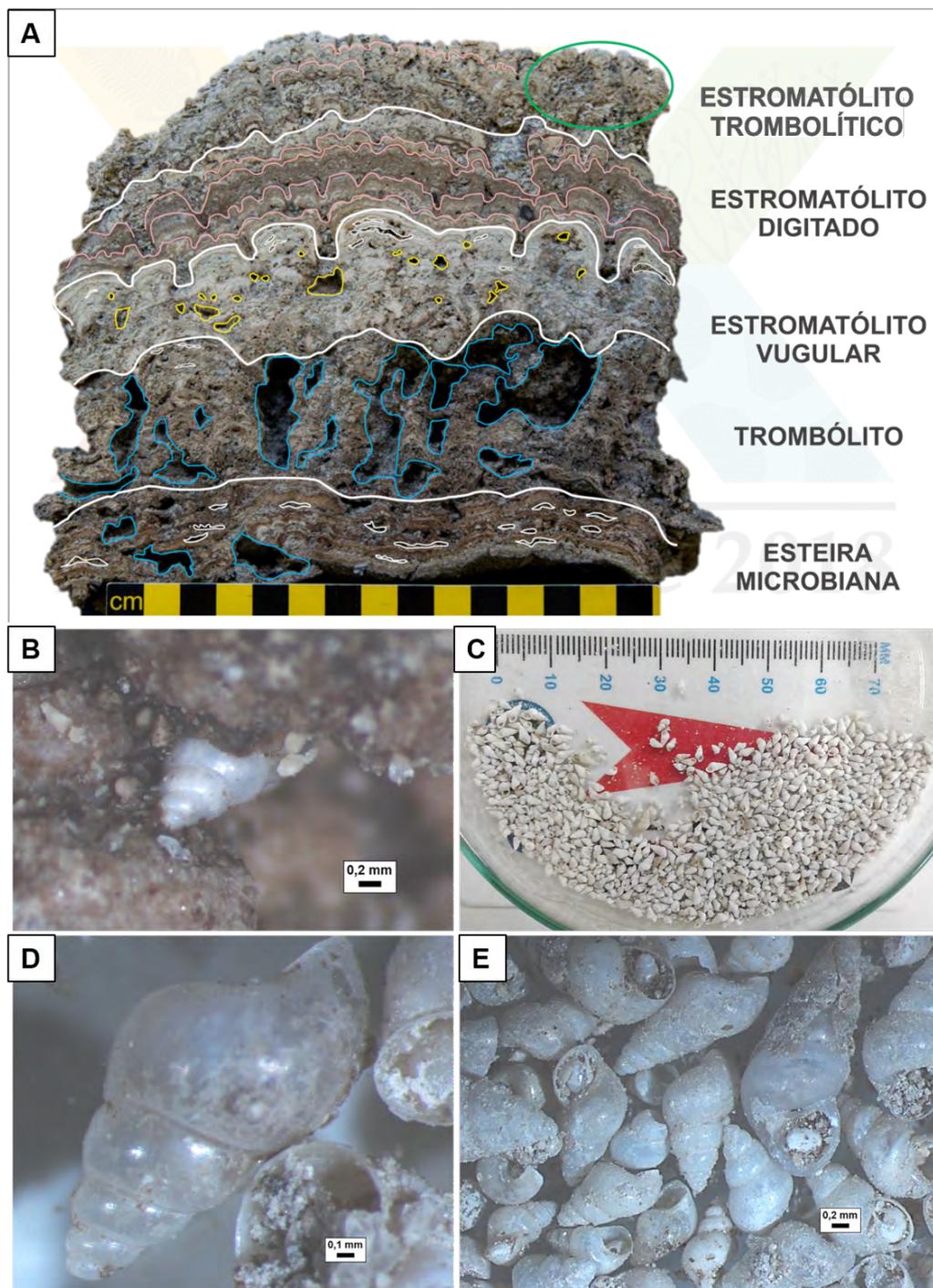


Figura 4: Conchas de microgastrópodes *Heleobia australis* encontrados no estromatólito da Lagoa Salgada. **A** – microfácies definidas para o estromatólito, na microfácies trombólito foram coletadas as valvas do *H. australis*; **B** –

concha de *H. australis* encrustada nas cavidades da microfácies trombólito; **C** – amostras coletadas para descrição e identificação; **D** – exemplar de *H. australis* translúcido, com brilho perolado; **E** – variação dos tamanhos das conchas, mostrando que exemplares de idades diferentes ocorrem juntos.

Discussões e Conclusões

Os ciclos de vida dos *H. australis* são estimados por meio de análise da distribuição tamanho-frequência (Figueiredo-Barros et al. 2006). Tais ciclos podem ser influenciados por variações na salinidade e na temperatura, e também na produção de organismos primários.

A Figura 5 mostra a distribuição em tamanho pela frequência das conchas de *H. australis* encontradas na amostra do presente trabalho. O valor amostral da análise é de 500 exemplares. Os tamanhos de conchas encontrados variaram de 1,0 x 1,0 mm (comprimento por diâmetro) até 4,0 x 2,0 mm. A curva de frequência no gráfico (em vermelho) mostra uma população jovem com um provável ciclo de vida curto durante o desenvolvimento estromatolítico.

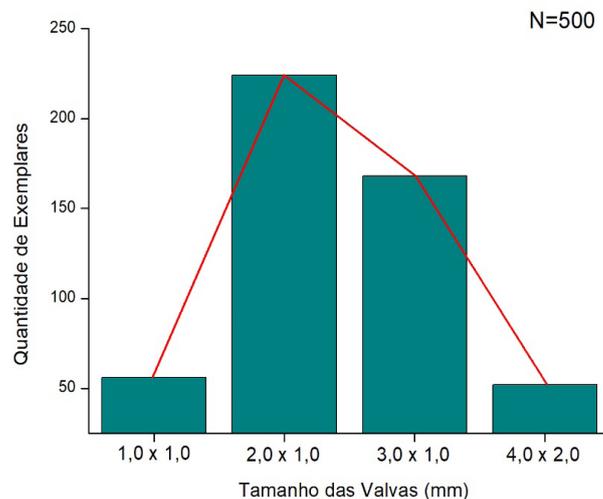


Figura 5: Ciclo de vida da população de *H. australis* sugerida para os exemplares coletados no estromatólito da Lagoa Salgada. Os tamanhos das valvas foram medidos pelo comprimento e pelo diâmetro, em milímetros, e relacionados com sua frequência de ocorrência.

Os microgastrópodes cujas conchas foram encontradas na microfácies trombólito não foram transportados e trapeados pelo estromatólito, mas viveram na estrutura estromatolítica durante o desenvolvimento desta. Essa afirmação é evidenciada com base na variação dos tamanhos das conchas encontradas, que representam diferentes estágios de vida dos microgastrópodes.

Figueiredo-Barros et al. (2006) analisaram carapaças de *H. australis* da Lagoa Imboassica, Rio de Janeiro, e encontraram tamanhos variando de 1,4 mm a 6,5 mm, identificando um ciclo de vida mais curto devido as altas taxas de crescimento promovidas pela elevada temperatura. Conde e Senra (2007) encontraram tamanhos entre 0,3 mm e 5,3 mm para conchas de *H. australis* da Lagoa Salgada.

Visto que a presença das carapaças de microgastrópodes da espécie *Heleobia australis* se deu de forma *in situ*, pode-se inferir que esses organismos foram, provavelmente, responsáveis pela intensa bioerosão presente nessa amostra, culminando com o aumento da porosidade daquele estrato, pois trata-se de metazoários pastadores, que se alimentam diretamente de microalgas (Conde & Senra 2007).

Este pequeno gastrópode detritívoro é amplamente distribuído em ambientes estuarinos, habitando fundos lamosos e com alto conteúdo de matéria orgânica (Conde & Senra 2007).

Essa espécie é bem-sucedida na zona estuarina porque a ação contínua da maré promove uma temperatura relativamente estável, sendo o período reprodutivo e de crescimento influenciados por mudanças de salinidade e exposição à maré, fatores que também afetam sua ecologia distribucional (Francesco & Isla 2004).

As carapaças dos microgastrópodes são os bioclastos carbonáticos mais abundantes na Lagoa Salgada e apresentam intensa microbioerosão, gerada por cianobactérias (Conde & Senra 2007). A presença desses organismos na lagoa está ligada à alta produtividade primária devido a produção de estromatólitos recentes. Portanto, pode-se concluir que a presença de diferentes tamanhos nas valvas dos microgastrópodes da espécie *Heleobia australis*, representando diferentes estágios de vida, revela que esses moluscos habitavam aquele ecossistema, sugerindo uma predação nos microrganismos formadores do estromatólito.

Enquanto que a presença de *H. australis* gerou a bioturbação bastante pervasiva na microfácies trombólito, estes organismos podem ter contribuído com a bioconstrução da microfácies seguinte, posto que as conchas de microgastrópodes começam a ser dissolvidas logo após a morte dos moluscos (Hecth 1933 apud Morse 2003). A atividade do íon carbonato diminui rapidamente à medida que ocorre a entrada de CO₂ no sistema, derivado da decomposição da matéria orgânica, levando a uma diminuição no estado de saturação da água (Morse 2003). Os trabalhos de Hutchings (1986) e Garcia-Pichel et al. (2004) têm mostrado que parte do carbonato de cálcio que é gerado em ambientes carbonáticos é derivado da interação entre moluscos e cianobactérias, sugerindo que o mecanismo básico de destruição de carbonatos marinhos seja a dissolução bioquímica ocasionada pela atividade microbiana. Os microgastrópodes *H. australis* foram apontados por Senra et al. (2006) como fonte de carbonato na Lagoa Salgada, uma vez que apresentam microbioerosões causadas pelas cianobactérias e sulfobactérias formadoras das esteiras microbianas presentes na lagoa.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Projeto Microbial, uma parceria técnico-científica entre o LAMIR, a FUNPAR e a empresa PETROBRAS, pelo apoio financeiro da pesquisa.

Referências

- Awramik SM 1992. The History and Significance of Stromatolites. In: Schidlowski M; Golubic S; Kimberley MM; McKirdy DM & Trudinger PA (Eds) **Early Organic Evolution**. Berlin-Heidelberg, Springer, p. 435-449.
- Bahniuk AM 2013. **Coupling organic and inorganic methods to study growth and diagenesis of modern microbial carbonates, Rio de Janeiro State, Brazil: implications for interpreting ancient microbialite facies development**. Tese de Doutorado, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 169p.
- Burne RV & Moore LS 1987. Microbialites: organosedimentary deposits of benthic microbial communities. **Palaios**, 2:241-254.
- Conde JN & Senra MCE 2007. Marcas de predação em microgastrópodos da Lagoa Salgada, RJ, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, 30(1): 226.
- Damazio CM 2004. **Tipificação e bioestratificação cianobacteriana das esteiras microbianas da borda noroeste da lagoa Pitanguinha, Holoceno do Rio de Janeiro, Brasil**. Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 171p.

- Figueiredo-Barros MP; Leal JJ; Esteves FDA; Rocha ADM & Bozelli RL 2006. Life cycle, secondary production and nutrient stock in *Heleobia australis* (d'Orbigny 1835) (Gastropoda: Hydrobiidae) in a tropical coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **69**(1-2): 87-95.
- Fiori SM & Carcedo MC 2011. Estado actual del conocimiento sobre *Heleobia australis* y perspectivas futuras. In: **Amici Molluscarum**, Número especial: 28-29.
- Francesco CG & Isla FI 2004. The life cycle and growth of *Heleobia australis* (D'Orbigny, 1835) and *H. conexa* (Gaillard, 1974) (Gastropoda: Rissoidae) in Mar Chiquita coastal lagoon (Argentina). **Journal of Molluscan Studies**, **70**(2): 173-178.
- GarciaPichel F; AlHorani FA; Farmer JD; Ludwig R & Wade BD 2004. Balance between microbial calcification and metazoan bioerosion in modern stromatolitic oncolites. **Geobiology**, **2**(1): 49-57.
- Grotzinger J & Jordan T 2013. **Para entender a Terra**. Porto Alegre, Bookman, 738 p.
- Hofmann HJ 1973. Stromatolites: characteristics and utility. **Earth-Science Review**, **9**: 339-373.
- Hofmann HJ; Grey K; Hickman AH & Thorpe RI 1999. Origin of 3.45 Ga coniform stromatolites in Warrawoona group, Western Australia. **Geological Society of America Bulletin**, **111**(8): 1256-1262.
- Hutchings PA 1986. Biological destruction of coral reefs. **Coral reefs**, **4**(4): 239-252.
- Iespa AAC 2010. **O Plexo Estromatólito–Trombólito–Oncoide, Lagoa Salgada, RJ, Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 105p.
- Iespa AAC; Iespa CMD & Borghi L 2012. Evolução paleoambiental da lagoa salgada utilizando microbialitos, com ênfase em microfácies carbonáticas. **Geociências**, **31**(3): 71-380.
- Lemos RMT; Silva CG & Spadini AR 1994. Estratigrafia e estromatólitos recentes da Lagoa Salgada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994. **Anais**, Camboriú, p. 258-260.
- Martin L; Suguio K & Flexor JM 1993. As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de "deltas" brasileiros. **Boletim IG-USP, Publicação Especial**(15): 1-186.
- McNamara KJ & Awramik SM 1992. Stromatolites: a key to understanding the early evolution of life. **Science Progress**, **76**: 345-364.
- Morse JW 2003. Formation and diagenesis of carbonate sediments. **Treatise on Geochemistry**, **7**: 407.
- Riding R 1991. Classification of microbial carbonates. In: Riding R (Ed) **Calcareous algae and stromatolites**. New York, Springer-Verlag, p. 21-51.
- Riding R 2011. Microbialites, stromatolites, and thrombolites. In: Reitner J & Thiel V (Eds) **Encyclopedia of Geobiology**. Encyclopedia of Earth Science Series, Heidelberg, Springer, p. 635-654.

Senra MCE; Silva LH; Conde JN & Iespa AAC 2006. Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Rissoidae) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, 29(2): 199-209.

Srivastava NK 1999. Lagoa Salgada, RJ - Estromatólitos recentes. In: Schobbenhaus C; Campos DA; Queiroz ET; Winge M & Berbert-Born MLC (Eds) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Rio de Janeiro, DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP 041, p. 203-209.



Coprólitos da Formação Rio do Rasto (Neopermiano da Bacia do Paraná) registrados no Estado do Paraná

Raíssa Cristina Oliveira Fontanelli¹ & Cristina Silveira Vega¹

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

raissacfontanelli@gmail.com; cristinavega@ufpr.br

Palavras-chave: Coprólito, Permiano, Bacia do Paraná.

Introdução

Coprólitos constituem fezes fossilizadas cujo estudo é uma ferramenta única para a reconstrução de cadeias tróficas e da paleoecologia (Carvalho 2007). Eles estão relacionados a um grupo de icnofósseis denominados de bromatólitos que representam resíduos fossilizados do trato intestinal de animais (Hunt 1992). Ademais de sua importância paleoecológica, os coprólitos, quando ocorrem em quantidades significativas, apresentam importância bioestratigráfica (Carvalho et al. 2009).

Os coprólitos apresentam diferentes formas e tamanhos a depender do organismo produtor (Fernandes et al. 2007). Na classificação morfológica, um aspecto relevante, segundo Souto (2007), é a análise das extremidades que podem ser isopolares (extremidades iguais) ou anisopolares (extremidades diferentes). E, quando se trata de coprólitos espirais, estes podem ser do tipo heteropolar, no qual há poucas e amplas espiras que se concentram em uma das extremidades, ou do tipo anfipolar, em que as espiras ocorrem ao longo de todo o coprólito (Neumayer 1904).

Uma das características diagnósticas mais marcantes é a presença de inclusões que representam restos de presas não-digeridas (Thulborn 1991). Desta forma, o estudo por meio de seções delgadas pode ajudar a revelar a composição e a natureza das inclusões, como ossos de organismos predados, escamas, cianobactérias, fragmento de plantas e invertebrados (Northwood 2005), e, juntamente, informações petrográficas sobre a composição da matriz e a tafonomia (Dentzien-Dias et al. 2012).

Os icnofósseis estudados são provenientes de afloramentos da porção superior do Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto, localizados no norte do estado do Paraná (Figura 1). Eles foram descritos em relação a morfologia, presença de inclusões e feições superficiais. Uma análise complementar foi feita a partir do estudo dos coprólitos em lâmina petrográfica que visou, principalmente, a caracterização das inclusões encontradas.

Contexto Geológico

A Formação Rio do Rasto representa a unidade superior do Grupo Passa Dois, este inserido no final da Supersequência Gondwana I que registra a progressiva continentalização da Bacia do Paraná (Milani et al. 1998). A compartimentação estratigráfica da Formação Rio do Rasto é feita no Membro Serrinha, porção inferior, com espessuras variando de 150 a 250 m, e no Membro Morro Pelado, superior, com 250-350 m de espessura (Holz et al. 2010).

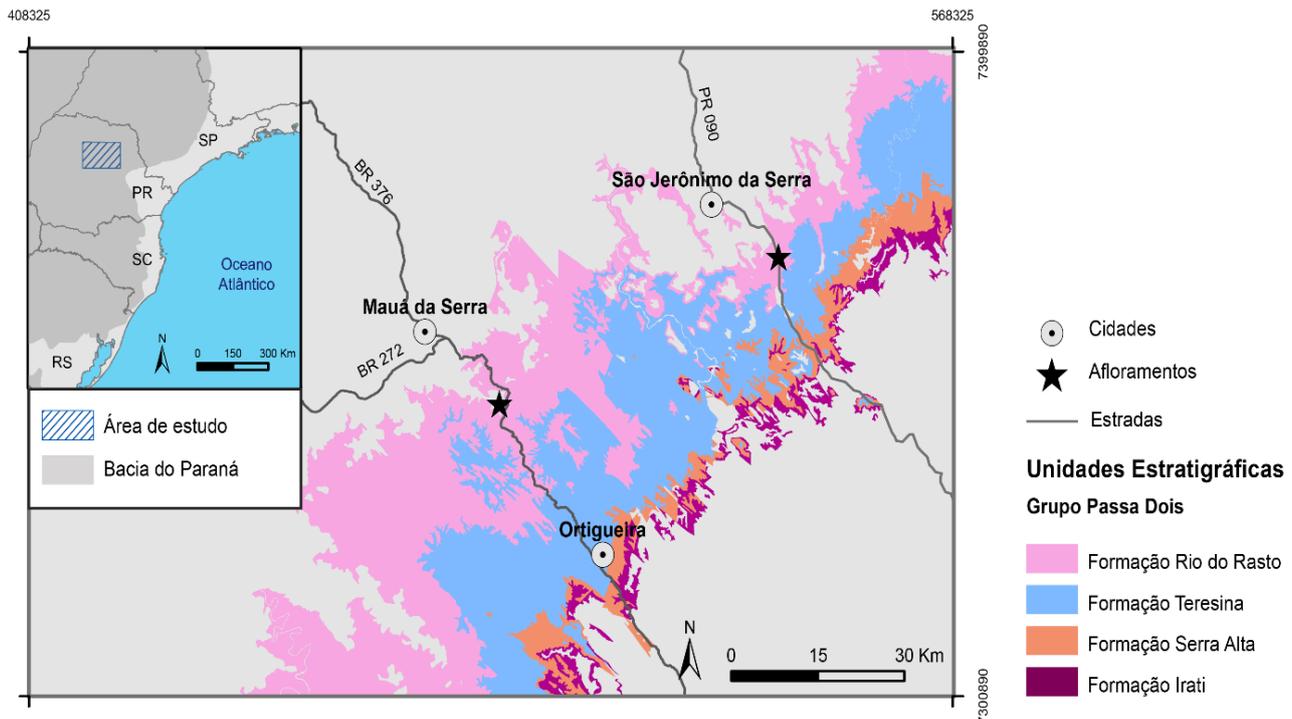


Figura 1 – Mapa com a localização dos afloramentos de procedência dos fósseis estudados.

O Membro Serrinha é composto por lamitos e arenitos finos, e tem seu ambiente deposicional interpretado como formado por lagos rasos com influências esporádicas de ondas de tempestade e incursões fluviais (Rohn 1994). Segundo Holz et al. (2010), a passagem do membro Serrinha para o Membro Morro Pelado ocorre de forma transicional na porção centro leste da bacia.

O Membro Morro Pelado se distingue da unidade subjacente pelo maior predomínio de corpos areníticos, em que há uma tendência de aumento da granulação em direção ao topo (Holz et al. 2010). O sistema deposicional desta unidade já foi interpretado de modos distintos. Rohn (1994) interpreta o Membro Morro Pelado como tendo sido depositado em um grande sistema lacustre durante a instalação de condições desérticas. Em estudo sobre a sedimentação do Membro Morro Pelado nos estados do Paraná e Santa Catarina, Schemiko et al. (2014) o definem como composto pelo empilhamento de fácies relacionadas a depósitos fluviais distributários, deltaicos e eólicos. Warren (2006), sobre a faixa aflorante na região centro-sul de Santa Catarina, define o Membro Morro Pelado como caracterizado por depósitos tabulares lateralmente contínuos associados a fluxos hiperpicnais de barras de desembocadura deltaicas.

Os fósseis da Formação Rio do Rasto oferecem um importante registro do Neopermiano da Bacia do Paraná (Langer et al. 2008). Esta unidade é composta por uma rica fauna de vertebrados como tetrápodes, peixes dipnoi, actinoptérígios e elasmobrânquios (Barberena et al. 1985; Richter e Langer 1998; Cisneros et al. 2005; Pauliv et al. 2014), além de fósseis de plantas, invertebrados e icnofósseis (Rohn 1988; Rohn e Rösler 1990, 2000; Dentzien-Dias et al. 2012; Francischini et al. 2018).

Materiais e métodos

Os materiais estudados encontram-se tombados na Coleção de Paleontologia de Vertebrados do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO) da Universidade Federal do Paraná. Nesse estudo foram descritos os coprólitos identificados pelos códigos UFPR 0250 PV, UFPR 0256 PV, UFPR 0265 PV, UFPR 0266 PV, UFPR 0286 PV – UFPR 0289 PV, UFPR 0291 PV – UFPR 0296 PV,

UFPR 0303 PV, UFPR 0304 PV, UFPR 0306 PV, UFPR 0318 PV e UFPR 0326 PV, que totalizaram 19 exemplares de coprólitos estudados.

A classificação morfológica dos coprólitos foi realizada com base nas propostas de Dentzien-Dias et al. (2012) e Hunt et al. (2012). Para a análise das inclusões e da matriz que constitui os coprólitos, foram confeccionadas sete lâminas petrográficas a partir dos exemplares identificados pelos códigos UFPR 0286 PV, UFPR 0287 PV, UFPR 0289 PV, UFPR 0290 PV, UFPR 0291 PV, UFPR 0295 PV e UFPR 0296 PV.

Resultados e discussões

De acordo com a classificação morfológica e com relação a extremidades, observou-se que cinco coprólitos podem ser classificados como isopolares, sete como anisopolares e sete como indeterminado. A classificação com relação às formas espiraladas obteve como resultado nove coprólitos classificados como heteropolares, três como anfipolares e sete como indeterminados (Figura 2). Dentre os coprólitos heteropolares, destaca-se também a identificação de seis coprólitos com a morfologia do tipo Nó identificada por Dentzien Dias et al. (2012) para a Formação Rio do Rasto aflorante no Rio Grande do Sul.

A maior parte dos coprólitos estudados, doze exemplares, foram definidos como coprólitos espiralados. Os coprólitos espiralados são atribuídos a peixes com válvula espiral (Hunt 1992; Sumner 1994). Isso se deve a evidências que sugerem que a maioria, se não todos, os grupos primitivos de peixes apresentavam alguma forma de intestino valvular capaz de produzir fezes espiraladas, enquanto que há muito pouca evidência que suporte a existência de válvula intestinal espiral em outros grupos de vertebrados além de peixes (Sumner 1994). De acordo com Johnson (1934) apud Northwood (2005) os peixes paleoniscídeos provavelmente apresentavam válvula espiral simples e produziam fezes anfipolares.

Os coprólitos heteropolares apresentam como produtores tubarões, pois estudos observacionais e experimentais têm revelado que peixes atuais com válvulas espirais relativamente simples (e.g. peixes dipnoicos) produzem fezes com estruturas anfipolares, enquanto que tubarões com válvulas mais complexas produzem fezes com estruturas heteropolares (Williams 1972; Jain 1983; McAllister 1995 apud Northwood 2005).

A análise de coprólitos em seção delgada busca compreender e identificar a natureza das inclusões encontradas nos coprólitos e sua composição mineralógica. A matriz dos coprólitos é composta principalmente por apatita amorfa e incipientemente, carbonato na forma de micrita. Também ocorre porcentagem variável (5-40%) de minerais opacos nas lâminas de coprólitos estudadas. Inclusos na matriz ocorrem escamas e fragmentos de ossos, ambos compostos por apatita.

Os fragmentos de ossos têm tamanho variando de 0,2 a 5 mm (Figura 3A). As escamas variam de 0,5 a 6 mm de comprimento (Figura 3B) e ocorrem isoladas ou como aglomerados (Figura 3C e D). Algumas escamas apresentam morfologia da estrutura *peg-and-socket*, associada a escamas de peixes paleonisciformes (Carroll 1988). As escamas encontradas inclusas apresentam apenas a porção composta pela série de camadas de esmalte denominada de ganoína preservada. Em uma das lâminas, foi possível reconhecer uma mandíbula na qual é possível identificar os dentes (Figura 3E).

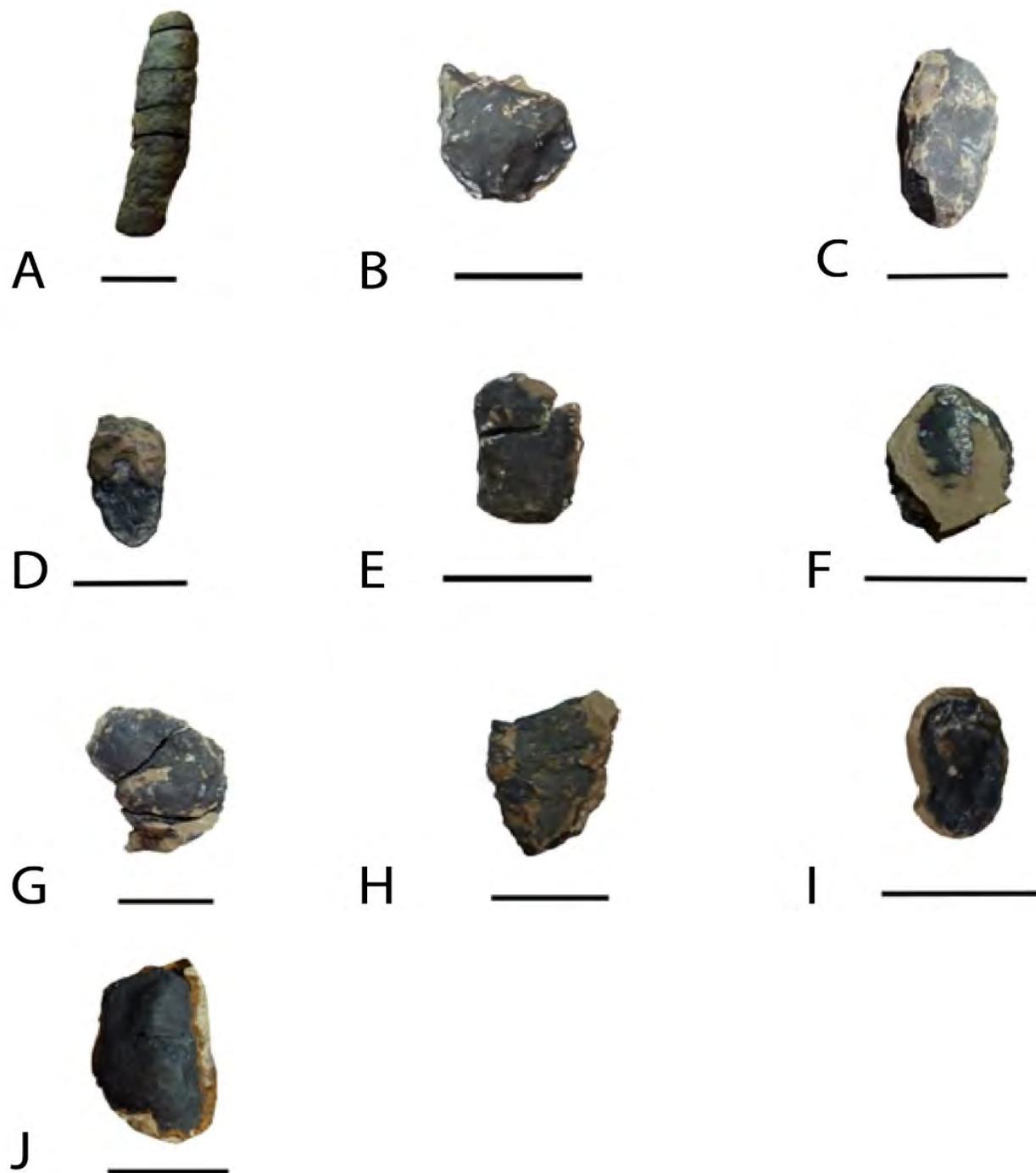


Figura 2 – Foto dos principais coprólitos estudados, procedentes da Formação Rio do Rasto, estado do Paraná. **A** – Coprólito isopolar e anfipolar, UFPR 0286 PV. **B** – Coprólito anisopolar e heteropolar, UFPR 0287 PV. **C** – Coprólito isopolar e heteropolar, UFPR 0288 PV. **D** – Coprólito de morfotipo indeterminado, UFPR 0289 PV. **E** – Coprólito isopolar e anfipolar, UFPR 0291 PV. **F** – Coprólito anisopolar e heteropolar, UFPR 0292 PV. **G** – Coprólito anisopolar e heteropolar UFPR 0293 PV. **H** – Coprólito de morfotipo indeterminado, UFPR 0294 PV. **I** – Coprólito anisopolar e heteropolar, UFPR 0295 PV. **J** – Coprólito de morfotipo indeterminado, UFPR 0296 PV. Escalas: 2 cm.

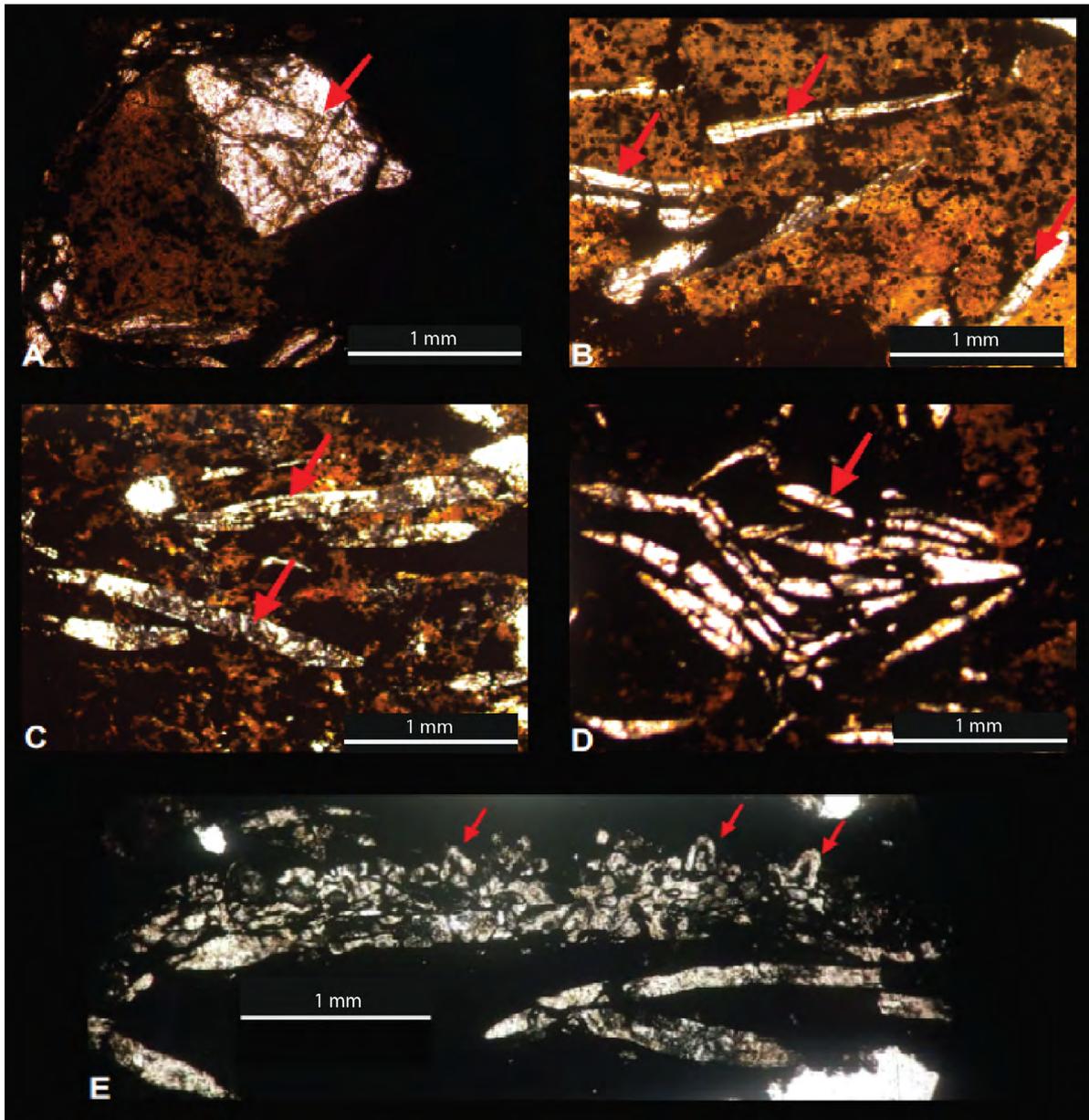


Figura 3 – Fotografias das lâminas petrográficas feitas a partir dos coprólitos. **A** – Inclusão de fragmento de osso, UFPR 0295 PV. **B** – Escamas em corte longitudinal, UFPR 0295 PV. **C** – Escamas com morfologia de estrutura *peg-and-socket*, UFPR 0295 PV. **D** – Aglomerado de escamas em corte transversal, UFPR 0291 PV. **E** – Mandíbula encontrada no UFPR 0287 PV, as flechas indicam os dentes. As estruturas estão indicadas por flechas vermelhas. Escalas: 1 mm.

Conclusões

Na literatura, os coprólitos espiralados são atribuídos como tendo sido produzidos por peixes. Dos dezenove coprólitos estudados, doze apresentaram formas espiraladas, podendo então serem atribuídos a peixes como organismos geradores. São encontrados, nos afloramentos estudados, diversas escamas isoladas de peixes Palaeonisciformes, além das escamas encontradas inclusas na matriz dos coprólitos. Deste modo, os Palaeonisciformes podem ser os produtores de tais coprólitos.

Em lâminas petrográficas, foi possível observar inclusões de escamas e fragmentos de ossos. A presença de inclusões de fragmentos de ossos e escamas de peixe indica que o provável produtor do coprólito era carnívoro. Futuramente, um estudo paleohistológico dos fragmentos de ossos e das escamas poderia ser realizado de modo a obter mais informações dos restos de organismos fossilizados inclusos nos coprólitos.

Ademais, em campo, observou-se que coprólitos ocorrem com certa abundância no afloramento de São Jerônimo da Serra. Os coprólitos são encontrados em diferentes níveis estratigráficos nas camadas de rochas pelíticas e nos quais ocorrem também escamas isoladas, fragmentos de ossos, bivalves e conchostráceos. O modo de ocorrência dos coprólitos pode estar diretamente relacionada ao contexto deposicional fluvial da Formação Rio do Rasto (Schemiko et al. 2014) pois, segundo Edwards e Yatkola (1974), os ambientes com maiores chances de preservação de coprólitos estão relacionados a ambientes fluviais de baixa energia, com deposição de sedimentos finos.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais aos colegas do LABPALEO pelos apontamentos, críticas e conselhos que ajudaram no aprimoramento do estudo. Também aos laboratórios LABPALEO, LAMIR, LAPEM e Oficina de Laminação, vinculados ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, pela disponibilização da estrutura necessária para a realização do estudo.

Referências

- Barberena MC; Araújo DC & Lavina EL 1985. Late Permian and Triassic tetrapods of Southern Brazil. **National Geographic Research**, 1(1): 5-20.
- Carroll RL 1988. **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York, W.H. Freeman and Company, 698 p.
- Carvalho IS 2007. Icnofósseis de vertebrados. In: Carvalho IS & Fernandes ACS (Eds). **Iconologia**. São Paulo, SBG, Série Textos nº 3, p. 58-73.
- Carvalho IS; Souto PRF & Silva RC 2009. Icnofósseis de Vertebrados. In: Atila ASR (Ed). **Vertebrados fósseis de Santa Maria e região**. Santa Maria, Pallotti, v1, p. 253-277.
- Cisneros JC; Abdala F & Malabarba MC 2005. Pareiasaurids from the Rio do Rasto Formation, Southern Brazil: biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 8(1): 13-24.
- Dentzien-Dias PC; Figueiredo AEQ; Horn B; Cisneros JC & Schultz CL 2012. Paleobiology of a unique vertebrate coprolites concentration from Rio do Rasto formation (Middle/Upper Permian), Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 40: 53-62.
- Edwards PD & Yatkola D 1974. Coprolites of White Howe River (Oligocene) carnivorous mammals: origin and paleo- ecologic and sedimentologic significance. **Contributions to Geology**, 13: 67-73.
- Fernandes ACS; Carvalho IS & Agostinho S 2007. Icnofósseis: conceitos gerais. In: Carvalho IS & Fernandes ACS (Eds). **Iconologia**. São Paulo, SBG, Série Textos nº 3, p. 8-23.
- Francischini H; Dentzien-Dias P; Guerra-Sommer M; Menegat R; Santos JOS; Manfroi J & Schultz CL 2018. A middle Permian (Roadian) lungfish aestivation burrow from the Rio do Rasto Formation (Paraná Basin, Brazil) and associated U-Pb dating. **Palaio**, 33(2): 69-84.
- Holz M; França AB; Souza PA; Iannuzzi R & Rohn R 2010. A stratigraphic chart of the Late

Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Sciences**, **29**: 381-399.

Hunt AP 1992. Late Pennsylvanian coprolites from the Kinney Brick Quarry, central New Mexico, with notes on the classification and utility of coprolites. **New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources Bulletin**, **138**: 221-229.

Hunt AP; Lucas SG; Milàn J & Spielmann JA 2012. Descriptive terminology of coprolites and recent feces. Vertebrate Coprolites. **New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin**, **57**: 153-160.

Jain SL 1983. Spirally coiled 'coprolites' from the Upper Triassic Maleri Formation, India. **Palaeontology**, **26**: 813-829.

Langer MC; Eltink E; Bittencour JS & Rohn R 2008. Serra do Cadeado, PR – Uma janela paleobiológica para o Permiano continental Sul-americano. In: Winge M; Schobbenhaus C; Souza CRG; Fernandes ACS; Berbert-Born M & Queiroz ET (Eds) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP 007, p. 3-20. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio007/sitio007.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Milani EJ; Faccini UF; Scherer CMS; Araújo LM & Cupertino JA 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. **Boletim IG-USP, Série Científica**, **29**: 125-173.

Neumayer L 1904. Die Koprolithen des Perm von Texas. **Palaeontographica**, **51**: 121-128.

Northwood C 2005. Early Triassic coprolites from Australia and their palaeobiological significance. **Palaeontology**, **48(1)**: 49-68.

Pauliv VE; Dias EV; Sedor FA & Ribeiro AM 2014. A new Xenacanthiformes (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Late Paleozoic Rio do Rasto Formation (Paraná Basin), Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **86**: 135–145.

Rohn R 1988. **Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, Estado do Paraná)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 331p.

Rohn R 1994. **Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 251p.

Rohn R & Rösler O 1990. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior): bioestratigrafia e implicações paleoambientais. **Revista Brasileira de Geociências**, **9**: 486–493.

Rohn R & Rösler O 2000. Middle to Upper Permian phytostратigraphy of the Eastern Paraná Basin. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências**, **5**(número especial): 69-73.

Richter M & Langer MC 1998. Fish remains from the Upper Permian Rio do Rasto Formation (Paraná Basin) of southern Brazil. **Journal of African Earth Science**, **27**: 158-159.

- Schemiko DCB; Vesely FF; Fernandes LA & Soweck GA 2014. Distinção dos elementos deposicionais fluviais, eólicos e lacustres do Membro Morro Pelado, Permiano Superior da Bacia do Paraná. *Geologia USP. Série Científica*, **14**(3): 29-46.
- Souto PRF 2007. Coprólitos. In: Carvalho IS & Fernandes ACS (Eds). *Iconologia*. São Paulo, SBG, Série Textos nº 3, p. 84-87.
- Sumner D 1994. Coprolites from the Viséan of East Kirkton, West Lothian, Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Sciences*, **84**: 413-416.
- Thulborn RA 1991. Morphology, preservation and paleobiological significance of dinosaur coprolites. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **83**: 341-366.
- Warren LV 2006. **Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto na região centro-sul do Estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 174 p.
- Williams ME 1972. The origin of 'spiral coprolites'. *Palaeontological Contributions*, **59**: 1-19.



PALEO PR/SC 2018

Asterozoas do Devoniano da Bacia do Paraná

Malton Carvalho Fraga¹ & Cristina Silveira Vega¹

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

fraga.malton@gmail.com & cvega@ufpr.br

Palavras-chave: Echinodermata, Asteroidea, Ophiuroidea, Devoniano, Formação Ponta Grossa.

Introdução

Dentre as diferentes unidades geológicas da Bacia do Paraná, a Formação Ponta Grossa é um importante registro do Período Devoniano na América do Sul. Ela apresenta um conteúdo fossilífero bastante rico, destacando-se pela abundância de diferentes grupos de invertebrados marinhos. No entanto, por muito tempo, os fósseis de asterozoas, popularmente conhecidos como ofiuroides e estrelas-do-mar, foram considerados raros em meio aos estratos da Formação Ponta Grossa e, por isso, o conhecimento sobre a diversidade dessa fauna de equinodermos manteve-se estagnado.

Dessa maneira, o presente trabalho traz um histórico dos estudos anteriores desses equinodermos devonianos. Além disso, com base em amostras do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO) do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná, é realizado um levantamento de fósseis de ofiuroides e estrelas-do-mar coletados em diferentes afloramentos da Formação Ponta Grossa.

Em síntese, através da descrição morfológica desses equinodermos, aliada à interpretação da matriz sedimentar e da fauna fóssil associada, é possível expandir as informações sobre a diversidade da fauna de equinodermos conhecida, contribuindo para a reconstrução do modelo paleoecológico do Período Devoniano da Bacia do Paraná.

Contexto geológico

A Bacia do Paraná é uma bacia sedimentar intracratônica localizada na porção Centro-leste da América do Sul. Ao todo, distribui-se em uma área de cerca de 1.500.000 km² nos territórios do Norte do Uruguai, Centro-sul do Brasil, Nordeste da Argentina e porção Leste do Paraguai (Milani et al. 2007). Entretanto, 75% de sua abrangência situa-se no Brasil, onde envolve desde o estado do Mato Grosso até o estado do Rio Grande do Sul, em uma ampla área de aproximadamente 1.000.000 km² (Petri & Fulfaro 1983).

A Bacia se desenvolveu no decorrer das eras Paleozoica e Mesozoica, registrando rochas formadas desde o Período Ordoviciano até o Período Cretáceo (Milani et al. 2007). Atualmente, a Bacia do Paraná é dividida em diversas unidades geológicas. Todavia, neste trabalho, o enfoque é dado à Formação Ponta Grossa e seus respectivos membros Jaguariaíva e São Domingos, todos datados do Período Devoniano.

A Formação Ponta Grossa é uma unidade geológica pertencente ao topo do Grupo Paraná. A unidade constitui o registro paleontológico/estratigráfico mais importante para o Período Devoniano do Brasil, sendo também uma das potenciais geradoras de petróleo da Bacia do Paraná (Milani et al. 2007). Conforme Petri & Fulfaro (1983), a litologia da Formação é constituída

principalmente por folhelhos e siltitos acinzentados, localmente betuminosos ou carbonosos, com algumas finas intercalações de arenito, essencialmente no topo e na base da unidade. Além do mais, suas rochas afloram nos estados de Goiás, do Paraná, do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul.

Os estratos da Formação Ponta Grossa são muito ricos em fósseis de invertebrados marinhos, com predominância de bivalves, de trilobitas, de anelídeos, de gastrópodes, de braquiópodes, de equinodermos e de tentaculitoides (Milani et al. 2007). Segundo Clarke (1913), os organismos fósseis registrados nessa unidade geológica viveram sob clima variável entre frio e temperado. Ademais, para o mesmo autor, as evidências desse clima baseiam-se na ausência quase completa de corais e briozoários, na abundância de bivalves taxodontes e braquiópodes *Lingulata* e na frequência, fora do comum, de trilobitas para o Período.

Consoante Assine (1996), a origem da Formação Ponta Grossa é relacionada a um ambiente marinho plataformal devido a presença de macro e micro fósseis exclusivamente marinhos, como trilobitas e quitinozoários, respectivamente. Por outro lado, a sedimentação deveria acontecer em meio calmo, afastada da linha de costa ou em regiões protegidas, como angras e enseadas (Petri & Fúlfaro 1983). Além disso, o conjunto de faunas, icnofácies e estruturas geológicas deposicionais indicam a existência de uma lâmina d'água com espessura variando entre 40 e 60 metros na Formação (Scheffler 2000). Entretanto, esse ambiente talvez não estivesse livre de correntes marinhas, dado que são comumente encontrados fósseis desarticulados e iso-orientados na região (Lange & Petri 1967).

O Membro Jaguariaíva é unidade geológica inferior da Formação Ponta Grossa, sendo datado com Idade Pragiano-Emsiano, do Devoniano da Bacia do Paraná (Quadros 1999). Segundo Assine (1996), sua litologia é constituída por um pacote homogêneo de folhelhos silticos de cor cinza médio a escuro, muito fossilíferos e, frequentemente, bioturbados. Estima-se que os sedimentos foram depositados em um ambiente marinho nerítico de plataforma, sob influência de ondas esporádicas, responsáveis pelo transporte de material arenoso litorâneo para costa-afora, depositando, assim, níveis siltico/arenosos (Lange & Petri 1967). Em suma, os fósseis de invertebrados marinhos são abundantes no Membro, sendo encontrados principalmente como moldes ou impressões; todavia, alguns restos de conchas, vegetais e tecidos esqueléticos orgânicos ocorrem carbonificados (Bolzon et al. 2002).

O Membro São Domingos é a unidade geológica superior da Formação Ponta Grossa, sendo datado com Idade Eifeliano-Neo-Famenniano, do Devoniano da Bacia do Paraná (Quadros 1999). Sua litologia é constituída por folhelhos argilosos de coloração cinza escuro, com intercalações de camadas betuminosas. No entanto, em sua porção basal, predominam-se arenitos mal selecionados e folhelhos micáceos ricos em restos vegetais. Além do mais, segundo Lange & Petri (1967), o registro fóssil difere-se do Membro Jaguariaíva devido à menor diversidade de espécies e à ausência de grupos tipicamente malvinocáfricos. Além disso, ainda conforme os autores, com base na litologia e nos macrofósseis, o ambiente deposicional do Membro São Domingos é descrito como marinho em condições redutoras.

Trabalhos anteriores

No ano de 1878, Orville Adalbert Derby publica o primeiro registro de asterozoas para o Período Devoniano da Bacia do Paraná. Em sua publicação, Derby faz as primeiras observações a respeito da presença de um fóssil de ofiuoide em rochas do estado do Paraná, com base em amostras coletadas por ele em 1876 (Scheffler 2011).

Em 1913, a pedido de Derby, John Mason Clarke publica a obra *Fósseis Devonianos do Paraná* como a primeira monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Esse trabalho foi realizado com base em uma numerosa coleção de fósseis coletados ao longo de afloramentos dos folhelhos da Formação Ponta Grossa, no estado do Paraná (Fernandes & Fonseca 2014).

Além do mais, a monografia de Clarke descreveu e identificou provisoriamente duas espécies de estrelas-do-mar: *Aspidosoma? pontis* e *Echinasterella? darwini*.

No entanto, em 1915, Charles Schuchert publica seu trabalho *Revision of Paleozoic Stelleroidea*, onde identifica *Aspidosoma? pontis*, descrita por Clarke em 1913, como uma espécie de ofiuoide paleozoico. Além disso, no mesmo trabalho, Schuchert também reclassifica *A.? pontis* como *Encrinaster pontis*, uma vez que a nomenclatura do gênero *Aspidosoma* Schöndorf, 1910 já havia sido utilizada anteriormente para nomear um grupo de répteis (Schuchert 1915).

Em 2001, em uma publicação no XVII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Samantha Lee Salgueiro Alves e Antonio Carlos Sequeira Fernandes reforçam *Encrinaster pontis* como uma espécie da Classe Ophiuroidea, possivelmente pertencente à Ordem Oegophiurida. Ainda segundo os autores, esse ofiuoide seria característico de ambientes turvos e escuros, mas de hábito epifaunístico, compatível com a presença dos Orbiculoidea com que comumente se encontram associados (Alves & Fernandes 2001).

No ano de 2013, Camila Araújo da Silva e Elza de Fátima Bedani publicam o trabalho *Estudo de espécimes Echinodermatas fósseis da Coleção do Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos*. Na publicação, com base em amostras coletadas em afloramentos do Membro São Domingos, as autoras realizam um estudo morfométrico de asterozoas da Formação Ponta Grossa, distinguindo-as entre as classes Ophiuroidea e Asteroidea do Filo Echinodermata (Silva & Bedani 2013).

Já em 2017, em um trabalho no XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Malton Carvalho Fraga e Cristina Silveira Vega descrevem um conjunto de amostras de asterozoas provenientes dos membros Jaguariaíva e São Domingos. Além do mais, partindo de uma breve descrição taxonômica, os mesmos autores classificam indivíduos como ofiuroides ou estrelas-do-mar dentre as amostras estudadas (Fraga & Vega 2017).

Em suma, apesar do substancial aumento do conhecimento de equinodermos do Paleozoico brasileiro nas últimas décadas, os trabalhos sobre asterozoas devonianas da Bacia do Paraná ainda são raros e, no geral, superficiais. Como consequência, a diversidade conhecida para esse grupo, provavelmente, é muito abaixo da existente. Desde as descrições de Clarke, em 1913, atualmente, só são conhecidas uma espécie de ofiuoide e outra de estrela-do-mar para a Formação Ponta Grossa. Portanto, espera-se que pesquisas futuras sejam estimuladas nessa área, contribuindo na expansão do entendimento desses paleoinvertebrados brasileiros.

Materiais e métodos

Os materiais estudados pertencem ao acervo da Coleção Científica do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO), do Setor de Ciências da Terra (SCT), da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A coleta das amostras foi realizada entre os anos de 1995 e 2017, por alunos e professores da UFPR, em três diferentes afloramentos da Formação Ponta Grossa no estado do Paraná. O afloramento Jaguariaíva, relativo ao Membro Jaguariaíva, está localizado próximo à cidade de mesmo nome, enquanto os afloramentos Rio Caniú e Aeroporto Sant'ana, pertencentes ao Membro São Domingos, estão localizados próximos à cidade de Ponta Grossa (Figura 1).

Ao todo, tratam-se de 60 exemplares de rocha contendo asterozoas devonianas. Em laboratório, as amostras foram preparadas com o auxílio de equipamentos manuais, como martelo e talhadeira, a fim de evidenciar os fósseis e remover o excesso de sedimento. Em seguida, a identificação dos fósseis foi feita pelo prefixo "UFPR", seguido pelo número de catálogo no acervo e pelo sufixo "PI" (paleoinvertebrados), respectivamente.

As fotografias das amostras foram obtidas através da câmera de um iPad Pro, com abertura

de f/2.2 e 12 megapixels de resolução. Ademais, para a edição e interpretação das imagens, foram utilizados os softwares Graphic®, Procreate® e Adobe Lightroom®. Por fim, a identificação das placas esqueléticas foi baseada na nomenclatura proposta no capítulo *Asterozoans*, do *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Spencer & Wright 1966).

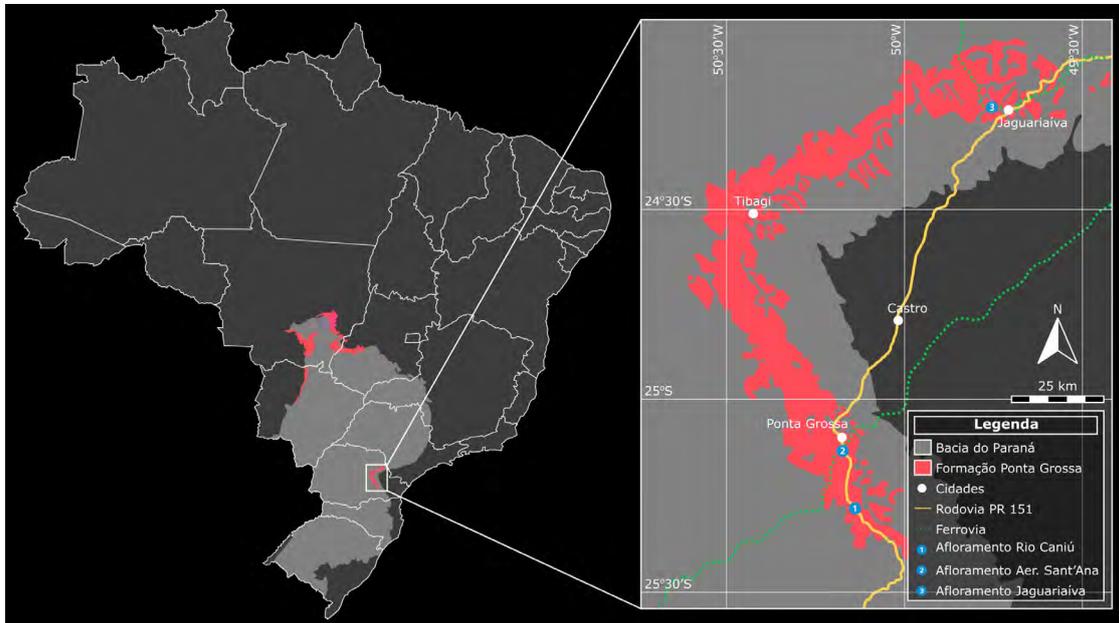


Figura 1: Mapa indicando a localização da Formação Ponta Grossa na Bacia do Paraná e a posição dos afloramentos estudados no estado do Paraná.

Resultados e discussões

A partir da comparação bibliográfica, o estudo morfológico do esqueleto das asterozoas permitiu a distinção entre indivíduos das classes Asteroidea ou Ophiuroidea. Dessa maneira, em meio às 60 amostras analisadas, foram caracterizados 3 espécimes de estrela-do-mar e 93 espécimes de ofiuroides.

A fossilização ocorreu por geração de molde externo, preservando o arranjo de poros, placas, nódulos e espinhos que compunham o esqueleto calcítico desses equinodermos. Além do mais, os siltitos do Membro Jaguariaíva apresentam bons resultados em relação à qualidade da preservação que, no geral, reúnem indivíduos inteiros e com uma estrutura esquelética bem definida. Por outro lado, os folhelhos do Membro São Domingos apresentam, com frequência, cristais milimétricos de minerais micáceos agregados à matriz, o que diminui a plasticidade da rocha e, portanto, prejudica a formação de moldes externos nítidos.

Em esqueletos articulados, a medida do centro da boca até a ponta do maior braço possibilita estimar o raio e, conseqüentemente, o diâmetro desses equinodermos. Entretanto, por serem muito mais numerosos, a mensuração em ofiuroides pode oferecer noções relevantes sobre a variação do tamanho desses animais nos membros Jaguariaíva e São Domingos. Sendo assim, mesmo com a ausência de uma grande amostragem e de um controle estratigráfico detalhado durante a coleta, o registro fóssil desses ofiuroides parece resultar de eventos de soterramento rápido de grupos e/ou populações inteiras.

Esse fato pode ser indicado pelo gráfico de comprimento dos braços (Figura 2A), que é semelhante a uma pirâmide etária clássica, esperada para a população desses ofiuroides em vida, com uma base mais larga que o ápice, em virtude do maior número de indivíduos menores

(jovens) em relação aos indivíduos maiores (adultos). Ainda mais, a presença frequente dessas asterozoas articuladas reforça a ideia de uma sedimentação rápida, uma vez que, após a morte, a decomposição do tecido de revestimento leva à rápida desarticulação das centenas de placas delicadas do esqueleto desses organismos (Ausich 2001). Contudo, a ausência de indivíduos com comprimento de braço inferior a 5 milímetros pode ser justificada pelo ciclo de vida desses animais, que se inicia por um estágio larval com morfologia diferente.

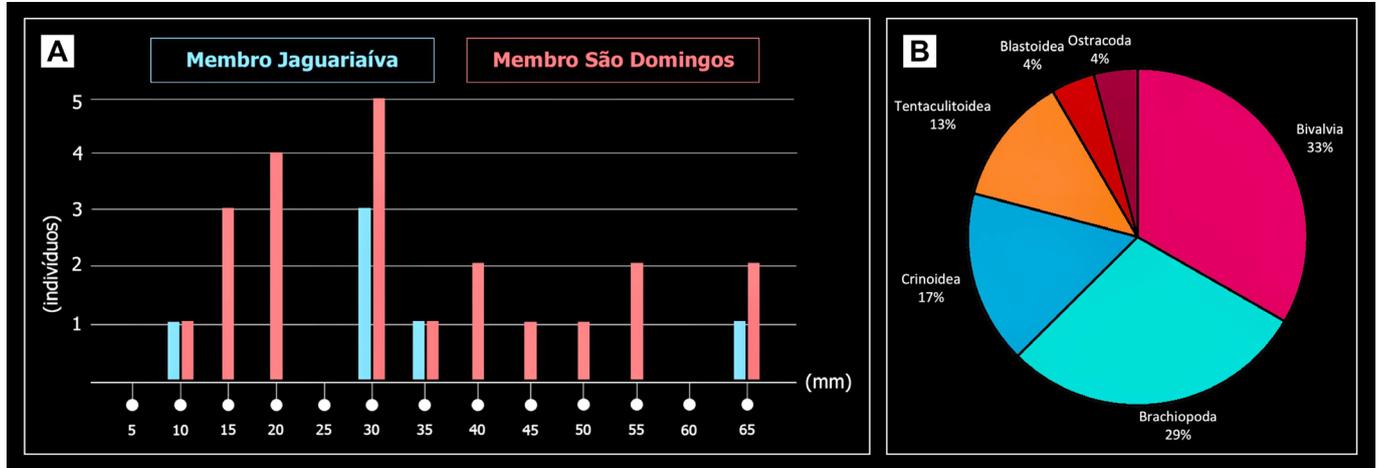


Figura 2: **A** – Levantamento do comprimento dos braços de esqueletos de ofiuroides articulados para os membros Jaguariáiva e São Domingos da Formação Ponta Grossa. **B** – Porcentagem da fauna fóssil associada às amostras com asterozoas.

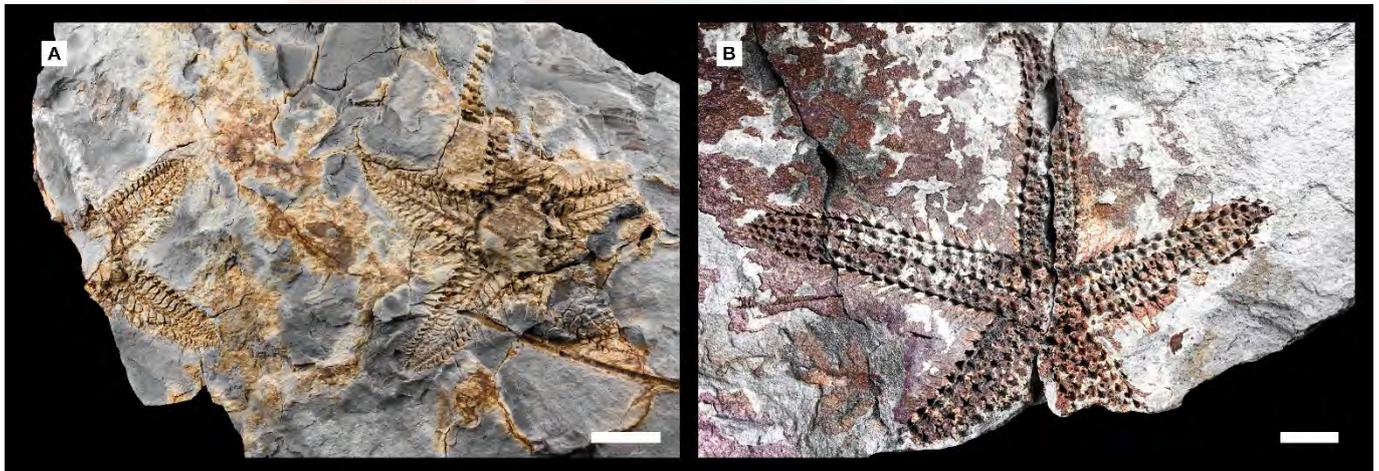


Figura 3: **A** – Amostra UFPR 0344 PI, morfotipo Asteroidea 1, semelhante à *Echinasterella? darwini* Clarke 1913. **B** – Amostra UFPR 0586 PI, morfotipo Asteroidea 2, ainda indeterminado. Escala: 10 mm.

A associação de ofiuroides e estrelas-do-mar com outros invertebrados fósseis mostrou-se notável. No geral, destacaram-se a ocorrência de valvas de bivalves e braquiópodes, presentes em 33% e 29% das amostras com associação, respectivamente (Figura 2B). Diante disso, esses equinodermos provavelmente seriam característicos de ambientes turvos e escuros, com um modo de vida epibentônico, compatível com os grupos de *Orbiculoidea* com que se encontram frequentemente associados (Alves & Fernandes 2001).

Por fim, a descrição morfológica das amostras levou ao reconhecimento de quatro morfotipos de asterozoas para a Formação Ponta Grossa: os morfotipos Asteroidea 1, Asteroidea 2, Ophiuroidea 1 e Ophiuroidea 2. Dentre as estrelas-do-mar (Figura 3), o morfotipo Asteroidea 1 assemelha-se à espécie *Echinasterella? darwini*, descrita por Clarke em 1913. Esse morfotipo possui um sulco ambulacral amplo, com placas ambulacrais tipicamente sigmoidais e uma abundância de longos espinhos adambulacrais. Por outro lado, o morfotipo Asteroidea 2 difere-se pela presença marcante

de placas inferomarginais, ausentes em *E.? darwini*, que margeiam os braços nas porções orais e aborais.

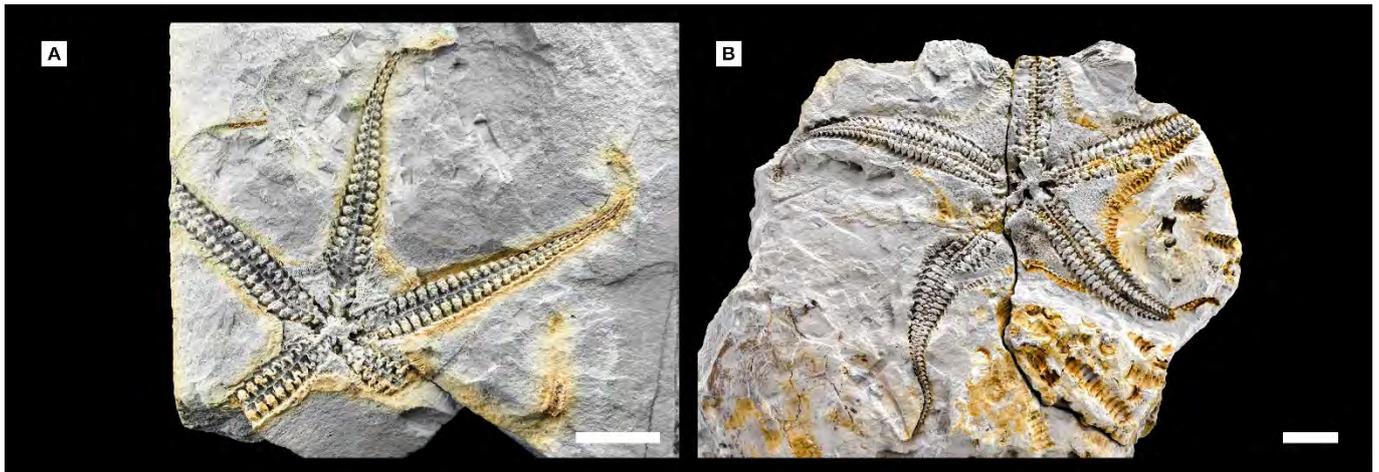


Figura 4: **A** – Amostra 0589 PI, morfotipo Ophiuroidea 1, semelhante à *Encrinaster pontis* Clarke 1913. **B** – Amostra UFPR 0588 PI, morfotipo Ophiuroidea 2, ainda indeterminado. Escala: 10 mm.

Em meio aos ofiuroides (Figura 4), o morfotipo Ophiuroidea 1 assemelha-se à espécie *Encrinaster pontis*, descrita como *Aspidosoma? pontis* por Clarke em 1913. Esse morfotipo possui um disco central pequeno, com braços estreitos e placas ambulacrais em um formato de “bota” característico. Em oposição, o morfotipo Ophiuroidea 2 apresenta um disco central largo, com placas marginais proeminentes e muito mais numerosas que em *E. pontis*.

Conclusões

Por muito tempo, ofiuroides e estrelas-do-mar foram considerados fósseis pouco relevantes entre os paleoinvertebrados da Formação Ponta Grossa. Entretanto, os fósseis desses equinodermos devonianos têm se mostrado comuns em meio aos siltitos e folhelhos dos membros Jaguariaíva e São Domingos. Dessa forma, o presente trabalho resultou na identificação de quatro morfotipos de asterozoas para a Formação, sendo dois morfotipos já conhecidos e dois ainda indeterminados. Além disso, a análise morfométrica de esqueletos de ofiuroides articulados forneceu noções sobre os processos envolvidos na preservação desses animais, provavelmente, associados a eventos excepcionais de soterramento. Por fim, através do estudo dessas asterozoas, foi possível contribuir na expansão das informações sobre a diversidade de equinodermos da Formação Ponta Grossa e fomentar futuras pesquisas para a classificação dos novos morfotipos aqui encontrados.

Referências

- Alves SLS & Fernandes ACS 2001. Considerações sobre a presença de *Encrinaster pontis* (Clarke, 1913) (Echinodermata-Ophiuroidea-Oegophiurida) na Formação Ponta Grossa (Devoniano da Bacia do Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17, 2001. **Boletim de Resumos**, Rio Branco, p. 103.
- Assine ML 1996. **Aspectos da Estratigrafia das sequências Pré-Carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 207p.
- Ausich WI 2001. Echinoderm taphonomy. In: Jangoux M & Lawrence JM (Eds.). **Echinoderm studies** Rotterdam, A. A. Balkema, p. 171-227.

- Bolzon RT; Azevedo I & Assine ML 2002. Sítio Jaguariaíva, PR. Invertebrados devonianos de grande importância paleobiogeográfica. In: Schobbenhaus C; Campos DA; Queiroz ET; Winge M & Berbert-Born MIC (Eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos –SIGEP 065, p. 33-37.
- Clarke JM 1913. Fósseis Devonianos do Paraná. **Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1**: 353p.
- Fernandes ACS & Fonseca VMM 2014. Personagens fundadores da pesquisa de paleoinvertebrados do paleozoico marinho no Brasil. In: Ghilardi RP & Scheffler SM (Eds.). **Paleontologia de invertebrados: o legado brasileiro**. Porto Alegre, SBP, Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, v3, p. 23-38.
- Fraga MC & Vega CS 2017. Equinodermos devonianos da Bacia do Paraná depositados na coleção de Paleontologia do SCT/UFPR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 25, 2017. **Boletim de Resumos**, Ribeirão Preto, p. 114.
- Lange FW & Petri S 1967. The Devonian of the Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências, 21/22**: 5-55.
- Milani EJ; Melo JH G; Souza PA; Fernandes LA & França AB 2007. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras, 15**: 265-287.
- Petri S & Fulfaro VJ 1983. **Geologia do Brasil**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 631 p.
- Quadros LP 1999. Silurian-Devonian acritarch assemblages from Paraná Basin: an update and correlation with Northern Brazilian basins. In: Rodrigues MAC & Pereira E (Eds). **Ordovician – Devonian palynostratigraphy in Western Gondwana: update, problems and perspectives**. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 105-145.
- Scheffler SM 2000. **Os Crinoidea do Afloramento Rio Caniú (Devoniano, Formação Ponta Grossa), no Estado do Paraná**. Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 52p.
- Scheffler SM 2011. Equinodermas do Paleozoico brasileiro. In: Carvalho IS; Srivastava NK & Lana CC (Eds). **Paleontologia: cenários de vida**. Rio de Janeiro, Interciência, v4, p. 191-210.
- Schuchert C 1915. Revision of Paleozoic Stellerioidea with special reference to North American Asteroidea. **Bulletin of the United States National Museum, 88**: 311p.
- Silva CA & Bedani EF 2013. Estudo de espécies Echinodermatas fósseis da coleção do laboratório de geociências da Universidade Guarulhos. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências, 12**: 63-77.
- Spencer WK & Wright, CW 1966. Asterozoans. In: Moore RC (Ed). **Treatise on invertebrate paleontology**. Part U. Echinodermata 3 (1). Boulder, Geological Society of America & Lawrence, University of Kansas Press, p. U4-U107.

Palinoestratigrafia e paleoecologia da Formação Taciba (Grupo Itararé) na região de Ibaiti-PR, nordeste da Bacia do Paraná

Thammy Ellin Mottin¹; Felipe Kipper²; Fernando Farias Vesely¹; Paulo Alves de Souza²

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

²Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

thammymottin@gmail.com; felipekippergeo@gmail.com; veselyff@gmail.com; paulo.alves.souza@ufrgs.br

Palavras-chave: palinologia, permocarbonífero, Gondwana.

Introdução

O Grupo Itararé, a exemplo de outras unidades permocarboníferas gondwânicas, é considerado pobre em fósseis marinhos com potencial bioestratigráfico, tais como foraminíferos, corais e conodontes (Holz et al. 2008; Stephenson 2008). Estas assembleias marinhas constituem a base da subdivisão dos estágios/épocas padrões da carta estratigráfica internacional (Jin et al. 1997) e sua escassez, aliada à carência de materiais passíveis de serem datados geocronologicamente em muitas bacias, faz com que a palinologia seja a principal ferramenta de correlação entre as bacias gondwânicas. A abundância, diversidade e ampla distribuição dos pólenes e esporos nos depósitos do Grupo Itararé possibilitaram seu uso como principal ferramenta bioestratigráfica do intervalo (e.g. Souza & Marques-Toigo 2005; Souza 2006; Longhim 2007; Kipper et al. 2017).

Este trabalho tem o intuito de contribuir com o conhecimento palinológico da porção setentrional da Bacia do Paraná, na região de Ibaiti, nordeste do estado do Paraná, a partir da análise de amostras de superfície, recuperadas da parte superior do Grupo Itararé (Formação Taciba; Figura 1). O intervalo analisado trata-se da última incursão de condições glaciais na Bacia do Paraná durante a glaciação neopaleozoica e o registro palinológico teve importância crucial no posicionamento bioestratigráfico e temporal dos depósitos estudados.

Contexto Geológico

O Grupo Itararé é a unidade estratigráfica da Bacia do Paraná enfocada neste trabalho e que contém registros da glaciação neopaleozoica. Sua afinidade glacial é evidenciada por pavimentos estriados, deformações glacioteclônicas e estratos com clastos caídos. A unidade também é caracterizada por grande diversidade faciológica, incluindo diamictitos, arenitos, ritmitos, folhelhos e conglomerados (Santos et al. 1996; Vesely & Assine 2006; Rocha-Campos et al. 2008).

Em superfície, a sucessão mais completa e espessa do Grupo Itararé ocorre na região nordeste da bacia, com cerca de 800 m. Nessa região foram reconhecidas diversas sequências ou ciclos de deglaciação (e.g. Vesely & Assine 2006). A unidade diminui progressivamente de espessura em direção ao sul, devido ao *onlap* nessa direção, de forma que há o registro apenas de sua parte superior no estado do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina. O Grupo Itararé é sucedido no estado de São Paulo e norte do Paraná pela Formação Tatuí. Esta unidade é constituída por arenitos finos intercalados a arenitos grossos e conglomerados e possui correlação ao sul com a Formação Rio Bonito (Assine et al. 2003; Holz et al. 2008).

A escassez de dados geocronológicos e de grupos fossilíferos diagnósticos do Paleozoico Superior faz com que a determinação da idade do Grupo Itararé ainda seja imprecisa. Dados palinológicos sugerem que a unidade foi depositada entre o Carbonífero Superior (Bashkiriano/Moscoviano) e o Permiano Inferior (Sakmariiano Médio; Souza 2006; Holz et al. 2010). No entanto, idade radiométrica obtida por Cagliari et al. (2016) no estado do Rio Grande do Sul indica que a deposição do Grupo Itararé, no extremo sul da bacia, terminou ainda no Carbonífero Superior.

Estudos palinológicos do intervalo permocarbonífero da Bacia do Paraná são extensivos e foram inicialmente impulsionados pelo interesse na exploração de camadas portadoras de carvão. Daemon & Quadros (1970) criaram o primeiro esquema bioestratigráfico para o neopaleozoico da Bacia do Paraná, propondo seis intervalos em ordem estratigráfica ascendente: G, H, I, J, K e L, sendo alguns divididos em subintervalos. A formalização de palinozonas para o Permiano no sul da bacia foi realizada por Marques-Toigo (1991) e com refinamento de Souza & Marques-Toigo (2001, 2003, 2005), onde foram definidas as biozonas superiores do Grupo Itararé, *Vittatina costabilis* e *Lueckisporites virkkiae*. Na porção nordeste da Bacia, com os trabalhos de Souza (2000, 2006), houve a proposição de um paleobiozoneamento, até então inexistente para esta parte da bacia, e a definição das zonas de intervalo *Ahrensisporites cristatus* e *Crucissacites monoletus*, posicionadas na base do Grupo Itararé.

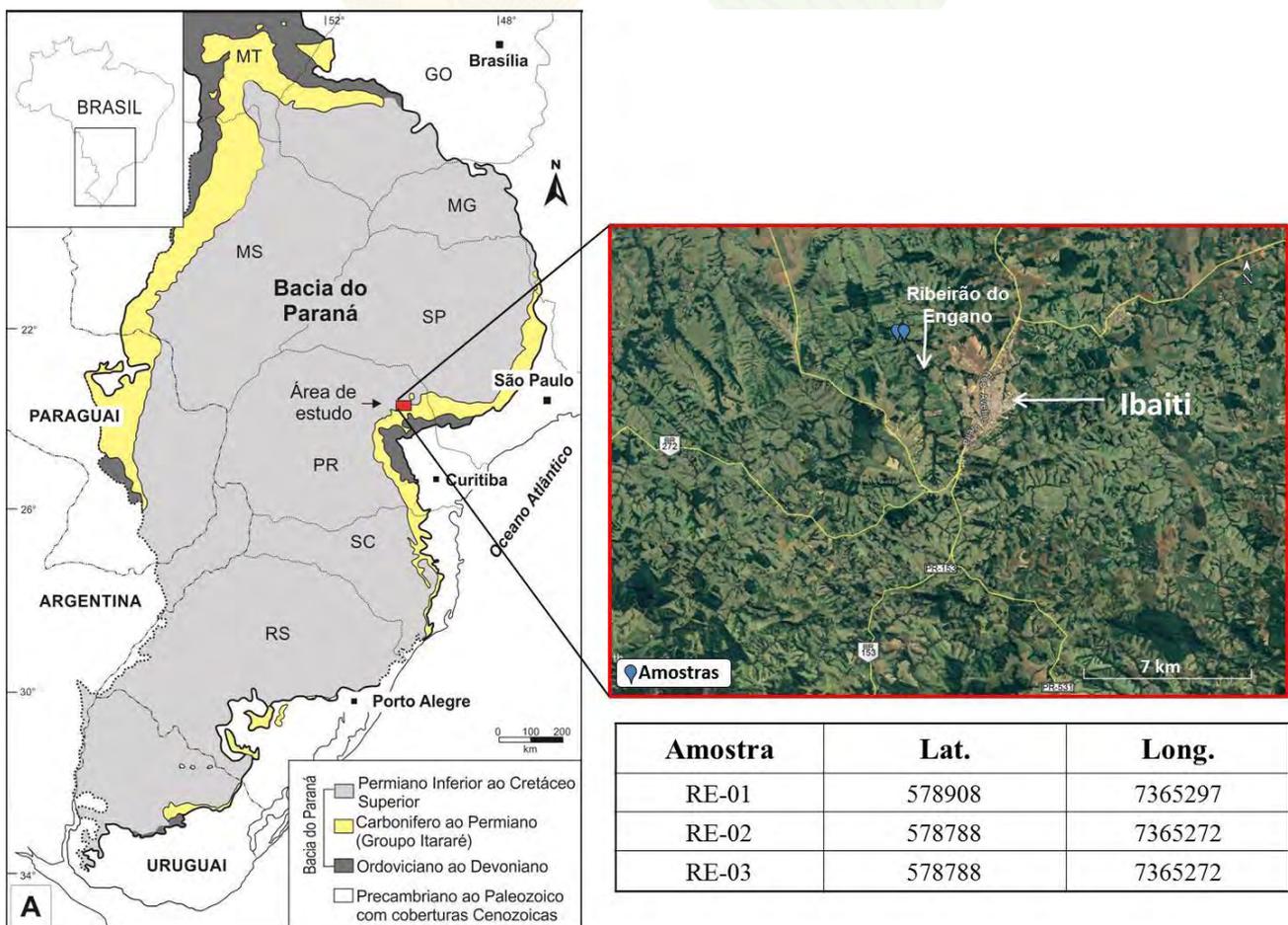


Figura 1: Localização da área de estudo no contexto da Bacia do Paraná e visão ampliada da mesma, com indicação do local de coleta das amostras para estudo palinológico, na localidade do Rio do Engano, Ibaiti-PR.

Materiais e Métodos

Foram coletadas três amostras em níveis estratigráficos distintos ao longo da seção de

afloramentos do Rio do Engano, localidade a noroeste da cidade de Ibaiti-PR (UTM Sirgas 2000: 0578908 S/7365297 W): RE-01, RE-02 e RE-03 em ordem estratigráfica ascendente. As duas primeiras amostras foram recuperadas de diamictitos e a terceira de folhelho. As amostras coletadas foram preparadas para análise palinológica no Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo, no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LPMMT/UFRGS), seguindo a metodologia padrão para amostras paleozoicas (Quadros & Melo 1987).

Para cada amostra foram confeccionadas duas lâminas, que estão depositadas na Palinoteca do Museu de Paleontologia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/UFRGS, sob codificação MP-P 12604 a 12609. A análise palinológica e a documentação fotomicrográfica foram realizadas com os equipamentos Olympus BX61 (câmera acoplada Olympus DP71), luz transmitida e aumento de 100 a 1.000 vezes.

Resultados e Discussões

A análise palinológica das amostras de diamictito e ritmito indicou a presença de uma assembleia palinológica relativamente abundante e diversificada, com grau de preservação variado. Um total de 35 esporomorfos foi identificado, dentre os quais 19 espécies são referentes a esporos e 16 a grãos de pólen, além de 7 elementos constituintes do microplâncton. De forma geral, há um equilíbrio entre grãos de pólen e esporos nas referidas amostras. Na tabela 1 são apresentadas as distribuições de cada espécie por nível estratigráfico na seção estudada.

Os táxons mais abundantes são esporos cingulizados (*Vallatisporites* e *Cristatisporites*) e apiculados (*Horriditriletes*), além de grãos de pólen poliplicados (*Vittatina*) e bissacados teniados (*Protohaploxypinus* e *Illinites*). De maneira subordinada, são registrados também grãos de pólen monossacados (*Cannanoropolis* e *Plicapollenites*) e bissacos não teniados (*Limitisporites*), assim como representantes do microplâncton (Tabela 1; Figura 2).

Associações paleoecológicas

A assembleia palinológica estudada pôde ser dividida em quatro distintas associações paleoecológicas, ao se considerar que os palinomorfos refletem as condições paleoecológicas da planta-mãe, estas indicadas pela necessidade de água (Remy 1975): associação hidrófila, hidro-higrófila, higró-mesófila e meso-xerófila.

A associação **hidrófila** é representada por algas da classe Chlorophyceae (gênero *Botryococcus*), classe Zygnemaphyceae (gêneros *Pilasporites* e *Brazilea*), classe Prasinophyceae (gêneros *Leiosphaeridia* e *Tasmanites*) e acritarcos (*Deusilites* e *Navifusa*). Os gêneros *Leiosphaeridia*, *Tasmanites* e *Deusilites* representam algas abundantes em mar aberto e de baixa ocorrência em ambientes costeiros, enquanto o gênero *Botryococcus* é mais comum em águas doces, mas também ocorre em ambientes mais estressantes, de água salobra e rasa (Tyson 1995; Longhim 2007; Telnova 2012).

A associação **hidro-higrófila** é composta por esfenófitas (gênero *Calamospora*) e licófitas (gêneros *Cristatisporites* e *Vallatisporites*), oriundas de plantas de ambiente aquático, terras baixas, total ou parcialmente inundadas (Souza 2000).

A associação **higró-mesófila** é representada por filicófitas (*Punctatisporites*, *Horriditriletes*) e glossopteridófitas (gênero *Protohaploxypinus*) que estariam relacionadas a ambientes entre terras baixas e altas, ocupando áreas marginais a pântanos e locais mais secos de planícies.

Por fim, a associação **meso-xerófila** é constituída por coníferas/cordaitaleanas e representadas por grãos de pólen monossacados e bissacados, como os gêneros *Cannanoropolis*,

Limitisporites, *Plicatipollenites* e *Vittatina*. As plantas-fonte habitariam regiões relativamente mais altas e menos drenadas que as associações anteriores (Souza 2000).

PALINOMORFOS	AMOSTRAS		
	RE-01	RE-02	RE-03
Esporos			
<i>Calamospora hartugiana</i> Wilson e Bentall 1944		x	
<i>Calamospora liquida</i> Kosanke 1950		x	
<i>Calamospora</i> spp.	x	x	
<i>Cristatisporites crassilabratus</i> Archangelsky e Gamarro 1979		x	
<i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. inconstans</i> Archangelsky e Gamarro 1979		x	
<i>Cristatisporites</i> spp.	x	x	
<i>Densosporites</i> sp.			x
<i>Dibolisporites</i> sp.		x	
<i>Horriditriletes uruguaiensis</i> (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamarro 1979		x	x
<i>Horriditriletes</i> spp.	x	x	x
<i>Laevigatosporites vulgaris</i> Ibrahim 1933			x
<i>Punctatisporites gretensis</i> Balme e Hennelly 1956		x	
<i>Punctatisporites</i> spp.		x	
<i>Spelaeotriletes</i> sp.	x	x	
<i>Vallatisporites arcuatus</i> (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamarro 1979	x	x	x
<i>Vallatisporites ciliaris</i> (Luber) Sullivan 1964		x	x
<i>Vallatisporites vallatus</i> Hacquebard 1957			
<i>Vallatisporites</i> sp.	x	x	x
<i>Verrucosisporites</i> sp.			x
Grãos de pólen			
<i>Colpisaccites</i> sp.		x	
<i>Cannanoropollis</i> sp.		x	
<i>Cycadopites</i> sp.		x	x
<i>Illinites unicus</i> Kosanke emend. Jansonius e Hills 1976	x	x	x
<i>Limitisporites</i> sp.		x	
<i>Mabuitasaccites crucistriatus</i> (Ybert) Playford e Dino 2000		x	
<i>Meristocarpus</i> sp.	x		
<i>Plicatipollenites densus</i> (Lele) Bose e Maheshwari 1968	x		
<i>Plicatipollenites malabarensis</i> (Potonié e Sah) Foster 1975	x		
<i>Plicatipollenites</i> spp.	x	x	x
<i>Protohaploxypinus limpidus</i> (Balme e Hennelly) Balme e Playford 1967		x	
<i>Protohaploxypinus bharadwajii</i> Foster 1979		x	
<i>Protohaploxypinus</i> spp.	x	x	
<i>Striomonosaccites</i> sp.	x		
<i>Vittatina subsaccata</i> Samoilovich 1953	x		
<i>Vittatina</i> spp.	x	x	x
Algas (Chlorophyta)			
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing 1849			x
<i>Deusillites tenuistriatus</i> Gutiérrez, Césari e Archangelsky 1997	x		
<i>Leiosphaeridia</i> sp.		x	
<i>Navifusa variabilis</i> Gutiérrez e Limarino	x	x	x
<i>Tasmanites</i> sp.			x

Tabela 1: Listagem dos táxons (esporos, grãos de pólen e algas) descritos na Formação Taciba em Ibaiti-PR.

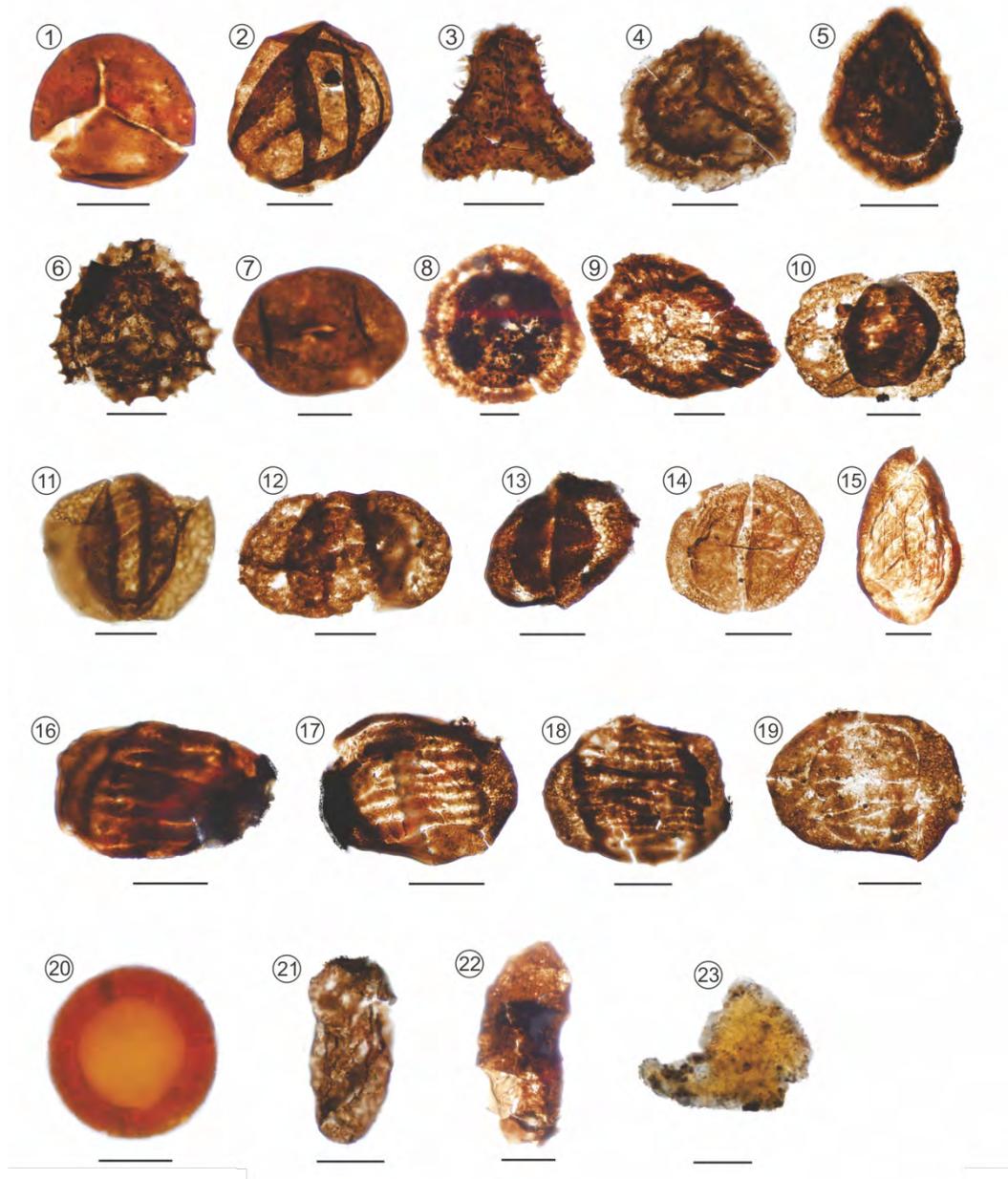


Figura 2: Fotomicrografias de palinómorfos selecionados da Formação Taciba. **1** – *Punctatisporites gretensis* (slide MP-P 12607, coordenada England Finder I50); **2** – *Calamospora hartugiana* (12,607, R43); **3** – *Horriditriletes uruguayensis* (12,606, P48); **4** – *Vallatisporites ciliaris* (12,609, H38); **5** – *Vallatisporites vallatus* (12,607, W43); **6** – *Cristatisporites* sp. cf. *C. inconstans* (12,606, O43); **7** – *Laevigatosporites vulgaris* (12,609, N40); **8** – *Plicatipollenites densus* (12604); **9** – *Cannanoropollis* sp. (12,607, I47); **10** – *Meristocarpus* sp. (12,605, T51); **11** – *Protohaploxylinus bharadwajii* (12,607, N47); **12** – *Protohaploxylinus limpidus* (12,607, K36); **13** – *Illinites unicus* (12,605, T46); **14** – *Illinites unicus* (12,607, V57); **15** – *Mabuitasaccites crucistriatus* (12,607, K51); **16** – *Vittatina subsaccata* (12,604, D43); **17** – *Vittatina subsaccata* (12,605, M51); **18** – *Vittatina subsaccata* (12,604, G54); **19** – *Striomonosaccites* sp. (12,605, F31); **20** – *Tasmanites* sp. (12,609, L48); **21** – *Navifusa variabilis* (12,608, P53); **22** – *Deusilites tenuistriatus* (12,604, F58); **23** – *Botryococcus braunii* (12,608, P48). Escala: 20 μ m.

Bioestratigrafia, idade e correlação

Segundo Souza & Marques-Toigo (2003, 2005) e Souza (2006), o Paleozoico Superior da Bacia do Paraná, em termos palinoestratigráficos, comporta quatro Zonas de Intervalo, nomeadas em ordem estratigráfica ascendente como: *Ahrensipollenites cristatus* (ZAc), *Crucisaccites monoletus*

(ZCm), *Vittatina costabilis* (ZVc) e *Lueckisporites virkkiae* (ZLv).

A ZVc é marcada pelo aparecimento das espécies do gênero *Vittatina* (*V. saccata*, *V. subsaccata*, *V. costabilis*, *V. vittifera*), espécies de *Protohaploxypinus* (*P. goraienses*, *P. limpidus*), *Fusacolpites fusus* e *Illinites unicus*. Esta Zona é subdividida nas subzonas *Protohaploxypinus goraiensis* (SzPg) e *Hamiapollenites karroensis* (SzHk). Espécies restritas a SzPg, de idade Eo-Permiana (Sakmariano/Artinskiano), como *Illinites unicus*, são registradas neste estudo (Souza & Marques-Toigo 2005; Souza 2006; Figura 3). Espécies diagnósticas da subzona subsequente, tais como *Hamiapollenites karroensis* e *Striatopodocarpites fusus* não estão registradas.

Com relação ao esquema proposto por Daemon & Quadros (1970), a palinoflora descrita neste trabalho corresponde ao intervalo H₃-I. Dentro da Bacia do Paraná, palinofloras similares ou equivalentes são conhecidas em São Paulo (Souza et al. 1999; Souza & Callegari 2004), Santa Catarina (Longhim 2007) e Rio Grande do Sul (Smaniotto et al. 2006).

Na América do Sul, a ZVc é correlacionável com a Zona de Intervalo *Fusacolpites fusus-Vittatina subsaccata* (Césari & Gutiérrez 2000) registrada no centro-oeste da Argentina, nas bacias Tarija, Rio Blanco, Paganzo, Calingasta-Uspallata e San Rafael-Pérmica Oriental. Ao sul e leste argentino, a ZVc apresenta correspondência com a Zona *Cristatisporites* (Vergel 1993) registradas nas bacias Chacoparaná, Colorado e Tepuel-Genoa. No Uruguai, a correlação ocorre com a Zona de Assembléia *Cristatisporites inconstans-Vittatina subsaccata* (Beri et al. 2006) na Bacia Chacoparaná.

LITOESTRATIGRAFIA	GRUPO ITARARÉ		GRUPO GUATÁ	
			RIO BONITO	
PERÍODO	CARBONIFERO SUPERIOR		PERMIANO INFERIOR	
PALINOESTRATIGRAFIA	Zona A. <i>crisatus</i>	Zona C. <i>monoletus</i>	Zona <i>Vittatina costabilis</i>	
			<i>P. goraiensis</i>	<i>H. karroensis</i>
<i>Calamospora hartugiana</i>				
<i>Cristatisporites inconstans</i>				
<i>Deusilites tenuistriatus</i>				
<i>Hodriditriletes uruguaensis</i>				
<i>Calamospora liquida</i>				
<i>Punctatisporites gretensis</i>				
<i>Vallatisporites arcuatus</i>				
<i>Vallatisporites ciliaris</i>				
<i>Vallatisporites vallatus</i>				
<i>Illinites unicus</i>				
<i>Plicapollenites densus</i>				
<i>Plicapollenites malabarensis</i>				
<i>Protohaploxypinus limpidus</i>				
<i>Protohaploxypinus bharadwajii</i>				
<i>Vittatina subsaccata</i>				
<i>Botryococcus braunii</i>				
<i>Tasmanites</i> sp.				
<i>Limitisporites</i> sp.				
<i>Cycadopites</i> sp.				
<i>Leiosphaeridia</i> sp.				

Figura 3: Distribuição dos palinomorfos segundo as palinozonas (Souza & Marques-Toigo 2005; Souza 2006) e unidades litoestratigráficas neopaleozoicas da Bacia do Paraná.

Referências

Assine ML; Zacharias AA & Perinotto JAJ 2003. Paleocorrentes, paleogeografia e sequências

- deposicionais da Formação Tatuí, Centro Leste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, **33**(1): 33-40.
- Beri Á; Gutiérrez PR; Cernuschi F & Balarino L 2006. Palinología del Pérmico Inferior en la perforación CLS-24 (Formación San Gregorio), departamento de Cerro Largo, Uruguay. Parte 1: esporas. **Ameghiniana**, **43**: 227-244.
- Cagliari J; Philip RP; Buso VV; Netto RG; Hillebrand PK; Lopes RC; Basei MAS & Faccini UF 2016. Age constraints of the glaciation in the Paraná Basin: evidence from new U-Pb dates. **Journal of the Geological Society**, **173**(6): 871-874.
- Césari SN & Gutierrez PR 2000. Palynostratigraphy of upper Paleozoic sequences in central-western Argentina. **Palynology**, **24**: 113-146.
- Daemon RF & Quadros LP 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozoico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, 1970. **Anais**, Brasília, p. 359-412.
- Holz M; Souza PA & Iannuzzi R 2008. Sequence stratigraphy and biostratigraphy of the late Carboniferous to Early Permian glacial successions (Itararé Subgroup) at the eastern-southeastern margin of the Paraná Basin, Brazil. In: Fielding CR; Frank TD & Isbell JL (Eds) Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space. **Geological Society of America**, **441**: 115-130.
- Holz M; França AB; Souza PA; Iannuzzi R & Rohn R 2010. A stratigraphic chart of the late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Sciences**, **29**: 381-399
- Jin Y; Wardlaw BR; Glenister BF & Kotlyar GV 1997. Permian chronostratigraphic subdivisions. **Episodes**, **20**: 6-10.
- Kipper F; Souza PA & Vesely FF 2017. Palinomorfos e associações de facies da Formação Lagoa Azul (Grupo Itararé, Pennsylvaniano da bacia do Paraná) no sudeste do Estado do Paraná, Brasil. **Pesquisa em Geociências**, **44**(1): 93-107.
- Longhim E 2007. **Palinoestratigrafia na passagem do Grupo Itararé ao Guatá (Carbonífero ao Permiano) no sul do estado do Paraná e norte do estado de Santa Catarina, borda leste da Bacia do Paraná**. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista, 165p.
- Marques-Toigo M 1991. Palynobiostratigraphy of the southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7, 1991. **Proceedings**, São Paulo, P. 503-515.
- Quadros LP & Mello JHG 1987. Método prático de preparação palinológica em sedimentos pré-mesozoicos. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, **1**(2): 205-214.
- Remy J 1975. The floral changes at the Carboniferous-Permian boundary in Europe and North America. In: I. C. WHITE MEMORIAL SYMPOSIUM, 1, 1975. **Proceedings**, Morgantown, p. 305-343.
- Rocha-Campos AC; dos Santos PR & Canuto JR 2008. Late Paleozoic glacial deposits of Brazil: Paraná Basin. In: Fielding CR; Frank TD & Isbell JL (Eds) Resolving the late paleozoic ice age in time and space. **Geological Society of America**, **441**: 97-114.

- Santos PR; Rocha-Campos AC & Canuto JR 1996. Patterns of late Palaeozoic deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **125**: 165–184.
- Smaniotto LP; Fischer TV; Souza PA & Iannuzzi R 2006. Palinologia do Morro Papaléo, Mariana Pimentel (Permiano Inferior, Bacia do Paraná), Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **9**(3): 311-322.
- Souza PA 2000. **Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero/Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 192p.
- Souza PA 2006. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, **138**: 9-29.
- Souza PA & Callegari LM 2004. An Early Permian palynoflora from the Itararé Subgroup, Paraná Basin, Brazil. **Revista Española de Micropaleontología**, **36**(3): 439-450.
- Souza P & Marques-Toigo M 2001. Zona *Vittatina*: marco palinoestratigráfico do Permiano Inferior da Bacia do Paraná. **Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração de Petróleo**, **20**: 153-159.
- Souza PA & Marques-Toigo M 2003. An overview on the palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Paraná Basin. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, **5**: 205-214.
- Souza PA & Marques-Toigo M 2005. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **77**(2): 353-365.
- Souza PA; Assine ML & Vesely FF 1999. Contribuição palinológica ao conhecimento do Subgrupo Itararé na Serra dos Paes, Sul do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, **20**(1/2): 21-27.
- Stephenson MH 2008. A review of the palynostratigraphy of Gondwanan Late Carboniferous to Early Permian glacial successions. In: Fielding CR; Frank TD & Isbell JL (Eds) Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space. **Geological Society of America**, **441**: 317–330.
- Telnova OP 2012. Morphology and ultrastructure of Devonian prasinophycean algae (Chlorophyta). **Paleontological Journal**, **46**(5): 543-548.
- Tyson RV 1995. **Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies**. London, Chapman and Hall, 615p.
- Vergel MM 1993. Palinobioestratigrafia de la secuencia neopaleozoica en la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. In: CONGRES INTERNACIONAL DE LA STRATIGRAFIE ET GÉOLOGIE DU CARBONIFÈRE ET PERMIEN, 12, 1993. **Comptes Rendus**, Buenos Aires, p. 201-212.
- Vesely FF & Assine ML 2006. Deglaciation sequences in the Permo-Carboniferous Itararé Group, Paraná Basin, southern Brazil. **Journal of South America Earth Sciences**, **22**: 156-168.

Insetos do Membro Crato, Formação Santana, Aptiano/Albiano da Bacia do Araripe

Denilson Almeida da Silva¹, Luciano Artemio Leal¹, Eduardo Silveira Bernardes², Alcemar Rodrigues Martello³

¹Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Brasil

²Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil

³Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Paraná, União da Vitória, Brasil

denilson77@gmail.com; luciano.artemio@gmail.com; edusbstein@gmail.com; alcemar.martello@unespar.edu.br

Palavras-chave: Cretáceo Inferior, calcário, insetos fósseis, Nordeste.

Introdução

Existem em torno de 1.275 famílias de insetos conhecidas no registro fossilífero e em torno de 967 presentes hoje na natureza, das quais 70% são conhecidas também como fósseis (Jarzembowski 2001). A distribuição de insetos é influenciada pelo relevo topográfico, estrutura do substrato e vento, sendo particularmente vulneráveis a mudanças na temperatura, composição química do ar, da água e disponibilidade de água (Jarzembowski 2001). Estas características dos insetos os tornam bioindicadores de mudanças paleoecológicas. Uma análise mais detalhada das ocorrências de insetos fósseis pode revelar que o mesmo padrão de crises bióticas, de estresse ambiental e de especiação alocrônica, que hoje podem ser verificadas na natureza, igualmente podem ser detectadas no registro fossilífero, gerando dados úteis para inferências paleoambientais, paleoclimáticas, paleobiogeográficas e cronoestratigráficas (Martins-Neto 2006). Nesse sentido, o objetivo deste estudo é registrar e descrever alguns fósseis de insetos resgatados nas camadas carbonáticas laminadas do Membro Crato da Formação Santana da Bacia do Araripe e relacioná-los com o paleoambiente.

Contexto geológico

A Bacia do Araripe é a mais extensa das bacias do interior do nordeste brasileiro (Figura 1) (Bardola 2015). A Formação Santana constitui-se numa das mais importantes representações do Cretáceo cearense. Essa unidade formou-se no estágio pós-rifte da bacia que corresponde à sequência Aptiana/Albiana (~123 a 100 M.a.). Essa sequência foi influenciada pelas condições climáticas vigentes durante o Cretáceo, com temperaturas médias globais superiores às atuais.

Segundo Arai (2009), o principal mecanismo formador das chapadas cretáceas foi a deposição de uma unidade arenítica tabular capeadora durante o trato de sistemas de andar alto e a subsequente interrupção na sedimentação do Andar Alagoas. A Bacia do Araripe foi formada pela reativação de estruturas do embasamento devido aos esforços tectônicos relacionados à fase rifte das bacias marginais brasileiras (Assine 1992). A sequência neoaptiana-eoalbiana registra o advento do estágio pós-rifte na Bacia do Araripe, resultando de subsidência flexural térmica. Constituída pelas formações Barbalha e Santana, a sequência pós-rifte ocorre no sopé das escarpas contornando a Chapada do Araripe. Conforme Arai (2009), a Bacia do Araripe possui um histórico sedimentar policíclico, comparável ao de muitas bacias intracratônicas (sinéclises) a bacias da margem continental.

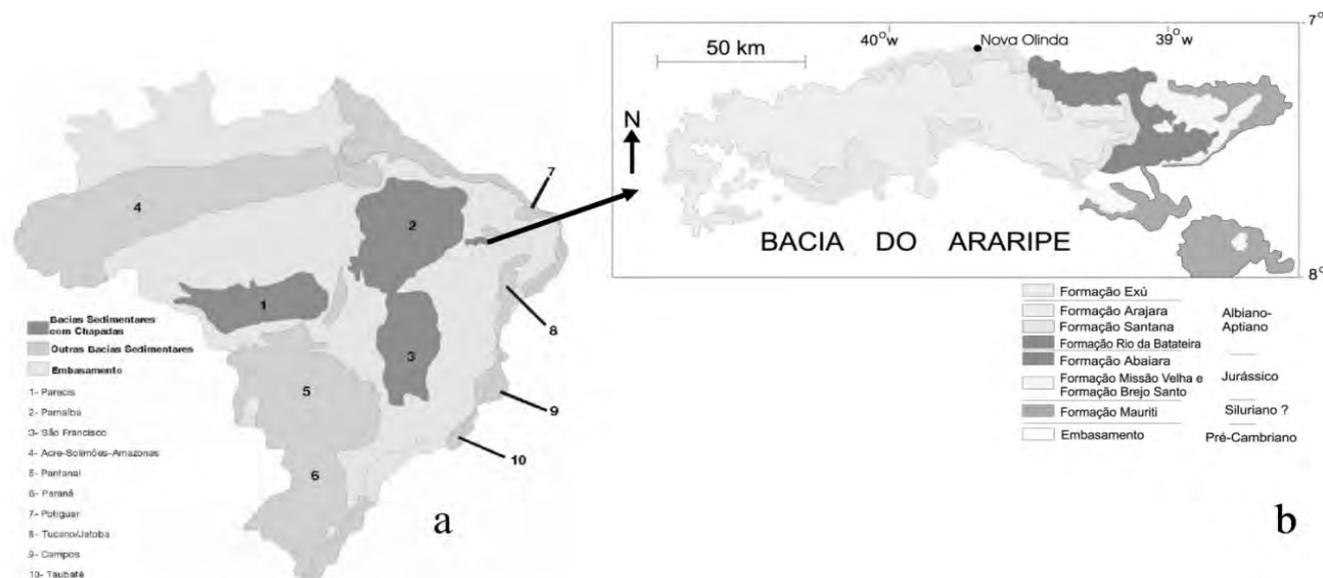


Figura 1: Localização geográfica da Bacia do Araripe no território brasileiro. **A** – Principais bacias sedimentares brasileiras (modificado de Martill et al. 2007); **B** – Destaque para as formações geológicas da Chapada do Araripe e do local de resgate do material, município de Nova Olinda-CE (modificado de Carmo et al. 2004).

Materiais e Métodos

Os fósseis foram resgatados em duas oportunidades, em pedreiras de calcário do município de Nova Olinda, Ceará, autorizado pelo DNPM através do Processo 001.433/2015. A identificação em laboratório foi feita por meio de análise visual com o auxílio de lupa estereoscópica. A comparação e a classificação dos espécimes seguiram bibliografia especializada (e.g. Martill et al. 2007).

Resultados obtidos

Foram registrados 46 indivíduos identificados como ninfas e imagos entre os seguintes grupos: Orthoptera (n=12), Blattodea (n=8), Lepidoptera (n=5), Diptera (n=4), Odonata (n=3), Hemiptera (n=4), Neuroptera, Dermaptera, Hymenoptera, Ephemeroptera (todos com 1 indivíduo cada), e quatro indivíduos foram classificados como imaturos. Todos eles resgatados nas pedreiras de calcários de Nova Olinda, Ceará.

Discussões e conclusões

Os fósseis apresentam-se em bom estado de preservação, onde a maioria das estruturas estão preservadas, possibilitando a identificação.

Os insetos com maior representação foram do grupo Orthoptera (Figuras 2D, E, F) e apresentam uma variabilidade morfológica em relação ao comprimento do corpo e dos apêndices. Tais características podem sugerir preferências desses animais por nichos específicos. A identificação desses ortópteros baseou-se na presença de fêmures traseiros dilatados contendo grandes músculos usados para saltar. A maioria dos fósseis de Orthoptera é preservada no aspecto lateral, com as asas dobradas sobre o abdômen na posição de repouso, mas muitos grilos são preservados dorso-ventralmente, indicando um processo rápido de fossilização, que impediu que seus tagmas fossem desarticulados. Essa característica é típica da geologia do local, que contribui para uma fossilização rápida e garante uma boa preservação desse material. Sua abundância relativamente alta em coleções e em amostras coletadas em campo pode refletir uma abundância

numérica real na população original, mas pode ser que os insetos saltadores possam pousar mais facilmente na água por acidente. Os indivíduos da ordem Blattodea também apresentam características típicas, como pernas espinhentas e antenas longas, que facilitaram sua identificação (Figura 2B). Os blatódeos habitam ambientes úmidos, no entanto, seu potencial de preservação é provavelmente muito alto devido à constituição esclerosada das suas asas. Os fósseis foram bem preservados, principalmente completos, geralmente com ambas as asas dianteiras e traseiras. Exemplos excepcionais de adultos com asas dianteiras e traseiras abertas em ambos os lados do corpo também são encontrados.

Os indivíduos da ordem Diptera distinguem-se por apenas um par de asas reais (o par posterior é modificado para formar halteres que auxiliam no controle de equilíbrio do voo). Essa característica encontra-se bastante clara nos fósseis encontrados, principalmente se tratando da preservação das asas (Figura 2A). Os fósseis de Odonata foram identificados principalmente pela preservação do aspecto (dorsal ou ventral) marcante em libélulas, com asas isoladas e outros fragmentos (Figura 2C). A característica que mais chama atenção e facilita sua identificação é a asa comprida e fina presente nos indivíduos desta classe de insetos, que é uma característica típica e garante a identificação do grupo. Um espécime estava sem o abdome, pois essa é a parte do corpo que tende a se soltar primeiro, possivelmente como consequência de predação.

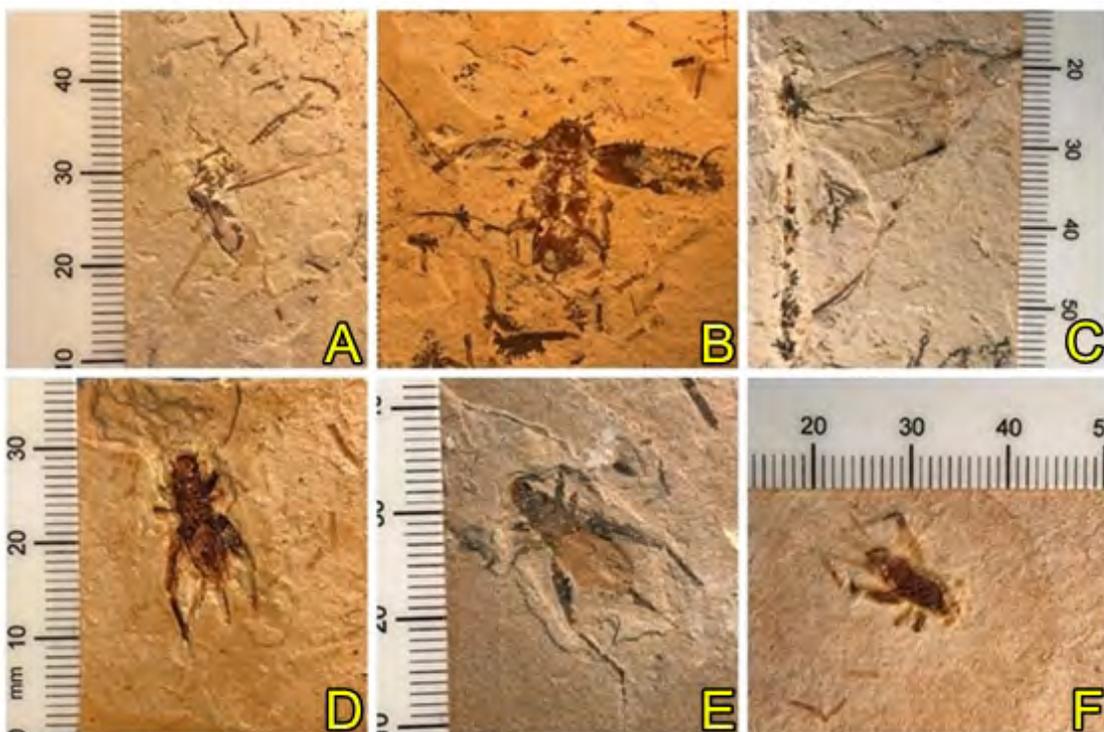


Figura 2: Fósseis em vista dorsal: **A** – Diptera; **B** – Blattodea; **C** – Odonata; **D** – Orthoptera; **E** – Orthoptera; **F** – Orthoptera.

A identificação visual dos Hemiptera (Figura 3A) foi possível, pois os espécimes estavam preservados, apresentando nitidamente a carapaça em formato parecido com um triângulo. Os indivíduos com menor representação, com apenas um espécime, incluem insetos das ordens: Neuroptera (Figura 3B), que foi identificado pela presença de uma cabeça comprida em relação ao tórax, olhos grandes e a presença de antenas longas; Dermaptera (Figura 3C), com indivíduos apresentando asas anteriores curtas e apêndices em forma de pinça; Hymenoptera (Figura 3D) e Lepidoptera (Figura 3E). Os imaturos (Figura 3F), não apresentaram evidências morfológicas suficientes para evidenciar qual o seu estágio de crescimento. A preservação desses fósseis de

insetos com suas estruturas microscópicas intactas indicam deposição em ambiente lacustre raso e com pouco aporte de sedimentos e nenhum transporte. Esses ambientes seriam lagos ou lagoas costeiras sujeitas a constantes mudanças de salinidade devido a conexão com o mar. As condições de estresse ambiental, em água salobra, favoreceram o desenvolvimento de tapetes microbianos, responsáveis pela precipitação dos carbonatos micríticos que auxiliaram na excepcional preservação desses fósseis de insetos (Gall 1990).

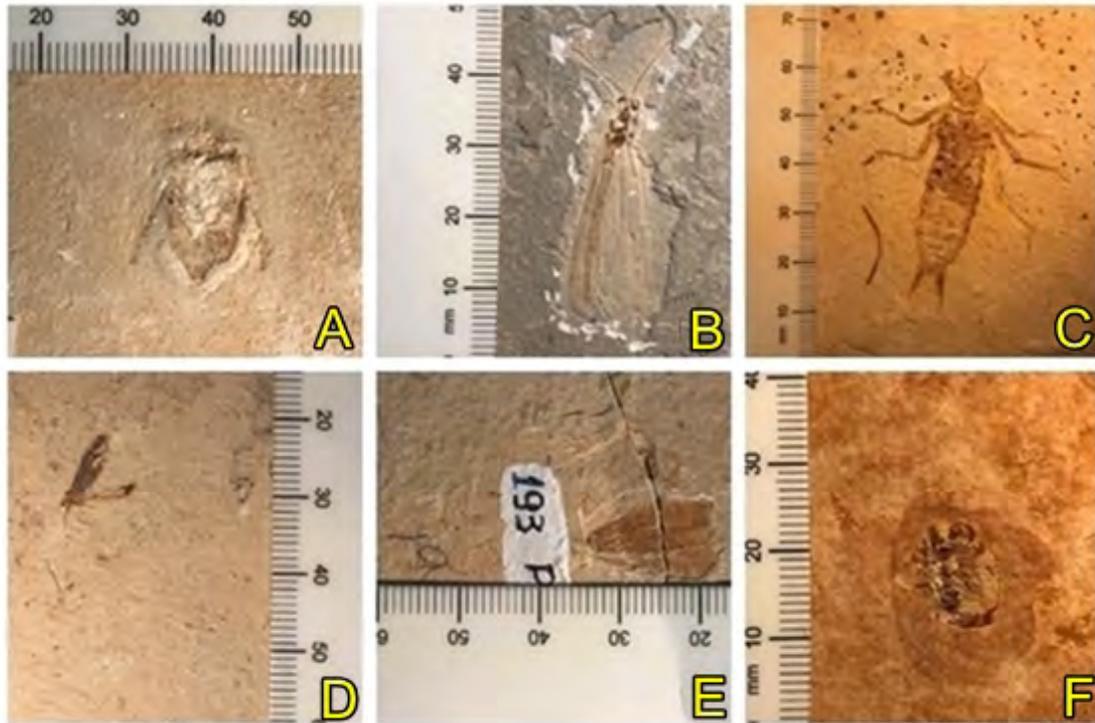


Figura 3: A – Fósseis de Hemiptera; Fósseis menos abundantes da amostra: B – Neuroptera; C – Dermaptera; D – Himenoptera; E – Lepidoptera; F – Exemplo de um fóssil de imaturo.

De acordo com Martill et al. (2007), os espécimes podem ser preservados tridimensionalmente ou parcialmente e é comum encontrar membros ou apêndices em ângulos altos ou uns por cima dos outros. Em alguns dos fósseis identificados aqui neste estudo (Figura 4), os apêndices estavam dobrados e por cima do tórax do indivíduo. Outra característica marcante foi de libélulas que apresentavam suas asas esticadas, em posição de descanso. As baratas também apresentavam asas abertas, outras apenas uma ou as duas asas fechadas, assim como citados nos trabalhos de Martill et al. (2007). Os insetos com poucos representantes, como os da ordem Dermaptera, são considerados raros (Martins-Neto 1999), por isso não foram encontrados muitos indivíduos desse grupo. Muitos dos artrópodes identificados aqui apresentava-se completos, principalmente da ordem Orthoptera.

Durante o período Cretáceo, ocorreu uma dominância de insetos no ambiente. De acordo com Gullan (2007) esse fato coincide com a diversificação das angiospermas (plantas com flores) e isso pode indicar a ocorrência de interações insetos-plantas, como aparelhos bucais adaptados para a polinização, explicando assim muitas das adaptações que os insetos adquiriram ao longo do tempo para garantir a sobrevivência, aprimorar seus hábitos alimentares, sua reprodução e garantir o sucesso em seu nicho ecológico.

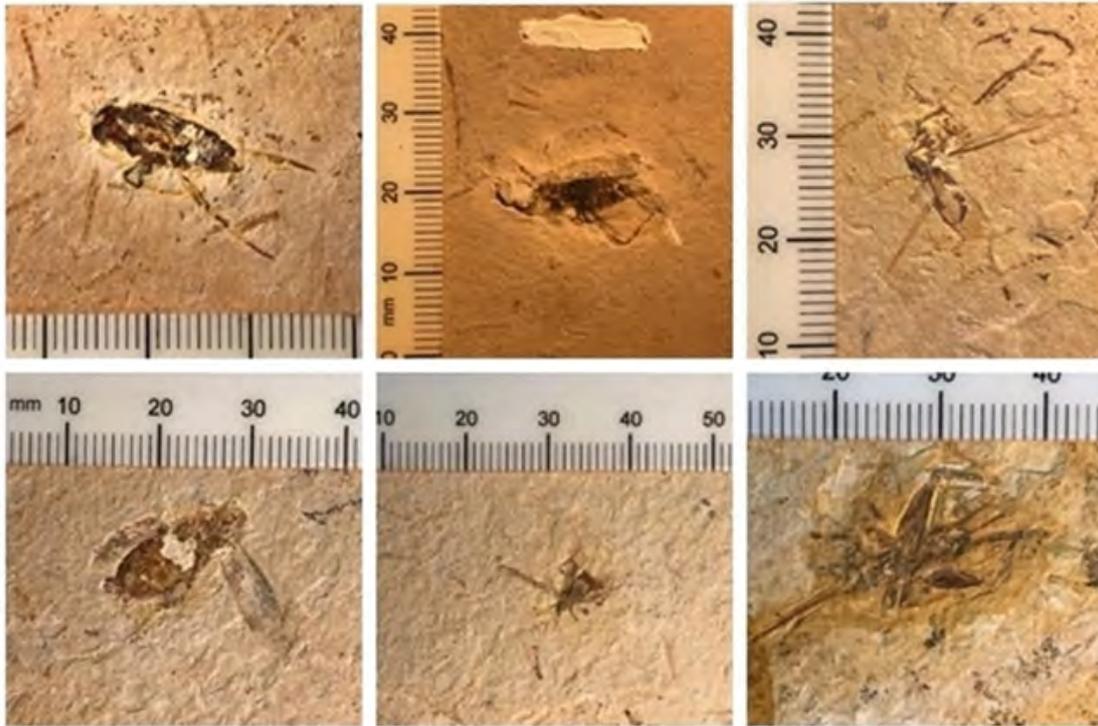


Figura 4: Exemplo de fósseis com seus apêndices dobrados, durante o processo de fossilização.

De um modo geral, a preservação dos fósseis é tida como boa, pois conservou as características morfológicas principais, garantindo uma descrição de qualidade do material amostrado. A preservação excepcional desses fósseis nos indica que o processo de fossilização, nesses indivíduos, ocorreu de forma rápida, evitando assim que ocorresse uma desarticulação ou decomposição, mantendo os espécimes bem preservados e praticamente completos, como mostrado na Figura 2.

De acordo com Gall (1990), a boa preservação dos fósseis de insetos dessa bacia ocorre devido a produção de mucilagem (polissacarídeo de monômeros variados, secretados por estruturas diversas), que permite a absorção e retenção de água e contribui para proteção de estruturas jovens, o que inibe a decomposição do organismo e contribui para a realização de um mecanismo de amortecimento resistente, que protege os fósseis de desarticulação. Esse fato também é descrito por Osés (2016), onde ele argumenta que os insetos do membro Crato foram preservados pela pirita framboidal e propõe que a difusão de soluções de água por poros dos animais e seu envolvimento por bactérias criaram condições favoráveis para a mineralização da cutícula e tecidos moles, favorecendo assim, a produção de réplicas tridimensionais dos insetos, mantendo seus detalhes morfológicos evidentes. Alguns eventos podem ter contribuído para a desarticulação e preservação de poucas partes do corpo do inseto, como fenômenos ocorridos durante o transporte, como a quebra, a triagem, a predação e a decomposição. Entretanto, a boa preservação desses fósseis da Bacia do Araripe contribuiu para a identificação da maioria dos indivíduos. Desta forma esses fósseis fornecem pistas importantes para a natureza do paleoambiente da Bacia do Araripe, bem como a paleoecologia da biota. A importância desse material fóssil reside no fato de que eles ampliam o conhecimento do registro fóssil para o Brasil, servindo de base para futuros trabalhos que envolvam a distribuição desses espécimes, bem como para a compreensão da biogeografia e paleoecologia.

Agradecimentos

Aos trabalhadores das pedreiras do Município de Nova Olinda que permitiram nosso acesso aos afloramentos e nos auxiliaram na localização e resgate dos fósseis. Agradecemos à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UESB que viabilizou as atividades de campo e coleta dos fósseis. À coordenação da Paleo PR/SC 2018 que possibilitou o envio de resumos expandidos para o evento. Um agradecimento especial ao pesquisador Msc. Lucio Flávio Freire Lima pela ajuda na análise dos fósseis dos insetos e um agradecimento aos revisores anônimos que avaliaram o texto final.

Referências

- Arai M. 2009. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, **25**: 7-15.
- Assine M 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, **22**: 289-300.
- Bardola TP. 2015. **Caracterização paleoambiental dos carbonatos microbiais do Membro Crato, Formação Santana, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 147p.
- Carmo DA; Rafael RML; Vilhena RM & Tomassi HZ 2004. Redescrição de *Theriosynoecum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **7**: 151-158.
- Gall JC. 1990. Les voiles microbiens, leur contribution a la fossilisation des organismes de corp mou. **Lethaia**, **23**: 21-28.
- Gullan PJ & Cranston PS 2007. **Os insetos**: um resumo de entomologia. São Paulo, Roca, 440p.
- Jarzemowski EA. 2001. The Phanerozoic record of insects. **Acta Geológica Leopoldensia**, **24**: 73-79.
- Martill DM; Bechly G & Loveridge RF 2007. **The Crato fossil beds of Brazil**: window into an ancient world. Cambridge, Cambridge University Press, 625p.
- Martins-Neto RG 1999. New genus and new species of Lepidoptera (Insecta, Eolepidopterigidae) from Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil). In: SIMPOSIO SOBRE O CRETACEO DO BRASIL, 5., 1999. **Boletim**, São Paulo, UNESP, p. 531-553.
- Martins-Neto RG 2006. Insetos fósseis como bioindicadores em depósitos sedimentares: um estudo de caso para o Cretáceo da Bacia do Araripe (Brasil). **Zoociências**, **8**: 155-183.
- Osés GL; Petri S; Becker-Kerber B; Romero GR; Rizzutto MA; Rodrigues F; Galante D; Silva TF; Curado JF; Rangel EC; Ribeiro RP & Pacheco ML 2016. Deciphering the preservation of fossil insects: a case study from the Crato Member, Early Cretaceous of Brazil. **PeerJ**, **4**: e2756.

Estado da arte dos fósseis e icnofósseis descritos na região sudeste do Grupo Itararé, Bacia do Paraná

Dhiego Cunha da Silva¹; Cristina Silveira Vega¹; Fernando Farias Vesely¹ & Jennyfer Pontes Carvalho Pietsch¹

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

cs.dhiego@gmail.com, cvega@ufpr.br; veselyff@gmail.com, jennycarvalho131@gmail.com

Palavras-chave: Itararé-fauna, paleozoico, glacial.

Introdução

O levantamento bibliográfico sobre os achados fósseis de determinadas áreas deve ser periodicamente revisado e atualizado, o que pode colaborar com um melhor direcionamento de futuras pesquisas. O estudo de macrofósseis e icnofósseis descritos para o Grupo Itararé auxiliam na compreensão dos paleoambientes, aspectos tafonômicos, distribuição paleogeográfica entre outras características interpretadas através do estudo de fósseis. Este trabalho apresenta um levantamento bibliográfico dos macrofósseis e icnofósseis descritos até o momento para os estratos das formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul, do Grupo Itararé, Bacia do Paraná.

Contexto Geológico

Este trabalho apresenta os fósseis descritos para o Grupo Itararé (Figura 1), esta seção foi estudada por Schneider et al. (1974), que a separou em 4 formações, da base para o topo, denominadas Formação Campo do Tenente, Formação Mafra, Formação Rio do Sul e Formação Aquidauana, sendo que esta última ocorre apenas nos estados de Mato Grosso, Goiás e nordeste de São Paulo.

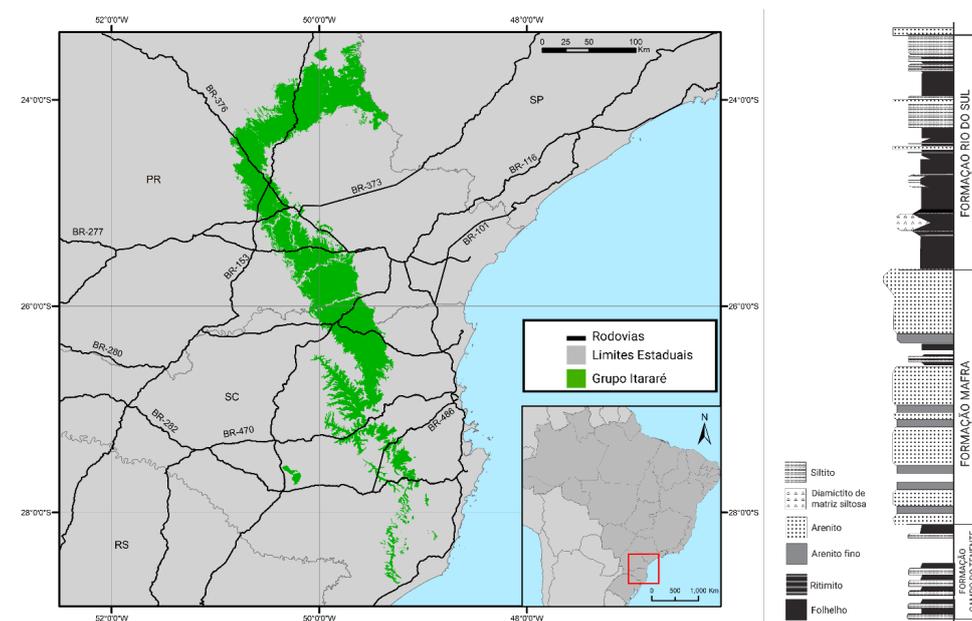


Figura 1: Região aflorante (esquerda) e coluna estratigráfica (direita) do Grupo Itararé. Coluna adaptada de Schneider et al. (1974).

A Formação Campo do Tenente possui uma espessura de aproximadamente 200 m em sua área tipo, estendendo-se da cidade de São Bento do Sul (SC) até o arco de Ponta Grossa (PR). Seus litotipos são caracterizados por argilitos castanho-avermelhados, com laminação plano-paralela. Também são descritos ritmitos e diamictitos de matriz arenosa. Em determinadas localidades são reconhecidos arenitos amarelados, finos e médios, mal selecionados e com estratificação plano-paralela à cruzada a acanalada. Junto a isso, estrias glaciais também são descritas nessa formação (Schneider et al. 1974).

A Formação Mafra é constituída principalmente por arenitos esbranquiçados, amarelados e vermelhos de granulação variada, podendo ocorrer arenitos finos, bem selecionados com *ripples* e estratificação plano-paralela. Há também arenitos médios e grossos com estratificação cruzada acanalada, seccionadas com feições de corte e preenchimento. Foram identificados diamictitos, conglomerados, ritmitos e argilitos. Sua seção tipo encontra-se no município de Presidente Prudente (SC), e possui aproximadamente 350 m de espessura. Estima-se que o contato com a Formação Campo do Tenente seja discordante, também há localidades onde o contato é encontrado sob as formações Furnas e Ponta Grossa (Schneider et al. 1974).

As rochas da Formação Rio do Sul são caracterizadas por uma porção basal de folhelhos e argilitos cinza escuros, de aspecto rítmico denominados de Folhelho Lontras em Santa Catarina e Folhelho Guaraúna no Paraná. A parte superior da Formação Rio do Sul é constituída de arenitos finos e diamictitos, folhelhos, ritmitos e argilitos. Em sua área tipo, a Formação Rio do Sul atinge até 350 m de espessura, diminuindo gradativamente em direção ao norte. O contato inferior com a Formação Mafra é concordante, sendo que na porção sudeste de Santa Catarina o estrato ocorre sobre o embasamento. O contato superior com a Formação Rio Bonito é concordante, exceto à nordeste do Paraná e São Paulo.

Outro trabalho de grande importância para compreensão dos processos deposicionais do Grupo Itararé foi a pesquisa de França & Potter (1988). Os autores se utilizaram de correlações de perfis de poços profundos, para sugerir que o Grupo Itararé fosse subdividido em 3 diferentes formações: Formação Lagoa Azul, Formação Campo Mourão e Formação Taciba, da base para o topo. É relevante citar as descrições realizadas por França & Potter (1988), pois alguns autores utilizam de suas nomenclaturas quando referidos às formações do Grupo Itararé.

Materiais e métodos

Esta pesquisa foi realizada mediante levantamento bibliográfico e análise documental em bancos de dados online do *GeoScienceWorld* e *ScienceDirect*, buscando todos os trabalhos que abordavam o tema “Grupo Itararé”, “Formação Rio do Sul”, “Formação Mafra”, “Formação Campo do Tenente”, “Formação Taciba”, “Formação Campo Mourão” e “Formação Lagoa Azul”, também foram procuradas as mesmas terminologias em inglês.

Além disso, foram consultados pesquisadores da área buscando bibliografias que nem sempre se encontram em bancos de dados eletrônicos. Frente aos resultados foram analisados 23 trabalhos que abordam discussões referentes à paleontologia de macro/icnofósseis do Grupo Itararé.

Dados obtidos

Os fósseis e icnofósseis aqui demonstrados serão apresentados de acordo com a formação em que foram encontrados, da base para o topo. A Formação Campo do Tenente (base), apresenta uma baixa representatividade fóssilífera. Durante as etapas desta pesquisa, não foram encontrados trabalhos publicados em periódicos relatando macrofósseis ou icnofósseis para esta seção. As

únicas pesquisas apresentadas para a Formação Campo do Tenente foram as de Antunes & Vesely (2016, 2017) que sugerem a ocorrência de MISS (*microbially induced sedimentary structures*) para as rochas destes estratos. De acordo com Noffke et al. (2001), essas estruturas são resultantes da interação de cianobactérias com o sedimento, onde esses organismos secretam um muco que interage com os agentes físicos do meio, como erosão e transporte, alterando assim as características de deposição.

A carência de estudos paleontológicos para esta seção dificulta a sugestão mais precisa de características paleoambientais. Neste caso, espera-se que futuros trabalhos possam ser realizados para contribuir com essa lacuna, e assim novas inferências possam ser feitas.

O conteúdo fóssilífero da Formação Mafra é distribuído entre uma baixa representatividade de fósseis, e icnofósseis de relativa diversidade e alto nível preservacional. O conteúdo icnofossilífero desta formação é constituído de trilhas de artrópodes e escavações de organismos vermiformes, de acordo com Balistieri et al. (2002, 2003) e Netto et al. (2009), os icnotáxons presentes nesta formação são: *Cruziana problematica*, *Diplichnites gouldi*, *Diplopodichnus biformis*, *Protichnites* isp., *Cochlichnus anguineus*, *Gordia arcuata*, *Gordia marina*, *Hormosiroidea meandrica*, *Rusophycus carbonarius*, *Undichnia consulca*, *Helminthoidichnites tenuis*, *Treptichnus pollardi*.

Ricetti & Weinschutz (2011) relataram a ocorrência de fósseis de escolecodontes para o intervalo médio da Formação Mafra. De acordo com os autores, os fósseis encontrados podem pertencer ao gênero *Paulinites*, e possivelmente a *Paulinites paranaensis* e *Paulinites polonensis*. Porém, o baixo nível de preservação das amostras dificulta inferências mais acuradas.

Trabalhos preliminares como de Neves et al. (2017), relataram a ocorrência dos táxons *Biconvexiella roxoi*, *Quinquenella rionegrensis?*, *Lingula imbituensis*, e *Orbiculoidea guaraunensis*. Outro trabalho em fase inicial elencou a presença de gastrópodes para a Formação Mafra, Torcate et al. (2013), demonstraram a ocorrência desses invertebrados e os classificaram como pertencentes a Família Bucanellidae.

A Formação Rio do Sul é a mais rica em conteúdo paleontológico dos estratos do Grupo Itararé. Entre os icnofósseis relatados, diversos trabalhos já descreveram traços fósseis encontrados em seus estratos (Dias-Fabrizio & Guerra-Sommer 1989; Marques-Toigo et al. 1989; Nogueira & Netto 2001a, b; Corrêa et al. 2014; Lima et al. 2015, 2017).

De acordo com Nogueira & Netto (2001a, b), Lermen (2006) e Lima et al. (2015), na Formação Rio do Sul foram descritos os seguintes icnofósseis: *Cruziana problematica*, *Diplichnites gouldi*, *Diplopodichnus biformis*, *Glaciichnium liebegastensis*, *Gluckstadtella elongata*, *Helminthoidichnites tenuis*, *Mermia carickensis*, *Protovirgularia dichotoma*, *Treptichnus pollardi*, *Umfolozia sinuosa*, *Kouphichnium* isp., *Maculichna varia*, *Nereites* isp., *Protichnites* isp., *Cruziana* isp., *Rusophycus* isp. e *Tonganoxichnus* isp.

Assim como o entendimento do contexto icnológico da Formação Rio do Sul pode auxiliar nas interpretações paleoambientais, estudar o conjunto de macrofósseis também contribui no esclarecimento dos ambientes pretéritos. A Formação Rio do Sul, contém o acervo fóssilífero mais significativo do Grupo Itararé. Entre os fósseis, podem ser identificados fósseis vegetais, vertebrados e invertebrados.

Ricetti & Weinschutz (2011) relataram a presença de elementos escolecodontes para a base da Formação Rio do Sul, mas da mesma forma que as amostras encontradas na Formação Mafra, o baixo nível de preservação impede inferências precisas. Mouro et al. (2014) demonstraram a ocorrência de esponjas Hexactinellida, com alto grau de preservação e a partir de análises tafonômicas, Mouro et al. (2017) sugeriram um ambiente de deposição marinho distal para o Folhelho Lontras, local onde foram encontradas as estruturas.

Outro fóssil de invertebrado foi elencado por Mouro et al. (2016), os autores demonstraram

evidências de casulos de Trichoptera, preservados na mesma localidade onde foram descritos os fósseis de esponjas. A preservação destas estruturas possibilita interpretações de um meio de baixa energia, além de auxiliar no entendimento do contexto evolutivo destes organismos.

Ainda sobre fósseis de estruturas frágeis, Ricetti et al. (2016), apresentaram um inseto descrito como *Anthracoblattina mendesi*. Na mesma pesquisa os autores relatam a ocorrência de outros táxons (*Anthracoblattina oliveirai*, *Phyloblatta roxoi*, *Phyloblatta pauloi*, *Phyloblatta sommeri*, *Anthracoblattina langei*, *Anthracoblattina mendesi*, *Irajanarkemina rodendorfi*, *Cacurgulopsis sanguinettiae*, *Pintopinna martinsnetoi*, *Proedischia mezzalirai*, *Carpenteroptera onzii*, *Carpenteroptera rochacamposi* e *Taiophlebia niloriclasodae*) que foram descritos para a Formação Rio do Sul.

Entre as estruturas de invertebrados, a ocorrência de moluscos fósseis foi descrita por Simões et al. (2012), Neves et al. (2014) e Taboada et al. (2016) para Formação Taciba, seção equivalente a Formação Rio do Sul de Schneider et al. (1974). O estudo deste grupo de organismos pode auxiliar no entendimento do paleoambiente, da bioestratigrafia e da paleoecologia. Neste contexto, Simões et al. (2012) descreveram os táxons *Myonia argentinensis* e *Aviculopecten multiscalptus* e Neves et al. (2014) descreveram e revisaram 19 espécies, entre elas *Myonia argentinensis*, *Atomodesma (Aphanaia) orbirugata* e *Heteropecten paranaensis*. A descrição deste material possibilitou inferência de diversos paleoambientes e análises bioestratigráficas sugeriram idade Asseliana para os depósitos onde foram coletados os fósseis.

Em um contexto similar ao citado acima, Taboada et al. (2016) estudaram os braquiópodes presentes nos estratos da Formação Taciba. Os autores descreveram *Lyonia rochacamposi*, *Langella imbituensis*, *Streptorhynchus* sp., *Cyrtella* sp., *Tomiopsis* sp. cf. *T. harringtoni*, *Quinquenella rionegrensis* e *Biconvexiella roxoi*. O estudo destes materiais possibilitou correlações bioestratigráficas com a Bacia Sauce Grande-Colorado, na Argentina, sugerindo um intervalo bioestratigráfico do Asseliano inicial ao Sakmario. E análises paleoambientais demonstraram um ambiente marinho.

Além disso, outros trabalhos com resultados preliminares apresentaram braquiópodes e amonóides para a base da Formação Rio do Sul. Neves et al. (2017), relataram a ocorrência dos táxons *Biconvexiella roxoi*, *Quinquenella?* sp., *Beecheria?* sp., *Langella imbituensis* e *Orbiculoidea guaraunensis* para o Folhelho Lontras e recentemente Weinschütz et al. (2018), relataram a primeira ocorrência de amonóides para o estratos glaciais da Formação Rio do Sul.

O registro da flora em ambientes glaciais pode servir como uma ferramenta de alto potencial quando se trata de análises de cunho paleoambiental. Embora os trabalhos atuais auxiliem nessas observações, no Grupo Itararé pouco material macroflorístico é conhecido, grande parte destes espécimes foi reconhecido para os estratos do estado de São Paulo, esses depósitos são admitidos como pertencentes ao grupo Itararé, mas ainda há divergências sob seu posicionamento estratigráfico, neste trabalho esses afloramentos foram admitidos como correlatos a Formação Rio do Sul.

Souza & Iannuzzi (2016) descreveram a ocorrência do gênero *Ottokaria* para os estratos do topo da Formação Rio do Sul (Grupo Itararé) e base do Grupo Guatá. No mesmo estudo, os autores comentam a presença de outros táxons presentes para a mesma seção supracitada, como: folhas de *Glossopteris communis*, *Gangamopteris* sp. e *Cordaites* sp., pequenos caules de *Paracalamites*, além de material foliar referente ao gênero *Phyllothea* e *Stephanophyllites*. Na mesma localidade onde são relatados estes espécimes, foram identificados, poucos centímetros abaixo, amostras de *Gangamopteris*, *Glossopteris* e *Cordaites*, e estruturas foliares de *Botrychiopsis*.

Recentemente, Bernardes-de-Oliveira et al. (2016) elencaram sucessões ecológicas da macroflora do Cisuraliano, do estado de São Paulo, esses conjuntos foram elencados para a Formação Rio do Sul do estado de São Paulo. A primeira sucessão foi registrada no município

de Campinas, onde foram reportadas associações de *Dwykea-Sublagenicula-Calamospora*, compostos por megásporos de licófitas (*Sublagenicula*, *Trileites* e *Calamospora* sp.) e algumas briófitas (*Dwykea*). Esse conjunto florístico indica um ambiente glacial costeiro ou interglacial costeiro.

Na segunda sucessão, os fósseis foram coletados na cidade de Itapeva e Buri, onde foram identificadas associações de *Eusphenopteris-Nothorhacopteris-Botrychiopsis*, composta por *Eusphenopteris*, *Nothorhacopteris*, *Botrychiopsis*, *Paracalamites* spp. em conjunto com *Sphenophyllum*, *Koretrophyllites*, *Noeggerathiopsis* e raramente *Cordaicarpus* e *Samaropsis*. O registro dessa flora sugere ambiente de planície deltaica interglacial a terrenos pantanosos, de baixas temperaturas.

O terceiro conjunto foi coletado na localidade de Monte Mor, registrando a primeira aparição de coníferas para a Bacia do Paraná. Essa associação foi denominada *Paranocladus-Ginkgophyllum-Brasilodendron*. Composta por *Paranocladus*, *Paranospermum* e algumas *Buriadia*, além de licófitas (*Brasilodendron*, *Bumbudendron*), *Ginkgophyllum*, *Noeggerathiopsis*, *Samaropsis* e *Cordaicarpus* e raramente *Nothorhacopteris*, *Botrychiopsis*, *Koretrophyllites* e *Sphenophyllum*. Essa sucessão foi interpretada como presente em planícies deltaicas interglaciais.

A quarta sucessão foi encontrada na cidade de Salto, e foi classificada como *Dwykea-Sublagenicula-Calamospora*, composta por briófitas (*Dwykea*), megásporos de licófitas, similares à primeira seção. O ambiente de formação desta flora era majoritariamente formado por costas glaciais ou interglaciais com vegetações do tipo tundra.

A última sucessão foi coletada nos municípios de Tietê e Cerquilha, onde foram encontradas folhas de *Glossopteris* e possivelmente as primeiras formas com estruturas reprodutivas da Bacia do Paraná. O conjunto foi denominado associação *Gangamopteris-Arberia-Stephanophyllites*. Nesta seção foram descritos os táxons *Gangamopteris*, *Arberia*, *Arberiaopsis* e *Hirsutum*, além de esfenófitas como *Stephanophyllites* e *Phyllothea*. O paleoambiente dessa localidade foi descrito como uma costa progradacional ou aluvial em um meio interglacial, registrando o final dos processos sedimentares do Grupo Itararé.

O estudo de vertebrados fósseis também colabora para o entendimento do contexto paleoambiental, paleobiogeográfico e bioestratigráfico dos depósitos glaciogênicos do Grupo Itararé. Os principais estudos focados neste contexto são os trabalhos de Malabarba (1988), Hamel (2005), Wilner (2014) e Wilner et al. (2016).

Um dos trabalhos pioneiros para descrição de organismos vertebrados foi o de Malabarba (1988) que apresentou um novo gênero de Actinopterygii basal, denominado *Santosichthys mafrensis*, proveniente do Folhelho Lontras, base da Formação Rio do Sul. Posteriormente Hamel (2005) descreveu um novo peixe Actinopterygii do mesmo afloramento e o denominou de *Roslerichthys riomafrensis*. Infelizmente o local de origem destas amostras não se encontra mais disponível, devido a processos erosivos e de ocupação do afloramento.

Wilner (2014) e Wilner et al. (2016) elaboraram trabalhos mais recentes sobre novos vertebrados fósseis provenientes do Folhelho Lontras. Nessas pesquisas, os autores descreveram elementos conodontes gondolelídeos pertencentes ao gênero *Mesogondolella*, táxons de importância bioestratigráfica que posiciona o Folhelho Lontras dentro do Cisuraliano, além de colaborar com interpretações paleoambientais, pois este gênero é encontrado em rochas formadas em ambientes marinhos de baixa temperatura.

Discussões e Conclusões

A partir dos dados obtidos neste levantamento é possível visualizar a carência de estudos

paleontológicos aplicados aos estratos mais basais da Grupo Itararé. A Formação Campo do Tenente apresenta um potencial preservacional de grande importância, porém é notável que devido ao baixo número de pesquisas realizadas para esta seção, as publicações são baixas comparada a outras formações. Os estratos da Formação Mafra compartilham do mesmo sintoma, porém é visível que o número de trabalhos tem aumentado com o passar do tempo. Quanto à Formação Rio do Sul, diversas pesquisas já realizadas e outras em desenvolvimento demonstram que o Grupo Itararé é uma das seções mais relevantes da Bacia do Paraná em relação a estudos paleontológicos, frente sua alta diversidade de fósseis preservados e qualidade do mesmo.

Os trabalhos de cunho paleontológico sobre os fósseis do Grupo Itararé provem de longa data. Porém a sistematização desses dados nunca ocorreu de forma clara, os achados paleontológicos sempre são citados em pesquisas de cunho geológico ou fragmentados em trabalhos de específicos de determinados grupos fósseis. A diversidade de fósseis encontrada para área onde esta pesquisa foi aplicada é vasta e o nível de preservação de certos espécimes se destaca entre fósseis de idade similar (Figura 2).

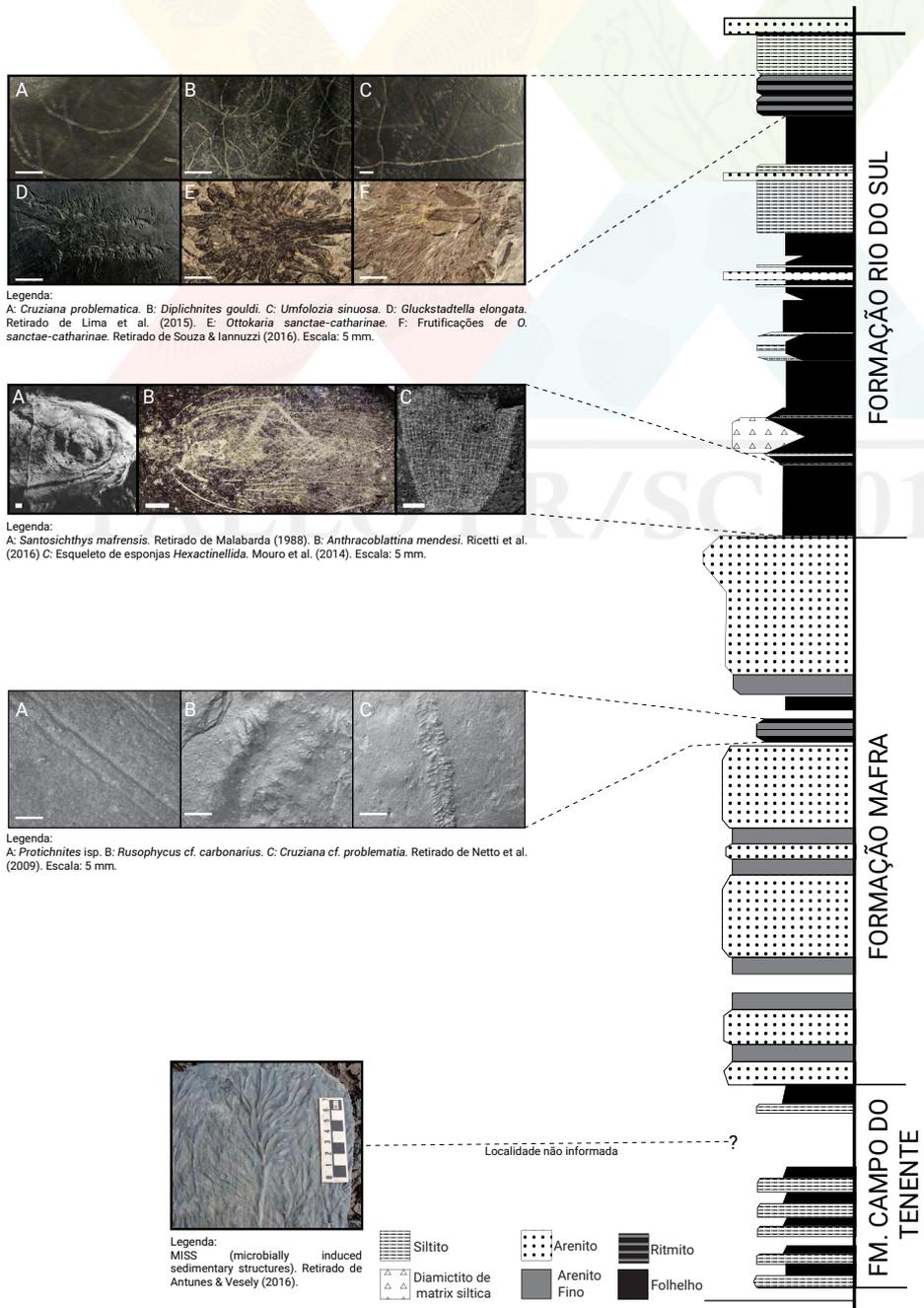


Figura 2: Exemplo de diversidade e alto nível de preservação de fósseis do Grupo Itararé. Coluna estratigráfica adaptada de Schneider et al. (1974).

A constante pesquisa nos afloramentos do Grupo Itararé vem resolvendo problemas antigos quanto a interpretações divergentes sobre ambientes pretéritos e correlações bioestratigráficas. Sendo assim, é visível que no passar dos anos novos trabalhos possam contribuir para o esclarecimento de antigas problemáticas.

Por fim, elenca-se a necessidade de mais estudos sistematização dos achados fósseis aplicados ao Grupo Itararé, a fim de obter uma maior resolução acerca deste intervalo de tempo.

Referências

- Antunes RC & Vesely FF 2016. Interpretações ambientais da Formação Campo do Tenente com base em análises faciológica e icnológica. In: SEMANA INTEGRADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UPFR, 2016. **Caderno de Resumos**, Curitiba, p. 163.
- Antunes RC & Vesely FF 2017. Caracterização e interpretação de feições sedimentares superficiais em ritmitos da Formação Campo do Tenente, PR. SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 10, 2017. **Anais**, Curitiba, p. ST136.
- Balistieri P; Netto RG & Lavina ELC 2002. Ichnofauna from the Upper Carboniferous-Lower Permian rhythmites from Mafra, Santa Catarina State, Brazil: ichnotaxonomy. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **4**: 13–26.
- Balistieri P; Netto RG & Lavina ELC 2003. Ichnofauna de ritmitos do topo da Formação Mafra (Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná) em Rio Negro, Estado do Paraná (PR), Brasil. **Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina**, **9**: 131–139.
- Bernardes-de-Oliveira MEC; Kavali OS; Mune SE; Shivanna M; Souza PA; Iannuzzi R; Jasper A; Hoelzel A; Boardman DR; Rohn R & Ricardi-Branco F 2016. Pennsylvanian – Early Cisuralian interglacial macrofloristic succession in Paraná Basin of the State of São Paulo. **Journal of South American Earth Sciences**, **72**: 351–374.
- Corrêa CG; Lima JHD & Netto RG 2014. Estudo neoicnológico como critério para a interpretação do registro fóssilífero: um exemplo com artrópodes terrestres. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, **2**: 10.
- Dias-Fabrizio ME & Guerra-Sommer M 1989. Síntese dos estudos icnológicos do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, **22**: 71–88.
- França AB & Potter PE 1988. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, **2**: 147–191.
- Hamel MH 2005. A new lower actinopterygian from the early permian of the Paraná Basin, Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, **25**: 19–26.
- Lermen RE 2006. **Assinaturas icnológicas em depósitos glaciogênicos do Grupo Itararé no RS**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 84p.

- Lima JHD; Minter NJ & Netto RG 2017. Insights from functional morphology and neoichnology for determining tracemakers: a case study of the reconstruction of an ancient glacial arthropod-dominated fauna. **Lethaia**, **50**: 576–590.
- Lima JHD; Netto RG; Corrêa CG & Lavina ELC 2015. Ichnology of deglaciation deposits from the Upper Carboniferous Rio do Sul Formation (Itararé Group, Paraná Basin) at central-east Santa Catarina State (southern Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, **63**: 137–148.
- Malabarba MCL 1988. A new genus and species of stem group actinopteran fish from the Lower Permian of Santa Catarina State, Brazil. **Zoological Journal of the Linnean Society**, **94**: 287–299.
- Marques-Toigo M; Dias-Fabricio ME; Guerra-Sommer M; Cazzulo-Klepzing M & Piccoli AEM 1989. Afloramento da área de Trombudo Central, Permiano Inferior, Santa Catarina: palinologia, icnologia e sedimentologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989. **Anais**, Curitiba, p. 126–150.
- Mouro LD; Fernandes ACS; Rogerio DW & Fonseca VM 2014. First Articulated Sponge from the Paleozoic of Brazil, and a New Organization of the Order Hemidiscosa. **Journal of Paleontology**, **88**: 171–178.
- Mouro LD; Horodyski RS; Fernandes ACS; Carvalho MDA; Scomazzon AK & Silva MSD 2017. Sponges taphonomy and lower permian Lontras Shale taphofacies (Paraná Basin, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 25, 2017. **Boletim de Resumos**, Ribeirão Preto, p. 209.
- Mouro LD; Zatoń M; Fernandes ACS & Waichel BL 2016. Larval cases of caddisfly (Insecta: Trichoptera) affinity in Early Permian marine environments of Gondwana. **Scientific Reports**, **6**: 19215.
- Netto RG; Balistieri PRMN; Lavina ELC & Silveira DM 2009. Ichnological signatures of shallow freshwater lakes in the glacial Itararé Group (Mafra Formation, Upper Carboniferous–Lower Permian of Paraná Basin, S Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, **272**: 240–255.
- Neves JP; Anelli LE & Simões MG 2014. Early Permian post-glacial bivalve faunas of the Itararé Group, Paraná Basin, Brazil: Paleoecology and biocorrelations with South American intraplate basins. **Journal of South American Earth Sciences**, **52**: 203–233.
- Neves JP; Taboada AC; Weinschütz LC & Simões MG 2017. Brachiopods of the Itararé Group from Mafra County, Southern Brazil, and their geological significance. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 25, 2017. **Boletim de Resumos**, Ribeirão Preto, p. 406.
- Noffke N; Gerdes G; Klenke T & Krumbein WE 2001. Microbially induced sedimentary structures – a new category within the classification of primary sedimentary structures: perspectives. **Journal of Sedimentary Research**, **71**: 649–656.
- Nogueira MS & Netto RG 2001a. Icnofauna da Formação Rio do Sul (Grupo Itararé, Permiano da Bacia do Paraná) na Pedreira Itau-Itauna, Santa Catarina, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, **24**: 397–406.
- Nogueira MS & Netto RG 2001b. A presença de *Cruziana* nos sedimentos da Formação Rio do Sul (Grupo Itararé, Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná) na Pedreira Itau-Itauna, Santa Catarina, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, **24**: 387–396.

- Ricetti JHZ & Weinschutz LC 2011. Ocorrência de escolecodontes (Annelida, Labidognatha) nas formações Mafra e Rio do Sul, Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná, Brasil. **Paleontologia em Destaque**, **64**: 31–32.
- Ricetti JHZ; Schneider JW; Iannuzzi R & Weinschütz LC 2016. *Anthracoblattina mendesi* Pinto et Sedor (Blattodea, Phylloblattidae): the most completely preserved South American Palaeozoic cockroach. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **19**: 181–194.
- Schneider RL; Muhlmann H; Tommasi E; Medeiros R; Daemon RF & Nogueira AA 1974. Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974. **Anais**, Porto Alegre, p. 41–65.
- Simões MG; Neves JP; Anelli LE & Weinschütz LC 2012. Permian bivalves of the Taciba Formation, Itararé Group, Paraná Basin, and their biostratigraphic significance. **Geologia USP, Série Científica**, **12**: 71–82.
- Souza JM & Iannuzzi R 2016. New occurrences of the genus *Ottokaria* Zeiller (Cisuralian, Paraná Basin, Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, **234**: 1–10.
- Taboada AC; Neves JP; Weinschütz LC; Pagani MA & Simões MG 2016. *Eurydesma–Lyonia* fauna (Early Permian) from the Itararé group, Paraná Basin (Brazil): a paleobiogeographic W–E trans-Gondwanan marine connection. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, **449**: 431–454.
- Torcate FC; Weinschutz LC; Neves JP & Wilner E 2013. Ocorrência de Gastropoda Bucanellidae na Formação Mafra, Grupo Itararé, Permiano Inferior da Bacia do Paraná, na região de Mafra, SC, Brasil. In: PALEO PR/SC, 15, 2013. **Resumos Expandidos**, Campo Mourão, p. 1-5.
- Weinschütz LC; Neves JP; Hadler P; Ricetti RHZ & Wilner E 2018. Ocorrência inédita de Ammonoidea (Mollusca: Cephalopoda) no Permiano da Bacia do Paraná. In: PALEO PR/SC, 20, 2018. **Livro de Resumos**, Curitiba, p. 29.
- Wilner E 2014. **Análise preliminar das associações naturais de conodontes do folhelho Iontras, Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná na Região de Mafra, SC**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 94p.
- Wilner E; Lemos VB & Scomazzon AK 2016. Associações naturais de conodontes *Mesogondolella* spp., Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná. **Gaea - Journal of Geoscience**, **9**: 30–36.



Acervo paleontológico e turismo em museus brasileiros de História Natural

Eliane Vila Lobos Strapasson¹; Leticia Nitsche²; Saulo Vila Lobos Strapasson¹ & Ingrid Christine de Lima Gonçalves³

¹Centro Paleontológico, Universidade do Contestado, Mafra, Santa Catarina, Brasil

²Departamento de Turismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

³Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

eliane.cenpaleo@unc.br, lticia@gmail.com, saulo-strapasson@hotmail.com, ingryd.clg@gmail.com

Palavras chaves: Acervo Paleontológico, Museus, Turismo

Introdução

O patrimônio paleontológico, constituído por vestígios de animais e vegetais que viveram no passado geológico da Terra, vem se configurando também como um potencial turístico. Nesse contexto os museus de história natural, por meio de seus espaços organizados, têm papel fundamental na promoção da interação do público com o acervo paleontológico. O desenvolvimento de estudos em museus se faz necessário considerando que existem expressivos museus e centros de pesquisas paleontológicas no Brasil, mas pouco se conhece sobre sua importância para o fomento do turismo.

Para melhor conhecer a realidade dos museus brasileiros de história natural, o estudo dedicou-se em investigar os principais acervos paleontológicos e o público predominante nesses espaços, buscando conhecer a contribuição destes para o turismo científico. A metodologia teve caráter qualitativo (Gil 2008) e apresentou como método de pesquisa uma investigação exploratória (Dencker 1998), com técnicas bibliográficas, entrevistas e questionários com especialistas da temática e gestores de museus de história natural.

Foram pesquisados onze museus brasileiros de história natural, provenientes dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Alagoas. Para seleção dos museus, foi realizada entrevista com profissionais e especialistas que atuam em instituições de ensino e pesquisa nas áreas de Paleontologia e Geologia.

Análise dos resultados apontou os principais acervos nesses museus, o público predominante e o número de visitantes anual, constatando que a maioria dos museus possui acervo de animais vertebrados de diferentes períodos das eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica, com predomínio de seres da era Mesozoica. Com base nesses dados foram traçadas algumas recomendações para os museus brasileiros, com o propósito de auxiliar no melhor aproveitamento do patrimônio paleontológico para o turismo. Também oferecer contribuição para a produção científica acadêmica nos temas que abordam acervo paleontológico, museus de história natural e turismo.

Patrimônio Paleontológico e Turismo

O Patrimônio Paleontológico caracteriza-se como um patrimônio natural, fruto da ação da natureza. Cachão e Silva (2004) descrevem que esse bem é constituído por depósitos fossilíferos, sítios paleontológicos e fósseis, que apresentam valores científico, educativo ou cultural, os quais devem ser preservados para as gerações futuras. Segundo Mendes (1977) os fósseis que constituem

o Patrimônio Paleontológico são restos ou vestígios de animais ou vegetais que viveram antes dos tempos históricos e que se encontram preservados nas rochas. Para Anelli (2002) os fósseis são as evidências, vestígios e restos de animais e vegetais que viveram no passado geológico da Terra e que constituem o objeto de estudo da Paleontologia, ciência que se dedica ao estudo e a compreensão da vida passada.

A preservação do patrimônio paleontológico é um dos grandes desafios da atualidade, para alcançar esse objetivo Licardo (2011) considera que o primeiro estágio deve ser o pleno conhecimento do significado do patrimônio pelo maior número de pessoas, pois a conscientização coletiva é o caminho mais viável para a promoção da preservação. Nesse contexto, para promover o conhecimento acerca do Patrimônio Paleontológico, Cassab (2000) relata que nos últimos anos vários museus foram criados, realizando diversas atividades voltadas a comunidade, com o propósito de difundir os fundamentos da Paleontologia e a necessidade de proteção.

Com a criação e organização de novos museus destinados a difusão do patrimônio paleontológico, esses espaços considerados meios de promoção da educação não formal, passam a configurar também um atrativo turístico. Conforme descrito por Strapasson et al. (2017), o turismo vem em segundo plano, como consequência e oportunidade de divulgação e democratização do conhecimento gerado nessa área. Os museus desempenham uma importante tarefa na difusão do patrimônio paleontológico, os quais por meio de seus acervos favorecem o contato do público com essa área do conhecimento. Ribeiro et al. (2011) consideram que o Patrimônio Paleontológico tem muitas características e valores importantes para serem difundidos pelas práticas turísticas, caracterizando-se, principalmente pela promoção do conhecimento e valorização patrimonial. Segundo Carvalho (2000) a Paleontologia não se destina mais apenas as instituições científicas, mas para a população em geral, que se interessa pela história do passado da Terra, por esse motivo os museus estão cada vez mais voltados ao interesse do público. Carvalho & Da Rosa (2008) reforçam essa afirmação, descrevendo que os museus regionais, nos quais podem ser apreciados acervos fossilíferos, têm grande relevância para o turismo científico, voltado à valorização da Paleontologia.

O trabalho desenvolvido pelos museus com acervo paleontológico destinado aos visitantes locais e turistas, com o objetivo de promover o conhecimento e a preservação do patrimônio paleontológico, resultou também na promoção da atividade turística. Nesse contexto para que o Patrimônio Paleontológico se fortaleça como atrativo turístico, atraindo cada vez mais visitantes e desempenhe seu papel na difusão do patrimônio, a comunicação estabelecida com o público deve ser eficaz e atrativa.

Museus, Patrimônio Paleontológico e Turismo

No que trata dos museus em geral e turismo, o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM)¹, considera que os museus além de constituírem um importante atrativo e indutor de visitas, têm grande importância no processo de sensibilização do turista e valorização do patrimônio. No entanto reconhece que há um longo caminho a percorrer para consolidar o turismo em museus no Brasil. Para tanto, o IBRAM (2014) recomenda que é preciso trabalhar o efetivo envolvimento dos museus com os serviços organizados de turismo, realizando um trabalho sistemático junto aos prestadores de serviços turísticos.

No cenário internacional, em se tratando do Reino Unido, os museus constituem parte vital da indústria do turismo. Childs (2016) descreve que os museus são as atrações turísticas mais populares do Reino Unido e desempenham um papel central no fomento da economia do turismo, atraindo turistas de todos os orçamentos. O Museu de História Natural de Londres, constitui o principal atrativo turístico, apresentando um público de 5.000.000 visitantes ao ano.

¹ O Instituto Brasileiro de Museus foi criado em janeiro de 2009, com a assinatura Lei n 11.906. O órgão é responsável pela Política Nacional de Museus (PNM) e pela melhoria dos serviços do setor – aumento de visitação e arrecadação dos museus, fomento de políticas de aquisição e preservação de acervos e criação de ações integradas entre os museus brasileiros (Brasil 2009).

Os museus brasileiros ainda têm muito por fazer para se tornarem atrativos turísticos consolidados assim como os museus internacionais. Diante desse cenário o SISEM-SP (2012) salienta que as instituições museológicas precisam se capacitar para atender as demandas sociais. Buscando se aproximar da população e revelando suas funções relacionadas à democratização do conhecimento e da cultura.

Considerando especialmente os museus com acervo paleontológico, o Brasil possui importantes museus e centros de pesquisas que se destacam nessa área. Lopes & Ribeiro (2006) citam como exemplo o Museu dos Dinossauros em Peirópolis - Uberaba/MG, que se tornou um dos principais atrativos turístico da cidade, contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico da região e o Museu Nacional no Rio de Janeiro, a mais antiga instituição museológica brasileira, com acervo paleontológico. De acordo com o Ministério da Cultura (Brasil 2005), Museus de Ciências Naturais e História Natural são bens culturais relacionados às Ciências Biológicas (Biologia, Botânica, Genética, Zoologia, Ecologia, Paleontologia, etc.), às Geociências (Geologia, Mineralogia, etc.) e à Oceanografia.

A origem dos museus de história natural está associada aos viajantes e exploradores, conforme descreve Cazelli (1992), estes traziam de suas longas viagens tesouros e objetos de arte com a intenção de reuni-los em suas casas e exibi-los aos amigos. Grandes coleções foram reunidas em casa de nobres, conferindo-lhes grande prestígio social, dando origem aos “gabinetes de curiosidades”. Cazelli (1992) descreve que no século XIII, as coleções das casas reais europeias e particulares começam a serem abertas ao público, embora de maneira gradativa e seletiva. Segundo Vieira et al. (2007) com as coleções dos gabinetes abertas ao público os estudos científicos foram estimulados, dando início à difusão do saber. Mas foi somente a partir da segunda metade do século XX que o visitante passou a ser o foco dos museus, conforme descreve Kellner (2005). A partir de então os museus passaram por um processo de permanente transformação.

Com o decorrer dos anos no território brasileiro e internacional, vários museus foram criados com o intuito de desenvolver pesquisas e organizar exposições, disseminando assim o conhecimento acerca da paleontologia. No Brasil, segundo o IBRAM (2011) dos 3950 museus, aproximadamente 930 são de Ciências Naturais e História Natural. Para os autores Pássaro et al. (*apud* Hessel & Nogueira Neto 2014) o Brasil possui importantes jazigos fossilíferos, mas apesar dos avanços na área, ainda são poucos os museus de Paleontologia e instituições com significativos acervos de fósseis adequadamente acondicionados. Apesar de ter um número significativo de museus de história natural em seu território, em comparação com similares instituições internacionais, o Brasil ainda tem muito a desenvolver nessa área.

Museus de História Natural e a Difusão do Acervo Paleontológico

A eficácia da difusão do conhecimento em museus de história natural tem estreita ligação com a qualidade da comunicação estabelecida com o visitante, por isso deve receber atenção especial. De acordo com Davis (1999) o papel dos museus é realizar com sucesso a comunicação das informações, por meio das exposições e atividades educativas. Vieira et al. (2007) descrevem que os museus de história natural vêm sofrendo mudanças marcantes e profundas na sua concepção de acessibilidade pública, considerados lugares de aprendizagem ativa, estabelecendo um canal de divulgação científica com a sociedade. De acordo com Marandino (2005), os museus de história natural mudaram especialmente no fim do século XX, com a elaboração de bioexposições contemporâneas e novas tecnologias.

Apesar dos avanços na área museológica, no Brasil ainda são poucos museus que incorporaram as novas tendências da museologia científica. Conforme descreve Kellner (2005), a divulgação científica das ciências dos fósseis se encontra precariamente desfavorecida devido a diversos fatores, onde o econômico tem peso maior. Salvo raras exceções, os museus de história natural brasileiros tem se mostrado antiquados e não têm conseguido acompanhar as mudanças da era digital. Segundo Vieira et al. (2007) os museus brasileiros de história natural tornaram-se

bastante antiquados em comparação com museus norte-americanos e europeus. Neste panorama, no qual a comunicação nos museus com acervo paleontológico não atende de forma adequada o público, Schouten (1995) relata que muitas pessoas não visitam essas instituições por não conseguirem estabelecer uma ligação entre o conteúdo e o seu cotidiano.

Os museus brasileiros de história natural com acervo paleontológico, por meio da organização das suas exposições, possuem conhecimentos, informações, uma história a ser comunicada de diferentes formas, para diferentes públicos. No entanto diante das deficiências de comunicação apresentadas pela maioria dos museus, Vieira et al. (2007) consideram que discutir e elaborar novas atitudes e políticas, promovendo fóruns de debates, devem ser atividades realizadas com frequência pelos museus, objetivando encontrar melhores práticas de comunicação. O IBRAM (2014) descreve que atualmente muitos museus brasileiros, preocupados em melhorar a qualidade da sua comunicação buscam utilizar técnicas de interpretação com diferentes graus de informação. Para que os museus alcancem seus objetivos, o IBRAM sugere e orienta a elaboração de um planejamento com estratégias de comunicação.

De acordo com o IBRAM (2014), o plano de interpretação tem se tornado uma ferramenta utilizada por várias instituições culturais em todo o mundo. Em linhas gerais o plano deve explicitar o público a que se destina, que meios empregar, que mensagem transmitir, os objetivos e as etapas, conforme apresenta o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Objetivos e etapas da elaboração do plano de interpretação. Fonte: IBRAM 2014, p. 32.

OBJETIVOS DO PLANO
<ol style="list-style-type: none"> 1) Comunicar o significado do lugar de maneira interessante e afetiva; 2) Melhorar a satisfação das necessidades do visitante; 3) Melhorar a proteção do recurso; 4) Melhorar a qualidade da experiência do visitante.
FASES QUE COMPÕEM O PLANO DE INTERPRETAÇÃO
<ol style="list-style-type: none"> 1) Análise dos recursos disponíveis; 2) Identificação dos destinatários da interpretação; 3) Formulação dos objetivos da interpretação; 4) Determinação das mensagens a transmitir; 5) Seleção dos meios de interpretação; 6) Recomendações sobre a proteção do recurso e previsão de necessidades de pessoal; 7) Seleção de critérios para efetuar o acompanhamento e a avaliação.

Os objetivos e etapas para elaboração do plano interpretativo, mesmo que apresentados de maneira simplificada, são claros e oferecem um ponto de partida seguro aos museus que necessitam elaborar o seu plano de interpretação. Miranda (2002) defende que a interpretação deve produzir efeitos no público, considerando objetivos específicos quanto ao conhecimento, a afetividade e as atitudes esperados dos visitantes durante e após a visita.

Materiais e Métodos

Pesquisa de caráter qualitativo, segundo Dencker (1998), se propõe a preencher lacunas do conhecimento, de natureza descritiva ou exploratória e é especialmente indicada para situações em que a teoria não é suficiente para solucionar o problema e o pesquisador necessita buscar em campo as variáveis que serão analisadas. Deste modo a pesquisa buscou conhecer os acervos paleontológicos predominantes em museus brasileiros de história natural e o perfil do público nesses espaços. O método de pesquisa constituiu uma investigação exploratória, realizada em fontes bibliográficas, entrevistas informais com profissionais atuantes na área da Paleontologia e Geologia, envio de questionários por correio eletrônico, desenvolvido e disponível na ferramenta “*Google Forms*”, para os museus selecionados de história natural, visita e entrevista presencial no Museu da Terra e da Vida (Mafra, SC) e no Museu de Zoologia da USP (São Paulo, SP).

A coleta de dados referente ao universo teórico, foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica, buscando definições conceituais referente aos temas centrais da pesquisa: Patrimônio Paleontológico, museus e turismo.

Seleção dos Museus de História Natural

Para a seleção dos museus de história natural a serem analisados, foram realizadas entrevistas com profissionais que atuam nas áreas da Paleontologia e Geologia. A entrevista enviada via e-mail para doze (12) profissionais solicitava a colaboração do entrevistado indicando museus de história natural com acervo paleontológico, considerados referência na área. Os profissionais entrevistados foram escolhidos com o critério de possuírem formação na área da Paleontologia e/ou Geologia, estarem atuando (ou terem atuado) na área e pela contribuição no fomento dessa ciência no Brasil, bem como para a proteção do patrimônio paleontológico. Dentre estes um total de dez (10) profissionais responderam a entrevista e indicaram os principais museus de história natural, conforme relacionados no Quadro 2.

Quadro 2: Titulação dos profissionais entrevistados que atuam nas áreas da Paleontologia e Geologia.

	TITULAÇÃO
01	Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geologia e Paleontologia – UFRJ – Museu Nacional – RJ.
02	Mestre em Geociências pela UFRGS – Biólogo do Museu de Ciências Naturais da Universidade do Paraná – Curador da Seção de Paleontologia – Departamento de Ciências Biológicas – UFPR.
03	Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Pós-Doutorado em Geologia pela Universidade Estadual Paulista – Professor do Departamento de Geologia – Instituto de Geociências – UFRJ.
04	Doutora em Geografia pela UFSC, Pós-Doutorado pelas Universidades de Zaragoza (Espanha) e West Virginia (Estados Unidos) – Professora adjunta da UEPG – Laboratório de Turismo em Áreas Naturais – UEPG – PR.
05	Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (Áreas de concentração Estratigrafia e Paleontologia) – Geólogo da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – MG.

06	Doutor em Geologia pela UNESP de Rio Claro – Coordenador do CENPÁLEO – Universidade do Contestado –Mafra – SC.
07	Doutora em Biologia e Paleontologia pela Universidade de Londres, Pós-Doutorado na Universidade de Tübingen na Alemanha – Curadora do Departamento de Ciências da Terra – Museu de História Natural – Londres – Inglaterra.
08	Doutor em Geociências pela Universidade de Londres – Professor aposentado da USP e Fundador do Centro paleontológico de Mafra (atuação 1997-2005).
09	Doutor em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Professor Titular do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
10	Doutor em Ciências/Geologia (ênfase em Paleozoologia de invertebrados) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – Professor Adjunto do Departamento de Geologia e Paleontologia Museu Nacional – UFRJ.

Com base nas informações coletadas nesta etapa da pesquisa empírica, foram indicados um total de 23 museus, conforme relacionados no Quadro 3.

Coleta de Dados

Para a coleta de dados nos museus de história natural foi desenvolvido um questionário estruturado, constituído por perguntas abertas e fechadas, desenvolvido e disponível na ferramenta “*Google Forms*”. O questionário estruturado é gerado com base numa relação fixa de perguntas, com ordem e redação idênticas para todos os entrevistados (Gil 2008).

O questionário estruturado utilizado na pesquisa priorizou questões referentes ao acervo paleontológico nos museus de história natural, a temática da exposição, o perfil e número de visitantes. O envio do questionário aos responsáveis pelas instituições museológicas indicadas foi realizado via correio eletrônico.

Quadro 3: Museus brasileiros de história natural com acervo paleontológico indicados por profissionais das áreas de Paleontologia e Geologia.

Museu Irajá Pinto – UFRGS/Porto Alegre – Rio Grande do Sul;	Museu de História Natural de Taubaté – São Paulo;
Museu de Paleontologia da UFRGS – Rio Grande do Sul;	Museu Geológico Valdemar Lefevre – São Paulo;
Museu de Ciências e Tecnologia da PUC – Rio Grande do Sul;	Museu Nacional da UFRJ – Rio de Janeiro/RJ;
Museu da Fundação Zoobotânica do Estado do Rio Grande do Sul/RS;	Museu da Geodiversidade da UFRJ – Rio de Janeiro;
Museu da Terra e da Vida – CENPALEO/UnC – Mafra – Santa Catarina;	Museu de Ciências da Terra – Rio de Janeiro;
Museu Capão da Imbuia – Curitiba – Paraná;	Museu do Dinossauro – Uberaba/Peirópolis – Minas Gerais;
Catavento Cultural – São Paulo;	Museu de Ciências e Tecnologia da PUC – Belo Horizonte – Minas Gerais;
Museu de Zoologia da USP – São Paulo;	Museu de Ciências Naturais – PUC – Minas Gerais;
Museu de Geociências da USP – São Paulo;	Museu Paraense Emílio Goeldi – Belém – Pará;
Museu de Paleontologia de Monte Alto – São Paulo;	Museu de História Natural de UFAL – Alagoas;
Museu de Paleontologia de Marília – São Paulo;	Museu do Homem Americano – São Raimundo Nonato – Piauí;
	Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – Ceará.

Do total de 23 museus, responderam ao questionário representantes de onze museus, conforme relacionados abaixo:

A – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS.

B – Museu da Terra e da Vida – Mafra, SC

C – Museu de Ciências da Terra – Rio de Janeiro, RJ.

D – Museu de Geociências da USP – São Paulo, SP.

E – Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas – Maceió, AL.

F – Museu de História Natural de Taubaté – Taubaté, SP.

G – Museu de Paleontologia “Prof. Antônio Celso de Arruda Campos” – Monte Alto, SP.

H – Museu de Paleontologia de Marília – Marília, SP.

I – Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto – Porto Alegre, RS.

J – Museu de Zoologia da USP – São Paulo, SP.

K – Museu dos Dinossauros – Uberaba, MG.

L – Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ.

Os dados obtidos foram analisados e com base neles apresentadas considerações para os museus brasileiros de História Natural com acervo paleontológico.

Resultados Obtidos

A pesquisa possibilitou levantar características relevantes sobre os acervos paleontológicos nos museus de história natural. A respeito do acervo paleontológico predominante nos museus brasileiros de história natural, data de fundação, e número de visitantes por ano, o Quadro 4 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 4: Data de fundação e acervo permanente.

Museus	Data de fundação	Acervo Predominante	Número de visitantes ao ano
A	1955	Vertebrados – Mamíferos pleistocênicos; répteis e dinossauros do Triássico.	17.000
B	1998	Vertebrados – peixes do Permiano	7.000
C	1992	Vertebrados – peixes do Cretáceo	10.000
D	1934 – Coleção 1981 - Aberto ao público	Vertebrados – peixes do Cretáceo	13.000
E	1990	Todos os grupos, com predomínio de vertebrados no acervo. Fósseis do Paleozóico (Siluro-Devoniano) passando pelo Mesozóico (Jurássico, Cretáceo) até o Pleistoceno.	4.000
F	2004	Vertebrados	15.000 a 20.000
G	1992	Paleovertebrados (especialmente répteis)	20.000
H	2004	Vertebrados do Período Cretáceo, principalmente ossos de dinossauros, crocodilos e tartarugas.	10.000 a 12.000
I	2008	Invertebrados de diversos períodos das Eras Paleozoica e Mesozoica, especialmente.	1.500
J	1941	Vertebrados (especialmente répteis mesozoicos)	100.000
K	1992	Vertebrados (Dinossauros) - Cretáceo	15.000
L	1818	Composto principalmente por invertebrados do Paleozoico ao Pleistoceno.	100.000

De acordo com o ano de fundação dos museus de História Natural brasileiros, percebe-se que são relativamente jovens, com exceção dos museus L, J e A, fundados respectivamente em 1818, 1941 e 1955. Os demais museus (B, D, E, G) são da década de noventa e os museus F, I, H nos anos dois mil. Evidencia-se que os museus brasileiros de História Natural tiveram ascensão a partir dos anos noventa, com a criação de novos espaços destinados a difundir o patrimônio paleontológico.

Em relação ao acervo paleontológico dos museus, há predominância de animais vertebrados, mais especificamente peixes, répteis (entre os quais destacam-se os dinossauros) e mamíferos. Representantes de diferentes períodos das eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica, havendo predomínio de seres da era Mesozoica. De acordo com os resultados, verifica-se que número de visitantes na maioria dos museus pesquisados está na faixa entre 10.000 a 20.000 visitantes por ano. Os museus E e I, estão abaixo dessa faixa apresentando respectivamente 4000 e 1.500 visitantes. Nos museus J e L, situados em grandes capitais brasileiras, o número chega a 100.000 visitantes por ano.

A pesquisa também identificou o perfil do visitante, incluindo a faixa etária predominante desse público, conforme apresentado no Quadro 5:

Quadro 5: Perfil do público nos museus brasileiros de História Natural.

Museus	Público predominante	Faixa etária predominante
A	Estudantes Público com interesse em lazer cultural	Crianças Jovens Adultos
B	Estudantes	Jovens
C	Público em geral (estudantes e interessados em lazer cultural)	Jovens
D	Estudantes	Jovens
E	Público em geral (estudantes e interessados em lazer cultural)	Jovens
F	Pesquisadores Estudantes Público com interesse em lazer cultural	Crianças Jovens Adultos Idosos
G	Pesquisadores Estudantes Público interessado em lazer cultural	Jovens
H	Pesquisadores Estudantes	Crianças Jovens Adultos
I	Pesquisadores Estudantes Público com interesse em lazer cultural	Crianças Jovens
J	Estudantes, Público interessado em lazer cultural	Crianças Jovens

K	Estudantes	Crianças Adultos
L	Público interessado em lazer cultural Estudantes	Crianças Jovens Adultos

O perfil do público que visita os museus de história natural é composto principalmente por estudantes. O público interessado em lazer cultural ficou em segundo lugar nos museus entrevistados. A faixa etária predominante do público que visita esses museus é constituída por jovens, citados por onze museus. Essa informação pode contribuir para que os museus desenvolvam atividades específicas para essa faixa etária. O público infantil foi citado em oito museus e o público adulto em seis museus, demonstrando ser relevante considerar também as crianças nas atividades do museu. Público caracterizado por idosos foi citado em apenas um museu, evidenciando que os museus não estão atingindo essa faixa etária.

A pesquisa também buscou identificar a principal atração dos museus, ou seja, aquela que mais chama a atenção e agrada o público. O Quadro 6 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 6: Principal atração do Museu – preferência intencional ou espontânea.

Museus	Atração principal	Preferência intencional	Preferência espontânea
A	Paleontologia.		
B	Réplicas de dinossauros da América do Sul.		
C	A rotunda, especialmente o pterossauro que está em exposição na área.		
D	Réplica de dinossauro em tamanho natural.		
E	Os fósseis de répteis.		
F	Peças grandes como grandes esqueletos e grandes animais taxidermizados.		
G	Os fósseis e as reconstruções em vida dos animais identificados através dos fósseis.		

H	Fósseis e fotos da escavação de um titanossauro encontrado na região, que ganhou muita popularidade em 2011 por conta de terem inspirado a TV Globo a fazer a novela “Morde & Assopra”, em 2011.		
I	“Ninho”, com fósseis de um Dicinodonte adulto e de vários filhotes, provenientes do município de Candelária, RS. Esse nicho expositivo costuma chamar muita atenção, talvez por serem herbívoros de grande porte e pela forma como estão expostos, incluindo efeitos de iluminação neste espaço.		
J	Segmento paleontológico (reconstruções osteológicas de grandes vertebrados).		
K	Réplicas de dinossauros em tamanho real.		
L	Acervos relativos aos dinossauros, da Sala do Egito, Zoologia (insetos e invertebrados marinhos). O acervo do Departamento de Paleontologia é raro, com alguns exemplares que só existem no Museu Nacional.		

De acordo com os dados apresentados é possível identificar que os dinossauros predominam como o principal atrativo nos museus de história natural, sendo estes escolhidos pelo público, de maneira espontânea na maioria dos museus entrevistados.

Essa informação é relevante pelo fato de apresentar o que mais agrada o público e o que desejam ver e conhecer nos museus de história natural. Com base nessas informações é possível planejar as exposições e atividades, utilizando-se do atrativo principal para apresentar todo o contexto do museu. Também ao se constatar que na maioria dos museus a escolha do atrativo aconteceu de maneira espontânea, sugere-se aos museus considerarem opinião do público no

planejamento das exposições.

De maneira geral os dados obtidos sobre os museus brasileiros de história natural apresentam características relevantes sobre seus acervos paleontológicos e a relação com o público. Os museus são relativamente jovens, tendo ascensão na década de 90 com criação de novos espaços. Seus acervos paleontológicos são bem abrangentes, incluindo seres do Paleozoico até o Cenozoico, no entanto há predomínio de fósseis de vertebrados da Era Mesozoica. O perfil predominante do público que visita os museus de história natural é composto principalmente por estudantes, o público interessado em lazer cultural ficou em segundo lugar. A faixa etária do público é constituída principalmente por jovens. Todos os museus pesquisados esperam, por meio de suas temáticas, que os visitantes desenvolvam atitudes responsáveis e de respeito para com o patrimônio paleontológico. Diante dos dados apresentados referentes ao acervo paleontológico e público predominante nos museus, nas discussões e conclusões são apresentadas algumas considerações para os museus brasileiros de história natural que desejam ampliar seu público e desenvolverem melhores práticas voltadas ao desenvolvimento do turismo científico.

Discussões e conclusões

O trabalho teve como objetivo investigar os principais acervos paleontológicos e o público predominante nos museus brasileiros de história natural, buscando conhecer a contribuição destes para o turismo científico. Para isto, os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa tiveram classificação exploratória, utilizando como instrumentos de pesquisa aplicação de questionários e entrevistas.

Com base nos dados obtidos na pesquisa exploratória foi possível verificar que o acervo paleontológico dos museus de história natural é constituído principalmente por seres vertebrados da era Mesozoica. Entre as principais atrações nos museus de história natural, predominam as réplicas de dinossauros como atrativo escolhido pelo público, conforme apresentado no Quadro 6.

Considerando que o público predominante dos museus é jovem, sugere-se planejar atividades específicas para esse público que é dinâmico, interativo e tem afinidade com a tecnologia. Assim como as crianças, que também representam uma parcela significativa de visitantes nos museus, sugere-se desenvolver atividades que estimulem a imaginação, a criatividade e promovam a alegria. Dessa forma a visita a esses espaços se tornará mais prazerosa e aproximará ainda mais o público do patrimônio paleontológico. Em relação aos idosos que constituem um público pouco predominante nos museus de história natural, se faz necessário considerar estratégias de atraí-los para esses espaços e valorizar suas experiências de vida.

Denota-se que os museus brasileiros de História Natural, na sua maioria, demonstram esforço em tornar suas exposições mais atrativas e interativas, com o desenvolvimento de diversas atividades, como oficinas, palestras, capacitações, kits escolares, entre outras. Entretanto os museus necessitam explorar novas tecnologias que favoreçam ainda mais a interatividade nesses espaços e a promoção de experiências significativas.

Os museus brasileiros de história natural realizam um significativo trabalho na difusão do patrimônio paleontológico, interpretado em exposições permanentes, temporárias e itinerantes, voltados especialmente para estudantes e pesquisadores. Para que os museus possam repensar suas exposições e organizá-las proporcionando melhor aproveitamento do seu patrimônio para o turismo, considerando ampliar o público leigo com interesse em lazer cultural, sugere-se àqueles que ainda não possuem a elaboração de um plano interpretativo, incluindo metas e estratégias, conforme orienta o IBRAM (2014).

Para finalizar, considerando o expressivo potencial fossilífero que o Brasil possui em seu território e o trabalho realizado pelos museus brasileiros com acervo paleontológico, recomenda-se

a realização de novos estudos que promovam discussão e apontamentos de melhores práticas de valorização e interpretação, destinadas ao desenvolvimento do turismo com base no patrimônio paleontológico.

Referências

- Anelli LE 2002. **O passado em suas mãos**: guia para coleção de réplicas. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- Brasil 2009. **Portal do Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM)**. Disponível em: <<http://www.museus.gov.br/acessoainformacao/o-ibram>>. Acesso em: 16 mai 2017.
- Brasil, Ministério da Cultura 2005. **Manual de cadastro de instituições museológicas**. Brasília, IPHAN/MINC.
- Cachão M & Silva C 2004. Introdução do patrimônio paleontológico português: definições e critérios de classificação. **Geonovas**, **18**(1): 13-19.
- Childs K 2016. **Joint submission to the Environment, Food and Rural Affairs Select Committee Inquiry into Rural Tourism**. Disponível em: <<http://www.museumsassociation.org/download?id=1195920>>. Acesso em: 10 mar 2017.
- Carvalho IS (Ed.) 2000. **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Interciência, 628p.
- Carvalho IS & DaRosa AA S 2008. Patrimônio paleontológico no Brasil: relevância para o desenvolvimento sócio-econômico. **Memórias e Notícias**, **3**: 15-28.
- Cassab RCT 2000. Objetivos e princípios. In: Carvalho IS (Ed). **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Interciência, p. 3-11.
- Cazelli S 1992. **Alfabetização científica e os museus interativos de ciências**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 166p.
- Davis P 1999. Conserving biodiversity: the role of smaller museums. In: LES MUSÉES ET COLLECTIONS DE SCIENCES NATURELLES, 1999. **Cahiers d'étude**, **7**, Paris, ICOM/NatHist, p. 26-27.
- Dencker AFM 1998. **Pesquisa em turismo**: planejamento, métodos e técnicas. São Paulo, Futura.
- Gil AC 2008. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo, Atlas, 200p.
- Hessel MH & Nogueira Neto JA 2014. Principais acervos de paleontologia do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, **37**(2): 48-59.
- Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) 2011. **Guia dos museus brasileiros**. Brasília, IBRAM.
- Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) 2014. **Museu e turismo**: estratégias de cooperação. Brasília, IBRAM.
- Kellner AWA 2005. Museus e a divulgação científica no campo da paleontologia. **Anuário do Instituto de Geociências** **28**(1): 116-130.
- Licardo A 2011. Turismo paleontológico. In: Manzig PC & Wwinschutz LC (Eds) **Museus e fósseis da Região Sul do Brasil**. Marechal Cândido Randon, Germânica, p. 216-219.

- Lopes LAM & Ribeiro LCBA 2006. Semana do dinossauro: uma forma lúdica de ensinar a importância do turismo paleontológico. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 4, Caxias do Sul. **Anais**, Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul, p. 1-14.
- Marandino M 2005. Educação em museus de história natural: possibilidades e desafios de um programa de pesquisa. **Enseñanza de las ciencias**, n. extra.
- Mendes JC 1977. **Paleontologia geral**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 347p.
- Miranda JM 2002. O processo de comunicação na interpretação. In: Murta SM & Albano C (Org.). **Interpretar o patrimônio**: um exercício do olhar. Belo Horizonte, UFMG, p. 97-98.
- Ribeiro LCB; Winter CVP; Matinelli AG; Macedo Neto F & Teixeira VPA 2011. O patrimônio paleontológico como elemento de desenvolvimento social, econômico e cultural: Centro Paleontológico Price e Museu dos Dinossauros, Peirópolis, Uberaba (MG). In: Carvalho IS & Srivastava NK (Eds) **Paleontologia**: cenários da vida. Rio de Janeiro, Interciência, p. 765-774.
- Sistema Estadual de Museus de São Paulo (SISEM) 2012. **Programa de modernização de museus paulistas**, plano de comunicação institucional para museus de pequeno porte. São Paulo, Secretaria de Estado da Cultura.
- Schouten F 1995. Improving visitor care in heritage attractions. **Tourism Management**, 16(4): 259-261.
- Strapasson EVL; Bahl M & Nitsche LB 2017. Turismo, patrimônio paleontológico e educação no Museu da Terra e da Vida, em Mafra, Santa Catarina. **Revista de Turismo Contemporâneo**, 5(2).
- Vieira ACM; Novaes MGL; Matos JS; Faria AC; Machado DMC & Ponciano LCMO 2007. A contribuição dos museus para a institucionalização e difusão da paleontologia. **Anuário do Instituto de Geociências**, 30(1): 158-167.



RYU TAKAHASHI / XX PALEO PR/SC

