PEIXES FÓSSEIS DA FORMAÇÃO DE TREMEMBÉ: IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIMES FÓSSEIS

Autores: Gabriel Melo Franco, Anderson Ribeiro da Luz Filho, Zenon de Andrade Oliveira Dabkiwicz, João Pedro Franco Valério da Rocha, Guilherme Gonçalves Nogueira

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, gabrielmfranco05@gmail.com, andersonribeirolf@gmail.com, Zenon.andrade.oliveira2008@gmail.com, Joaopedrofranco190506@gmail.com, guilherme.nog@univap.br

Resumo

A identificação de espécies a partir de fósseis é uma tarefa complexa, pois muitas características diagnósticas podem ser perdidas ou alteradas durante o processo de fossilização. Neste trabalho, foram analisados três peixes ósseos teleósteos preservados em um único bloco fóssil (FOS–001), proveniente da Formação Tremembé. A partir de análises morfológicas e de comparações com outros peixes conhecidos dessa formação, os exemplares foram atribuídos ao grupo *Percomorpha*. A ausência de características diagnósticas de outras ordens, como *Characiformes* e *Siluriformes*, associada à anatomia geral dos espécimes, sugere uma possível afinidade com os ciclídeos. Entretanto, devido à perda ou à ausência de estruturas que permitiriam distinguir com segurança representantes de *Centrarchiformes* e *Cichliformes*, a posição taxonômica dos exemplares dentro de *Percomorpha* permanece indeterminada. Ainda assim, o amplo predomínio de escamas ciclóides, em conjunto com as demais características observadas, reforça a hipótese de que esses fósseis possam pertencer à família *Cichlidae*.

Palavras-chave: Peixes, Tremembé, UNIVAP, Fóssil

Área do Conhecimento: Zoologia

Introdução

A formação de tremembé é uma rica formação fossilífera localizada no estado de São Paulo, parte da bacia de Taubaté, datada do Oligoceno tardio – mioceno inferior, sendo caracterizada por sua formulação tipo *rift,* sendo constituído por um sistema lacustre (RIBEIRO, 2024; CARMO, 2024). No acervo do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), existem diversos fósseis provenientes de tal formação, dentre o material encontrado, se destacam matéria vegetal, folhelhos e principalmente, ossos e espinhas de peixes ósseos. Tais organismos são os seres vivos mais comuns a serem encontrados na formação (SANTANA, 2023).

Este trabalho, teve como objetivo identificar a nível de ordem animais contidos em um bloco de folhelho fossilífero, catalogado como FOS-001, contendo 3 peixes teleósteos. Também foi objetivo deste trabalho, explorar a ideia de como tais indivíduos foram mortos e soterrados em união (SANTANA, 2023).

Metodologia

O material trabalhado se trata de um bloco de folhelho fossilífero, composto de argilito, de 16,1 cm de largura, 22,4 cm de comprimento e 2,7 cm de altura, catalogado como FOS-001. Dentre o conteúdo fóssil, se destacam 3 peixes, catalogados da esquerda para a direita de IND-001, IND-002 e IND-003. IND-001 é o mais completo dos indivíduos, sendo composto por nadadeiras caudal, dorsal e anal, juntamente com algumas vértebras caudais, IND-002 é composto por material craniano e a nadadeira pélvica, IND-003 é composto apenas de parte de suas nadadeiras dorsais e a silhueta de seu corpo.

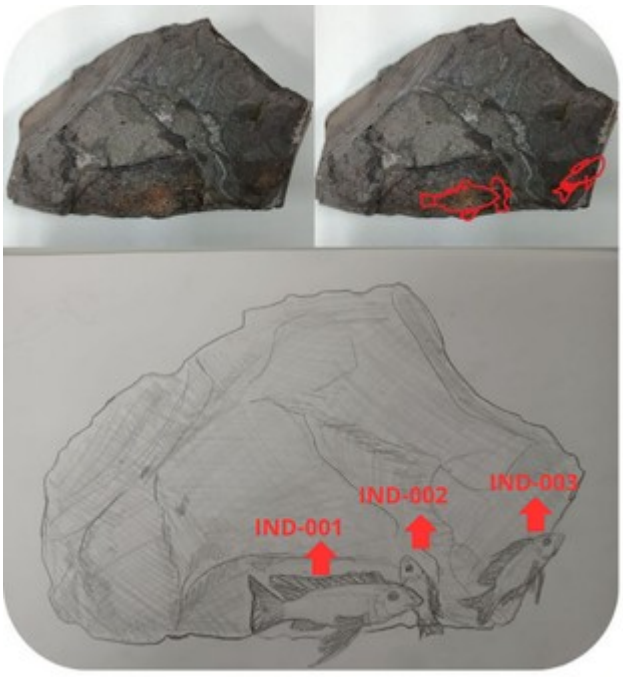


Figura 1. da esquerda para direita, cima a baixo: FOS-001 no estado atual, contorno dos peixes no fóssil a olho nu e paleoarte representando os peixes em seus últimos momentos, os animais são representados como ciclídeos nesta arte, juntamente com a identificação individual de cada. Imagens de autoria própria.

Foram utilizadas análises conduzidas em estereomicroscópio CARL ZEISS (modelo Stemi DV4), no fóssil, analisando o material fóssil em aumento de 25X e de 20X em prol de analisar a anatomia dos animais para identificação.

Em uma tentativa de localizar o crânio de um dos animais (IND-001), uma camada de folhelho não fossilífero foi removida com o auxílio de um martelo (Drop teel, 25 mm) e de um prego (22 mm). O processo de remoção foi realizado com o prego sendo posicionado na divisa entre a camada contendo o fóssil e a camada a ser removida, seguido de um leve golpe fraco para separar ambas as camadas.



Figura 2. A – Foto de FOS-001 antes da alteração. B – Foto de FOS-001 depois da alteração.

Posteriormente, o processo de identificação foi feito através das comparações anatômicas utilizando de peixes modernos relacionados filogeneticamente com os grupos já presentes na formação de Tremembé (*characiformes, siluriformes, centrachiformes e cichliformes*) como *Melanochromis auratus* e *Moenkhausia lepidura (*DARLIM, 2018; CARMO, 2024; OLIVER, 2000). Quanto aos peixes fósseis descritos que pertencem a formação de Tremembé foram utilizados a imagem do holótipo de *Tremembichthys pauloensis*, além do fóssil de uma haste da barbatana peitoral de um siluriforme presente no acervo Univap, para auxiliar na identificação dos peixes presentes em FOS-001 (POLCK, 2016). Dentre as possibilidades, incluem peixes das quatro ordens já citadas anteriormente, com espécies fósseis pertencentes à formação de Tremembé e suas ordens taxonômicas (Tabela 1).

Tabela 1. - Espécies de peixe encontradas na formação de Tremembé (CARMO, 2024).

Ordem	Espécies
Characiformes	*Brycon avus*
Characiformes	*Lignobrycon ligniticus*
Characiformes	*Megacheirodon unicus*
Characiformes	*Plesiocurimata alvarengai*
Characiformes	*Cyphocharax mosesi*
Cichliformes	*Tremembichthys pauloensis*
Centrarchiformes	*Santosius antiquus*
Siluriformes	*Taubateia paraiba*
Siluriformes	*Steindachneridion iheringi*
Siluriformes	*Steindachneridion silvasantosi*

Resultados

Os três animais encontrados foram fossilizados entre folhelhos de argilito, dois indivíduos encontrados na parte mais baixa do bloco morreram sobrepostos um sobre o outro, com o terceiro indivíduo sendo fossilizado um folhelho acima, potencialmente indicando um óbito posterior aos demais peixes ou um declive no leito em que todos esses animais morreram. Por conta da natureza fragmentada de todos os indivíduos, suas afinidades são incertas, a posição de IND-002 implica que seu cadáver estava acima do contemporâneo maior, morrendo de forma vertical, tal posição indica que não houve interação direta entre os indivíduos, descartando a possibilidade de que os peixes morreram em uma tentativa de predação entre si. A presença de fragmentos de mais indivíduos representados por espinha dorsal e escamas ciclóides, indica uma fossilização na parte baixa de um rio no qual demais partes de outros peixes eram levadas e aterradas, sendo soterradas sequencialmente.

Todos os três peixes têm formato oval e prensados de forma lateral, características provenientes do processo de deposição, anterior à fossilização.

Identificamos que IND-001 possui uma nadadeira caudal homocerca truncada, com os espinhos do lóbulo inferior sendo parcialmente preservados, enquanto os do lóbulo superior tem apenas as impressões deixadas pelos demais espinhos observáveis. Ao total foram contabilizados 12 espinhos na nadadeira caudal, além de seis vértebras caudais, que foram preservadas na parte inferior da cauda. Espalhadas pelo corpo do animal, é possível observar diversas escamas ciclóides. A nadadeira dorsal tem um total de 14 espinhas que terminam na região pélvica, apenas a terceira haste foi preservada completamente, com fragmentos da 4°, 5° e 12° presentes, a nadadeira adiposa encontra-se ausente. A última nadadeira observável é a anal, composta por 4 espinhas.

IND-002 é composto apenas por material cranial pré-mandibular juntamente de 5 espinhas que compõem as nadadeiras pélvicas e de 2 costelas, o aparelho weberiano está notavelmente ausente. Quanto aos ossos mandibulares, o supramandibular foi identificado, sendo comparativamente reduzido comparado a *Tremembichthys pauloensis* (POLCK, 2016). O ceratomandibular também foi identificado por conta da crista elevada. O pré-opérculo e basal são de tamanho moderado, sendo cobertos pelos raios branquiostegais (pelo menos 3 raios foram identificados). o opérculo é volumoso, sendo fundido com o parietal, formando um curto espaço entre ambos os ossos e a crista do ceratomandibular. por fim, a espinha dorsal se encontra fragmentada, no lugar do aparelho weberiano se encontra apenas espinhas fragmentadas. Em contraste com os demais, o IND-003 é o indivíduo mais incompleto e fragmentado, possuindo apenas 8 espinhas da barbatana dorsal preservada, a região pélvica e algumas escamas ciclóides, no indivíduo não foram preservadas espinhas dorsais, linha lateral ou nadadeira adiposa.

Além dos três peixes, restos de barbatanas e escamas são observáveis, que possivelmente podem pertencer aos indivíduos do FOS-001, que se desprenderam após a morte.

A formação de Tremembé detém 4 ordens de peixes: Characiformes, Siluriformes, Centrarchiformes e Cichliformes, dentre eles, os dois primeiros, pertencem à superordem Ostariophysi, enquanto os dois últimos são do clado Percomorpha (CARMO, 2024; RIBEIRO, 2024). Siluriformes são caracterizados por longas hastes presentes nas nadadeiras peitorais e ausência de escamas, enquanto Characiformes tem escamas do tipo ctenóide, características que se demonstraram ausentes nos peixes de FOS-001 (RODRIGUES, 2020; CARMO, 2024; DARLIM, 2018). A ausência notável do aparato Weberiano indica que os peixes aqui presentes não pertencem a superordem Ostariophysi, descartando não apenas Characiformes e Siluriformes, como descartando outras ordens modernas como Cypriniformes, sobrando como única opção os peixes do clado Percomorpha.

Peixes da ordem Cichliformes são principalmente representados por ciclídeos, família que inclui o único Cichliforme descrito da formação de Tremembé: *Tremembichthys pauloensis* (POLCK, 2016). Ciclídeos podem ser identificados por conta da fusão em seus ossos faringeais, entretanto tal estrutura não foi preservada no material craniano de IND-002, com o crânio dos demais indivíduos estando ausente. Centrarchiformes, por sua vez são caracterizados por reterem principalmente escamas ctenóides com ctênios simples, em forma de agulha, que podem sofrer amputação durante o crescimento, embora a ausência de tais escamas afastem os peixes de FOS-001 de tal ordem, não é possível descartá-lo totalmente por conta de gêneros australianos que apresentam escamas ciclóides tais quais *Bostockia* e *Gadopsis* (ARRATIA,2019). A segunda característica diagnóstica de Centrarchiformes é a ausência do primeiro orifício do canal mandibular, que não pode ser observado

no crânio do IND-002, pela sua natureza incompleta (ARRATIA,2019). Embora não tenha sido possível encontrar nenhuma característica definidora quanto aos Centrarchiformes ou Cichliformes, a elevada presença de escamas ciclóides, juntamente da ausência de aparato weberiano em peixes da formação de tremembé, torna os animais aqui descritos partes do clado Percomorpha.

Discussão

Com apenas 2 espécies de Percomorpha sendo descritas da formação de Tremembé dentre as 11, 1 sendo o ciclídeo *Tremembichthys* pauloensis e o outro sendo o *Centrarchiformes Santosius antiquus* demonstra a raridade de tais organismos, quando comparados a peixes da superordem Ostariophysi. O presente trabalho, contribui para o conhecimento científico sobre o grupo Percomorpha em fósseis sul-americanos, que são notados pela falta de estudo sobre o grupo. Sendo assim, a identificação dos indivíduos de FOS-001 como membros de tal clado demonstra a necessidade de mais estudos quanto a teleósteos da formação de tremembé.

Inicialmente, hipotetizamos que a morte dos peixes foi causada por predação, provavelmente, algum predador da formação de Tremembé, como *Caiman tremembensis* (CARMO, 2024), graças a natureza fragmentada dos indivíduos e a presença de diversas escamas e espinhas espalhadas pelo fóssil. Tal hipótese, entretanto não é suportada por conta da ausência de marcas de dentes, mordidas ou bicos no corpo de tais animais, além da relativa integridade de IND-001. Presumimos que os dois indivíduos encontrados na parte inferior sejam aparentados filogeneticamente, por conta de suas semelhanças anatômicas e presença de escamas ciclóides similares em ambos os indivíduos. Embora as diferenças de tamanho ponham em dúvida se ambos os animais são adultos da mesma espécie, nenhum otólito foi encontrado para dizer a idade de tais indivíduos, similarmente, a presença de escamas ciclóides indica que o terceiro teleósteo tem afinidades filogenéticas próximas a IND-001 e IND-002 (Jones, 1986). Uma explicação fornecida pela Tafonomia da formação de Tremembé é que os três indivíduos pertenciam ao mesmo cardume, sendo mortos por algum estresse ambiental não relacionada a predação ou competição, tal qual uma seca, o que levou a baixos níveis de oxigênio no corpo d'água de tais seres vivos, os levando a morte e a fossilização posterior (SANTANA, 2023).

Conclusão

O estudo de FOS-001 representa um avanço na identificação e organização sistemática do acervo paleontológico do curso de Ciências Biológicas da UNIVAP. Além de contribuir para a organização e documentação do patrimônio fossilífero da instituição, o material poderá auxiliar na ampliação do conhecimento sobre a paleofauna de peixes do Oligoceno da Formação Tremembé, contribuindo para uma compreensão mais abrangente da diversidade e composição dos ecossistemas lacustres que existiram na região durante esse período. A catalogação do espécime também estabelece uma referência para futuros estudos sobre a paleoictiofauna da Formação Tremembé. Novas análises, incluindo estudos mais detalhados da anatomia dos espécimes, comparação com exemplares de referência e análises sedimentológicas e geoquímicas, poderão contribuir para determinar com maior precisão a afinidade taxonômica dos indivíduos e compreender os processos responsáveis por sua preservação.

Referências

ARRATIA, Gloria; QUEZADA-ROMEGIALLI, Claudio. The South American and Australian percichthyids and perciliids. What is new about them?. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, n. 1, p. e180102, 2019.

CARMO, GM do et al. Paleo-faunistic checklist of the Tremembé Formation (Oligocene of the Taubaté Basin, Paraíba Valley, Brazil). **Terrae Didatica**, v. 20, p. 1-11, 2024.

DARLIM, Gustavo; MARINHO, Manoela MF. Moenkhausia lepidura (Kner, 1858)(Characiformes,

Characidae): osteology and relationships. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 4, p. e20180546, 2018.

POLCK, Márcia Aparecida et al. A Coleção de Peixes Fósseis do Museu de Ciências da Terra, Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 88-97, 2016.

JONES[1], CYNTHIA. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. **Fishery Bulletin**, v. 84, n. 1, p. 91, 1986.

RIBEIRO, Frederico Nordskog; MARTINS, Itamar Alves; DO COUTO-RIBEIRO, Graziella. Identificação dos peixes fósseis da ordem siluriformes da formação Tremembé (bacia de Taubaté, São Paulo) depositados na coleção paleontológica do museu de história natural de Taubaté doutor Herculano Alvarenga. **Revista Biociências**, v. 30, n. 1, 2024.

RODRIGUES, Letícia Azevedo. Composição e caracterização taxonômica da ictiofauna da ordem Characiformes (Teleostei: Ostariophysi) no médio curso do Rio São Francisco. 2020. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

SANTANA, João Felipe Oliveira Macena de. Tafonomia da paleoictiofauna da Formação Tremembé (Oligoceno da Bacia de Taubaté), **Sudeste do Brasil.** 2023.

OLIVER, Michael K. *What does the skeleton of a Malawi cichlid look like?* MalawiCichlids.com, 22 jan. 2000.