



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
INFRAESTRUTURA



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMÁTICA E CONSERVAÇÃO DA
DIVERSIDADE BIOLÓGICA

TIAGO RICARDO FERNANDES JACÓ

LORICARIIDAE (OSTARIOPHYSI: SILURIFORMES) DO MIOCENO
(FORMAÇÃO SOLIMÕES, BACIA DO ACRE), ESTADO DO ACRE, BRASIL

Porto Alegre, 2023

TIAGO RICARDO FERNANDES JACÓ

**LORICARIIDAE (OSTARIOPHYSI: SILURIFORMES) DO MIOCENO
(FORMAÇÃO SOLIMÕES, BACIA DO ACRE), ESTADO DO ACRE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica.

Orientador(a): Dr.(a) Ana Maria Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Ricardo Negri

Porto Alegre, 2023

TIAGO RICARDO FERNANDES JACÓ

**LORICARIIDAE (OSTARIOPHYSI: SILURIFORMES) DO MIOCENO
(FORMAÇÃO SOLIMÕES, BACIA DO ACRE, ESTADO DO ACRE, BRASIL)**

Aprovada em 23 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Dra. Ana Maria Ribeiro – Presidente da Banca



Avaliador Prof. Dr. Gustavo A. Ballen



Avaliador Dr. Orangel Antonio Aguilera Socorro



Avaliador Dr. Vinícius Araújo Bertaco

Catálogo de Publicação na Fonte

J151 Jacó, Tiago Ricardo Fernandes.

Loricariidae (ostariophysi: siluriformes) do mioceno (formação Solimões, Bacia do Acre), Estado do Acre, Brasil. / Tiago Ricardo Fernandes Jacó. – Porto Alegre, 2023.

94 f., il.

Orientador(a): Dr.(a) Ana Maria Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Ricardo Negri

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, Mestrado Acadêmico em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica, Unidade em Porto Alegre, 2023.

1. Amazônia Ocidental. 2. Cascudos. 3. Neógeno. I. Ribeiro, Ana Maria. II. Negri, Francisco Ricardo. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Carina Lima CRB10/1905

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio e fomento para a realização do presente trabalho.

Agradeço ao Museu de Ciências Naturais da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (MCN/SEMA), Porto Alegre, RS, pela infraestrutura disponibilizada para execução do trabalho, e ao Mestrado Acadêmico em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica (PPGSCBio) da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA/RS) e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Agradeço imensamente à minha orientadora Dra. Ana Maria Ribeiro por todo ensinamento, por todas as explicações, todas as correções, e por tanta paciência durante todo esse processo. E principalmente, por ter aceitado o desafio de imergir no mundo dos “cascudos”, se preocupando com cada detalhe desta pesquisa.

Agradeço ao Dr. Francisco Ricardo Negri (Universidade Federal do Acre - UFAC) por todo o ensinamento compartilhado, e por ter me aberto as “portas do passado”, revelando o fantástico “mundo dos fósseis”.

Meus sinceros agradecimentos ao Dr. Jorge Ferigolo, por não medir esforços em me ajudar ao longo desses anos, por todos os ensinamentos partilhados, e pelo maravilhoso convívio na Seção de Paleontologia no Museu de Ciências Naturais.

Agradeço ao Dr. Flávio César de Thadeo Lima, (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP) e Dr. André Luís da Silva Casas (Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP), pelos valiosos ensinamentos e oportunidades que me levaram a lugares inimagináveis, revelando o universo dos peixes de água doce.

Agradeço ao Dr. Vinícius A. Bertaco e Dr. Marco Azevedo, pelo acesso ao material da Coleção Científica de Ictiologia do MCN/SEMA.

Aos meus colegas do PPGSCBio, que mesmo com todo empecilho causados pela pandemia de Covid-19, tornaram os raros momentos de encontros presenciais memoráveis, a troca de experiência com vocês foi fundamental para o meu processo de aprendizagem.

A todos os professores do PPGSCBio, meus sinceros agradecimentos. Obrigado pelo empenho e por se dedicarem ao nosso Programa de Pós-Graduação. Aos funcionários e colegas do Museu de Ciências Naturais, obrigado pelo convívio, pelas agradáveis horas de almoço e pelas atividades do “Ciência na Praça”.

Aos meus colegas da Seção de Paleontologia do MCN/SEMA, obrigado por tanto. Obrigado pela enorme quantidade de café e pão de queijo compartilhados ao longo desses anos, e principalmente por ouvirem minhas conversas fiadas.

Agradeço a minha querida Tamires N. da Costa, por todo o suporte ao longo desses anos, mesmo com toda distância nos separando, não titubeou em momento algum em me apoiar na realização deste sonho. A ti, meu eterno agradecimento, obrigado por não soltar a minha mão.

Aos meus pais, Osni e Gorete, muito obrigado pelo carinho e pelos sacrifícios empreendidos para que eu pudesse chegar até aqui. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao Supremo Criador do Universo, obrigado por tanto.

“Eu aprendi a andar; por conseguinte corro. Eu aprendi a voar; por conseguinte não quero que me empurrem para mudar de sítio. Agora sou leve, agora vôo; agora vejo por baixo de mim mesmo, agora salta em mim um Deus.”

Assim falava Zarathustra (Nietzsche)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representações da morfologia de Loricariidae. *Hypostomus kopeyaca* Carvalho, Lima & Zawadzki, 2010: **A**, vista dorsal; **B**, vista lateral; **C**, vista ventral. *Hypostomus basilisko* Tencatt, Zawadzki & Froehlich, 2014: **D**, detalhes da boca e dentes; **E**, placas ósseas recobertas por odontódeos. Imagens: **A–C**, adaptadas de Carvalho *et al.* (2010); **D–E**, adaptadas de Tencatt *et al.* (2014)..... 13
- Figura 2.** Distribuição atual de Loricariidae na Região Neotropical (evidenciada em verde). Adaptado de Bogan & Agnolin (2019) 14
- Figura 3.** Filogenia da família Loricariidae, ilustrando as relações entre as subfamílias, baseado em estudos genéticos. Adaptado de Roxo *et al.* (2019)..... 15
- Figura 4.** Registros de Loricariidae fósseis na América do Sul. Argentina: **FAC**, Formação Arroio Chasicó, Buenos Aires, Mioceno superior; **FI**, Formação Ituzaingó, Entre Ríos, Mioceno superior; **FPM**, Formação Puerto Madryn, Patagônia Oriental, Mioceno Superior; **FTP**, Formação Tezanos Pinto, Santa Fé, Pleistoceno superior–Holoceno. Brasil: **FT**, Formação Tremembé, São Paulo, Oligoceno superior–Mioceno; **FS**, Formação Solimões, Acre, Mioceno. Colômbia: **FV**, Formação Villavieja, La Venta, Mioceno médio. Peru: **FC**, Formação Chambira, Contamana, Oligoceno superior; **FPI**, Formação Pebas I, Iquitos, Mioceno Médio; **FPII**, Formação Pebas II, Contamana, Mioceno superior; **FPS**, Formação Pebas Solimões, Pucallpa, Mioceno médio–Mioceno superior; **FSh**, Formação Shapaja, Pozo, transição Eoceno- Oligoceno. Venezuela: **FSG**, Formação San Gregório, Urumaco, Plioceno 19
- Figura 5.** Distribuição de Loricariidae fósseis (**A**) e atuais (**B**) na Região Neotropical. **A**, corresponde a ocorrência de Loricariidae registrados através de restos fósseis em diferentes formações geológicas na América do Sul. Argentina: **FAC**, Formação Arroio Chasicó, Buenos Aires, Mioceno superior; **FI**, Formação Ituzaingó, Entre Ríos, Mioceno superior; **FPM**, Formação Puerto Madryn, Patagônia Oriental, Mioceno Superior; **FTP**, Formação Tezanos Pinto, Santa Fé, Pleistoceno superior–Holoceno. Brasil: **FT**, Formação Tremembé, São Paulo, Oligoceno superior–Mioceno; **FS**, Formação Solimões, Acre, Mioceno. Colômbia: **FV**, Formação Villavieja, La Venta, Mioceno médio. Peru: **FC**, Formação Chambira, Contamana, Oligoceno superior; **FPI**, Formação Pebas I, Iquitos, Mioceno Médio; **FPII**, Formação Pebas II, Contamana, Mioceno superior; **FPS**, Formação Pebas Solimões, Pucallpa, Mioceno médio–Mioceno superior; **FSh**, Formação Shapaja, Pozo, transição Eoceno–Oligoceno. Venezuela: **FSG**, Formação San Gregório, Urumaco, Plioceno. **B**, área de ocorrência atual de Loricariidae. A linha vermelha indica a separação das áreas ictiogeográficas definidas por Ringuelet (1975). Acima da linha encontra-se a região denominada Brasileira, que atualmente concentra a maior densidade de espécies de peixes neotropicais, em contraste com a baixa densidade encontrada na região Austral (abaixo da linha vermelha).....20
- Figura 6.** Localização do afloramento PRJ-26 no Alto Rio Juruá, Município de Marechal Thaumaturgo, Acre, Brasil..... 23

Figura 7. Seção estratigráfica do afloramento PRJ-26, Formação Solimões, localizado na margem direita do Rio Juruá 23

Figura 8. Sequência de imagens do Afloramento PRJ26. **A–B**, correspondem ao local do perfil estratigráfico “**A**”; **C**, corresponde ao local do perfil estratigráfico “**B**”; **D**, fraturas preenchidas por calcita nos siltitos vermelhos. Imagens por Ana Maria Ribeiro (**A–C**) e André M. V. Alvim (**D**).....24

Figura 9. Preparação de fósseis pelo método *screen washing*. **A**, desagregação de sedimentos, manualmente. **B**, desagregação de sedimento com auxílio de Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂). **C**, início da lavagem do sedimento. **D**, sedimentos lavados. **E**, secagem dos sedimentos. Após esse procedimento, os sedimentos são colocados em sacos plásticos e identificados para posterior análise sob microscópio estereoscópio para a procura de fósseis 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Táxons de loricarídeos fósseis que ocorrem na América do Sul.	17
-------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMO

Atualmente, Loricariidae (Siluriformes) constitui a maior família de bagres na região neotropical, com 1.039 espécies consideradas válidas. Os táxons são facilmente reconhecidos por suas características morfológicas: corpo alongado, placas ósseas, odontódeos, cabeça comprimida e lábios em forma de ventosa, além de possuírem hábitos alimentares especializados. Alguns loricarídeos como *Hypostomus* grupo *cochliodon*, *Panaque* e *Panaqolus*, mantêm uma morfologia dentária adaptada para o consumo demadeira. Esta preferência alimentar está relacionada com a dentição em forma de colher observada nestes táxons. O presente estudo tem por objetivo descrever dentes fósseis de Loricariidae provenientes de um afloramento localizado à margem direita do Rio Juruá, denominado PRJ-26, Município de Marechal Thaumaturgo, Estado do Acre (AC), Brasil. Os espécimes foram obtidos de sedimentos provenientes de camada conglomerática da Formação Solimões (Neógeno) pelo método *screen washing*, e após triagem sob microscópio estereoscópio foram depositados na Coleção Científica do Laboratório de Paleontologia do Campus Floresta da Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC. O referido material é composto por 28 fragmentos dentários, sendo que a maioria apresenta fraturas e perda das hastes de implantação. Os dentes são atribuídos a duas subfamílias de Loricariidae: Hypostominae e Loricariinae. Os Hypostominae, ao qual detêm a maioria dos espécimes, foram classificados como: (i) *Hypostomus* grupo *cochliodon* (11 espécimes), apresentando coroa dentárias largas, de tamanho variados, e a presença de uma cúspide lateral, com diferentes formas e ângulos; (ii) cf. *Panaque* sp. (11 espécimes) com coroa robusta, côncava e unicuspidada, (iii) e cf. *Ancistrus* sp. (um espécime) com coroa de forma simples, unicúspide, longa, espatulada e com o ápice arredondado. Os Loricariinae, por sua vez, foram identificados ao nível de tribo: (i) Loricariini indeterminado (quatro espécimes), com coroas bífidas, dois lobos parcialmente fusionados, sendo um lobo proeminente, e com o ápice arredondado; (ii) Hartiini indeterminado, um único espécime apresentando a coroa dentária bífida, sendo seus lobos fusionados e delimitados apenas por um sulco. Os estudos de fósseis do afloramento PRJ-26 ainda estão em fase inicial, não sendo seguro afirmar de forma conclusiva uma idade para o afloramento. Contudo, são notadas semelhanças entre o canal de conglomerado do afloramento PRJ-26 com outras localidades que inclui registros de restos de Loricariidae no Cenozoico sul-americano, sobretudo na região Norte da América do Sul, que correspondem a idades do Mioceno médio-superior.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia Ocidental, Cascudos, Neógeno, Ictiólitos, Morfologia.

ABSTRACT

Today, Loricariidae (Siluriformes) is the largest catfish family in the Neotropical region, with 1,039 species considered valid. The taxa are easily recognized by their morphological characteristics: elongated body, bony plates, odontodes, compressed head and suckermouth and for having specialized feeding habits. Some loricariids such as *Hypostomus* group *cochliodon*, *Panaque* and *Panaqolus*, maintain a diet based preferentially on wood. This dietary preference is related to the spoon-shaped dentition observed in these taxa. The present study aims to record fossil teeth of Loricariidae from an outcrop located on the right bank of the Juruá River, named PRJ- 26, Municipality of Marechal Thaumaturgo, State of Acre (AC), Brazil. The specimens were obtained from conglomeratic layer sediments of the Solimões Formation (Neogene) by the screen washing method, and after sorting under a stereoscopic microscope they were deposited in the Scientific Collection of the Paleontology Laboratory of the Campus Floresta of Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC. This material is composed of 28 dental fragments, most of which present fractures and loss of the implantation stems. The teeth are assigned to two subfamilies of Loricariidae: Hypostominae and Loricariinae. The Hypostominae, which hold most specimens, were classified as: (i) *Hypostomus cochliodon* group (11 specimens), presenting the dental crowns wide, of various sizes, and the presence of a lateral cuspid, with different shapes and angles; (ii) cf. *Panaque* sp. (11 specimens) with a strong, concave and unicuspid crown, (iii) and cf. *Ancistrus* sp. (one specimen) with a simple, unicuspid, long, spatulate crown with a rounded apex. The Loricariinae, in turn, were identified at the tribe level: (i) Loricariini indet. (Four specimens), with bifid crowns, two partially fused lobes, one lobe being prominent, and with a rounded apex; (ii) Hartiini indet., a single specimen showing a bifid crown, its lobes being fused and delimited only by a groove. Knowledge of loricariid fossils in the South American Cenozoic includes records for the Miocene of Argentina, Colombia, and Peru and Venezuela, most of which are classified as Loricariidae indet. Fossil studies of outcrop PRJ-26 are still in early stages, so it is not safe to conclusively state an age for the outcrop. However, similarities are noted between the conglomerate channel of outcrop PRJ-26 with other localities that include records of Loricariidae remains in the South American Cenozoic, especially in the northern region of South America, which correspond to middle-superior Miocene ages.

KEY WORDS: Western Amazon, Cascudos, Teeth, Fossils, Morphology.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO/ PALAVRAS-CHAVE.....	ix
ABSTRACT/ KEY WORDS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Aspectos gerais de Loricariidae.....	13
1.2 Registro Fóssil de Loricariidae.....	16
1.3 Distribuição Geográfica.....	18
1.4 Formação Solimões.....	21
1.4.1 Afloramento PRJ-26 , Alto Rio Juruá.....	22
1.4.2 Coleta de Material.....	24
1.4.3 Triagem e Identificação do Material.....	25
2 OBJETIVOS.....	27
2.1 Objetivo geral.....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3 SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	28
4 REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO I.....	40
ANEXOS.....	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos Gerais de Loricariidae

Loricariidae compreende a maior família de Siluriformes, possuindo atualmente 1039 espécies consideradas válidas (FRICKE *et al.*, 2022). A família Loricariidae é representada por bagres neotropicais facilmente reconhecidos por suas características morfológicas (Figura 1). O corpo geralmente é alongado e coberto por placas ósseas, e com presença de odontódeos recobrando a superfície. A cabeça é comprimida dorso-ventralmente, com os lábios modificados em forma de uma “ventosa”, localizados ventralmente e com formato de um disco. Os dentes são bífidos, com as cúspides assimétricas, tornando-os altamente especializados, fazendo com que esses animais se tornem generalistas, e tenham uma diversificação em suas dietas (*e.g.*, algas, pequenos invertebrados, detritos e madeira) (TEUGELS, 1996; ARMBRUSTER, 2004; DIOGO, 2004; COVAIN & FISCH-MULLER, 2007; LUJAN *et al.*, 2012).

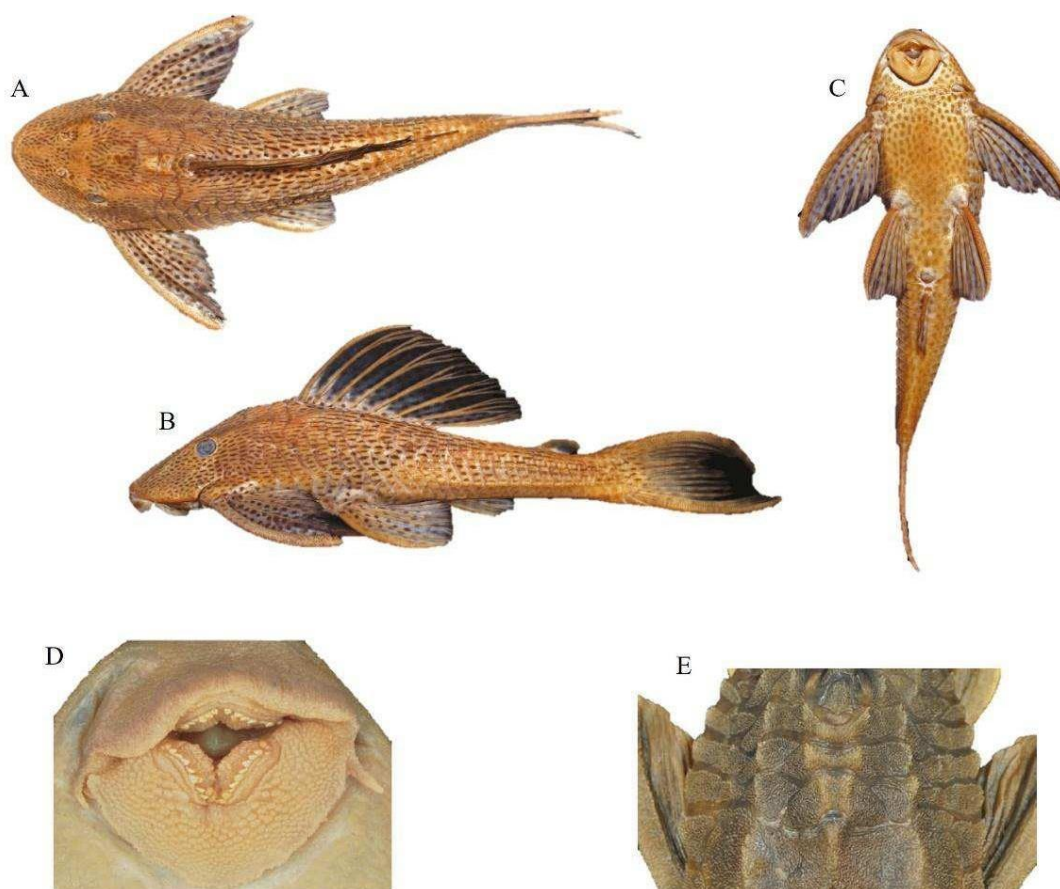


Figura 1. Representações da morfologia de Loricariidae. *Hypostomus kopeyaca* Carvalho, Lima & Zawadzki, 2010: **A**, vista dorsal; **B**, vista lateral; **C**, vista ventral. *Hypostomus basilisko* Tencatt, Zawadzki & Froehlich, 2014: **D**, Detalhes da boca e Dentes; **E**, placas ósseas recobertas por odontódeos. Imagens: **A–C**, adaptadas de Carvalho *et al.* (2010); **D–E**, adaptadas de Tencatt *et al.* (2014).

Representantes da família Loricariidae são conhecidos popularmente como “cascudos, cascudinho, bodó, caris ou bagres blindados”. Essas nomeações muito se devem à cobertura corporal dos loricarídeos, que fornece a esses peixes uma espécie de “proteção”. Devido ao enorme poder de adaptação à diferentes ambientes, os loricarídeos alcançaram uma ampla distribuição por toda Região Neotropical (Figura 2). As espécies de Loricariidae caracterizam-se por serem bentônicas e normalmente ligadas a substratos, rochas ou troncos, com isso, os ambientes ocupados por elas variam desde pequenos afluentes ou canais de grandes rios, com corpos fluviais lênticos ou lóticos a ambientes lacustres. Os loricarídeos são essencialmente de água doce, com pouca tolerância à salinidade, exceto por algumas espécies de *Ancistrus* e *Hypostomus*, que às vezes são encontradas em águas salobras de ambientes estuarinos. Em sua maioria são cisandinos, mas algumas espécies habitam os Andes Ocidentais na porção norte do continente sul-americano (SUZUKI *et al.*, 2000; DIOGO, 2004; COVAIN & FISCH-MULLER, 2007; FERRARIS, 2007; LUJAN & ARMBRUSTER 2012; LUJAN *et al.*, 2015, MALABARBA & MALABARBA, 2020).

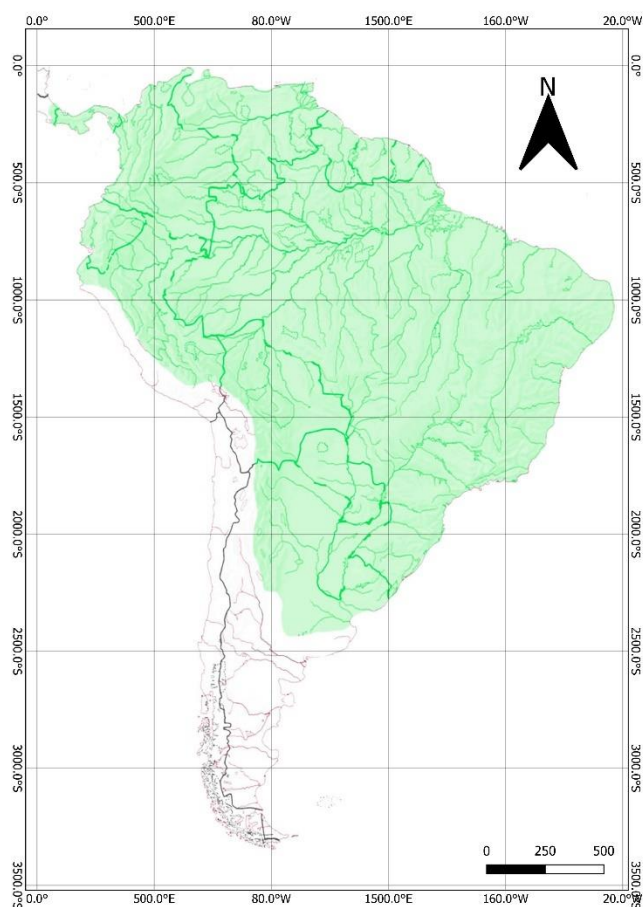


Figura 2. Distribuição atual de Loricariidae na Região Neotropical (evidenciada em verde). Adaptado de Bogan & Agnolin (2019).

Os loricarídeos possuem diferenças significativas de tamanho entre as espécies de suas diferentes subfamílias. Alguns Hypoptomatinae adultos não excedem 30 mm de comprimento padrão, enquanto algumas espécies dos gêneros *Acanthicus* e *Pseudoacanthicus* podem alcançar até um metro (SCHAEFER 1997; LUJAN *et al.*, 2017). Outro fator importante entre os loricarídeos é seu comportamento reprodutivo, em especial alguns membros da subfamília Loricariinae, que apresentam caracteres sexuais dimórficos presentes nos machos, indicando a maturação sexual do indivíduo. As alterações notadas são: o desenvolvimento de odontódeos nas laterais da cabeça, modificação nos primeiros raios das nadadeiras peitorais e pélvicas, espessamento dos dentes pré-maxilares e extensão do filamento nos raios condutores (ISBRUCKER, 1980; RAPP PY-DANIEL & COX FERNANDES, 2005).

Estudos taxonômicos e sistematização da família Loricariidae teve início no século XIX (EIGENMANN & EIGENMANN, 1890; REGAN, 1904; EIGENMANN, 1910; GOSLINE, 1945; BOESMAN, 1971; ISBRÜCKER, 1980; HOWES, 1983). Recentemente, novos estudos cladísticos foram propostos a partir de relações filogenéticas em nível de subfamílias, baseados em caracteres morfológicos (SCHAEFER, 1987; ARMBRUSTER, 2004, 2008; REIS *et al.*, 2006). Outros estudos incluem também filogenia molecular (MONTROYA-BURGOS *et al.*, 1998; CHIACHIO *et al.*, 2008, CRAMER *et al.*, 2011; ROXO *et al.*, 2012, 2019; COVAIN *et al.*, 2016; LUJAN *et al.*, 2015, 2017). A mais recente classificação apresentada por ROXO *et al.* (2019), baseada em dados filogenômicos, reconhece a divisão de Loricariidae em seis subfamílias (Figura 3): Delturinae, Rhinelepinae, Loricariinae, Hypostominae, Hypoptopomatinae e Lithogeninae. A classificação filogenética, proposta por Roxo *et al.* (2019), assemelha-se ao estudo baseado em caracteres morfológicos apresentados por Armbruster (2004) e os estudos genômicos realizados por Lujan *et al.* (2015).

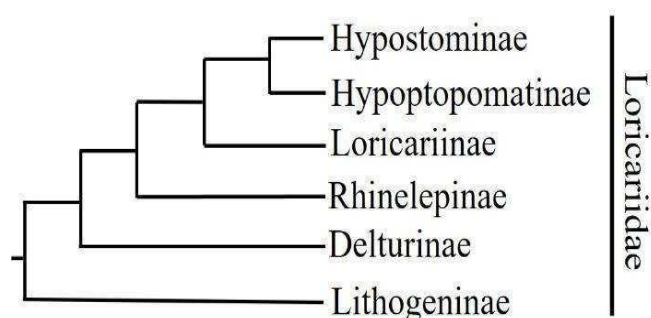


Figura 3. Filogenia da família Loricariidae, ilustrando as relações entre as subfamílias, baseado em estudos genéticos. Adaptado de Roxo *et al.* (2019).

1.2 Registro Fóssil de Loricariidae

Os loricarídeos estão representados no registro fóssil principalmente por restos esqueléticos isolados (*e.g.*, espinhos de nadadeiras peitorais, placas dérmicas, dentes e vértebras). Achados com partes articuladas são raros, apenas três dos 16 registros fósseis de Loricariidae foram descritos a partir de restos mais completos: *Taubateia paraiba*, cujo neurocrânio se encontra articulado com a primeira vértebra, três espinhos de nadadeira peitoral isolados e placas dérmicas (MALABARBA & LUNDBERG, 2007), e *Acanthicus* sp., espécime com corpo articulado e parcialmente preservado, registrado por Bogan & Agnolin (2020). A grande maioria dos fósseis foi encontrada em afloramentos com idades entre o Mioceno médio ao Mioceno superior (Tabela 1). Durante o Paleógeno, os loricarídeos também foram reportados, sendo o registro mais antigo proveniente da localidade TAR-21 da Formação Shapaja (transição Eoceno–Oligoceno), região de Pozo, Peru (ANTOINE *et al.*, 2021). Registros mais jovens são provenientes de afloramentos localizados na Argentina e Venezuela, respectivamente Plioceno e Pleistoceno (VALLONE *et al.*, 2017; CARRILLO-BRICEÑO *et al.*, 2021 a,b).

Na América do Sul, os registros são ricos e diversificados, mas existe uma desarmonia na construção dos conhecimentos taxonômicos, geológicos e ambientais entre os táxons (ARRATIA & CIONE, 1996). Cerca de 6.000 espécies de peixes compõem a atual fauna da Região Neotropical (DAGOSTA & DE PINNA, 2019). Essa grande diversidade possui uma estreita relação com o passado, onde registros fósseis disponíveis da fauna de peixes de água doce na América do Sul (*e. g.* Characiformes e Siluriformes) foram reportados para o Cretáceo superior (LUNDBERG *et al.*, 1998).

Na região Amazônica, a geração de diversidade de clados superiores de peixes (famílias e ordens) parece ter reduzido no período que seguiu do Mioceno ao Holoceno, onde as taxas de extinções no período foram baixas, podendo ser destacado o registro do emblemático †*Acregoliath rancii* Richter, 1989, descrito a partir de uma escama isolada, coletada em camada miocênica da Formação Solimões no Acre, e atribuído a Teleostei *incertae sedis* (RICHTER, 1989; LUNDBERG, 2009; BALLEEN & MORENO-BERNAL, 2019). Posteriormente esses autores incrementaram novos registros a partir de escamas e ossos isolados.

Os registros de peixes para o Neógeno da Formação Solimões, apesar da riqueza de espécimes, ainda são incipientes, dado o caráter fragmentário dos restos fósseis encontrados. Soma-se a isto, o tamanho diminuto e incompleto dos espécimes, o que de certa forma não oferece um caráter resolutivo taxonômico preciso. Porém, com o incremento nas explorações e coletas de campo com metodologias mais eficientes (*e.g.* *screen washing*), aliados a estudos geológicos e paleontológicos conjuntos, além de datação radioisotópica, vêm revelando que os

restos de pequenos vertebrados, apesar de fragmentário, podem fornecer informações valiosas que possivelmente poderão subsidiar estudos filogenéticos e biogeográficos dos peixes neotropicais (RICHTER, 1989; MONSCH, 1998; GAYET *et al.*, 2003; AGUILERA *et al.*, 2013; LUNDBERG *et al.*, 2010).

1. Táxons de loricarídeos fósseis que ocorrem na América do Sul

Táxon	Idade	Formação	Localidade	Autor
Loricariidae indet.	Transição Eoceno-Oligoceno	Shapaja	Pozo, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2021)
Loricariidae indet.	Oligoceno superior	Chambira	Contamana, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2016)
<i>Taubateia paraiba</i>	Oligoceno-Mioceno	Tremembé	Taubaté, São Paulo, Brasil	Malabarba & Lundberg (2007)
Loricariidae indet.	Oligoceno-Mioceno	Tremembé	Taubaté, São Paulo, Brasil	Malabarba & Lundberg (2007)
Loricariidae indet.	Mioceno médio	Pebas	Iquitos, Peru	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021a)
<i>Acanthicus</i> sp.	Mioceno médio	Solimões-Pebas	Pucallpa, Peru	Lundberg <i>et al.</i> (2010)
cf. <i>Acanthicus</i>	Mioceno médio	La Victoria e Villavieja (Grupo Honda)	La Venta, Colômbia	Lundberg (1997)
cf. <i>Hypostomus</i>	Mioceno médio	La Victoria e Villavieja (Grupo Honda)	La Venta, Colômbia	Lundberg (1997)
Loricariidae incertae sedis 1	Mioceno médio	La Victoria e Villavieja (Grupo Honda)	La Venta, Colômbia	Lundberg (1997)
Loricariidae incertae sedis 2	Mioceno médio	La Victoria e Villavieja (Grupo Honda)	La Venta, Colômbia	Lundberg (1997)
Loricariidae indet.	Mioceno superior	Puerto Madryn	Patagonial, Argentina	Cione (2005)
Hypostominae indet.	Mioceno superior	San Gregório	Urumaco, Venezuela	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021b)
Loricariidae indet.	Mioceno superior	Ituzaingó	Entre Ríos, Argentina	Cione <i>et al.</i> (2013)
Loricariidae indet.	Mioceno superior	Pebas	Contamana, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2016)
Loricariidae indet.	Mioceno superior	Arroyo Chasicó	Buenos Aires, Argentina	Bogan & Agnolin (2019)
<i>Acanthicus</i> sp.	Mioceno superior	Ituzaingó	Entre Ríos, Argentina	Bogan & Agnolin (2020)
<i>Sturisomanichthys podgorny</i>	Mioceno superior	Ituzaingó	Entre Ríos, Argentina	Bogan & Agnolin (2022)
Loricariidae indet.	Plioceno superior	San Gregório	Urumaco, Venezuela	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021b)
cf. <i>Hypostomus</i> sp.	Pleistoceno-Holoceno	Tezanos Pinto	Santa Fé, Argentina	Vallone <i>et al.</i> (2017)

1.3 Distribuição Paleogeográfica

Fósseis de Loricariidae do Neógeno encontrados em diferentes localidades na Região Neotropical indicam uma similaridade faunística e paleoecológica em diversas localidades sul-americanas (Tabela 1). Os pontos de ocorrência são percebidos principalmente na porção norte da América do Sul e estão distribuídos entre Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela (Figura 4). Na porção sul da América do Sul, os loricarídeos se concentram na Argentina, e têm registros em diferentes formações geológicas, que se estendem do norte do país até a porção mais austral, na Patagônia Oriental, sendo este o ponto de ocorrência mais longínquo da família registrado até o momento (MALABARBA, 1988; LUNDBERG, 1997; CIONE 2005; MALABARBA & LUNDBERG, 2007; LUNDBERG *et al.*, 2010; CIONE *et al.*, 2013; ANTOINE *et al.*, 2016; VALLONE *et al.*, 2017; BOGAN & AGNOLIN, 2019, 2020; CARRILO-BRICEÑO *et al.*, 2021). Também é importante destacar a posição paleogeográfica dos loricarídeos mais antigos, os quais se encontram na região Amazônica Peruana e na região Sudeste do Brasil.

Um amplo intercâmbio de linhagens evolutivas ao longo de milhares de anos ocorreu a partir da Amazônia. Antonelli *et al.* (2018) evidenciaram que não só uma grande diversidade foi gerada *in situ* como também foi responsável por grandes episódios de dispersão pelo continente. Recentemente, Cassemiro *et al.* (2023) restringiram o centro de dispersão à região da Amazônia Ocidental, justificado pelas mudanças nos padrões de diversificação ocorridas durante o Paleógeno e Mioceno, em associação com grandes eventos de evolução dos sistemas hidrográficos amazônico, e pela aceleração das taxas de diversificação ocorridas entre o Mioceno e o Holoceno. Os padrões de riqueza de espécies regionais de peixes neotropicais são fortemente influenciados por padrões históricos de isolamento geológico e distância do centro de dispersão. Os eventos tectônicos de soerguimento, da Serra do Mar e Serra da Mantiqueira durante o Mioceno inferior e a elevação dos Andes durante o Mioceno superior, em conjunto com eventos hidrogeológicos provocados por sequestro de fluxo de cabeceiras de rios e transgressões marinhas, provocaram mudanças nos limites das bacias hidrográficas, separando as espécies de peixes na América do Sul (LUNDBERG *et al.*, 2000; ALBERT *et al.*, 2011, 2020; CASSEMIRO *et al.*, 2023).

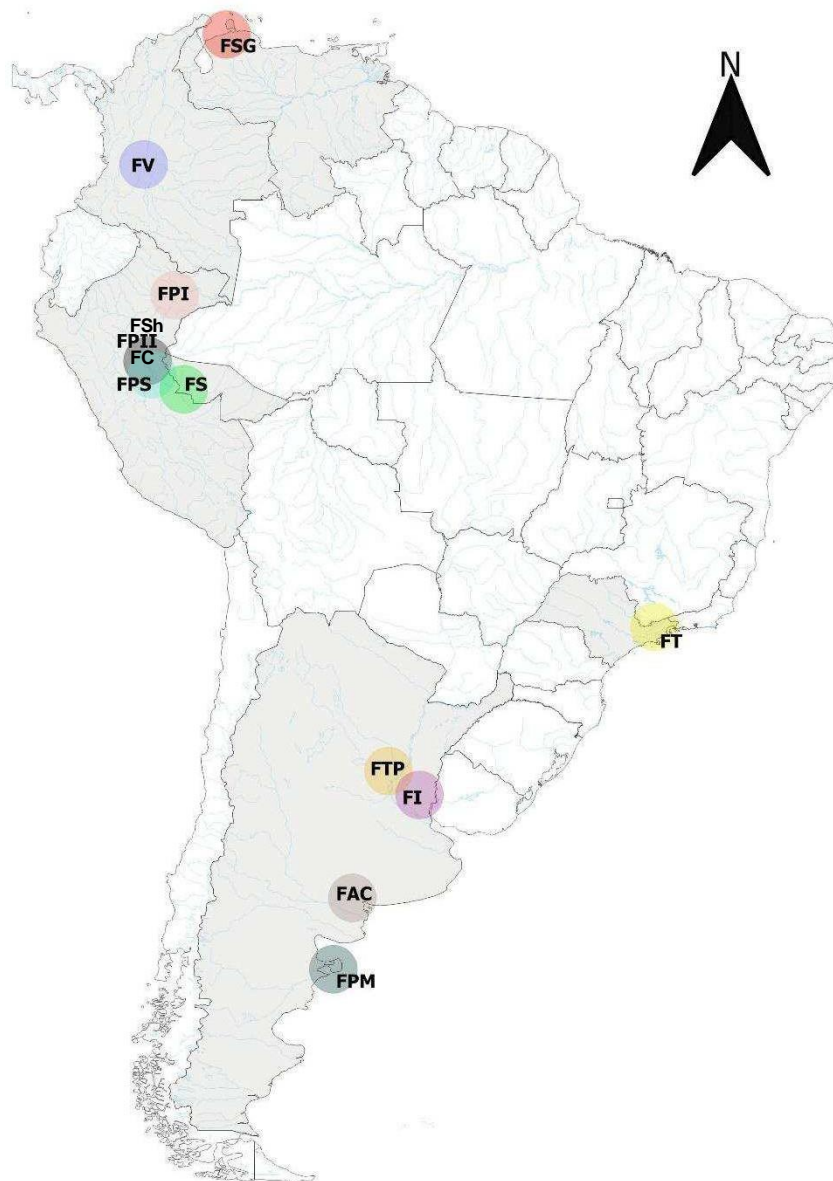


Figura 4. Registros de Loricariidae fósseis na América do Sul. Argentina: **FAC**, Formação Arroio Chasicó, Buenos Aires, Mioceno superior; **FI**, Formação Ituzaingó, Entre Ríos, Mioceno superior; **FPM**, Formação Puerto Madryn, Patagônia Oriental, Mioceno Superior; **FTP**, Formação Tezanos Pinto, Santa Fé, Pleistoceno superior– Holoceno. Brasil: **FT**, Formação Tremembé, São Paulo, Oligoceno superior–Mioceno; **FS**, Formação Solimões, Acre, Mioceno. Colômbia: **FV**, Formação Villavieja, La Venta, Mioceno médio. Peru: **FC**, Formação Chambira, Contamana, Oligoceno superior; **FPI**, Formação Pebas I, Iquitos, Mioceno Médio; **FPII**, Formação Pebas II, Contamana, Mioceno superior; **FPS**, Formação Pebas Solimões, Pucallpa, Mioceno médio–Mioceno superior; **FSh**, Formação Shapaja, Pozo, transição Eoceno-Oligoceno. Venezuela: **FSG**, Formação San Gregório, Urumaco, Plioceno.

Os peixes da família Loricariidae são os mais ricos em espécies entre outros Siluriformes atuais, porém, o escasso registro fóssil deste grupo, ao contrário dos Doraridae e Pimelodidae, até o presente momento pouco contribui para a compreensão dos eventos de dispersão das espécies de peixes de água doce. Lundberg *et al.* (2000) ressaltaram que grupos monofiléticos de peixes

estritamente de água doce têm a sua distribuição correlacionada com a evolução da topografia e das bacias hidrográficas, pois estes necessariamente precisam da água doce para se dispersar. Para os loricarídeos, durante o Mioceno, o clima quente e úmido foi propício para a sua dispersão, tornando-se ideal para alcançar locais que, após o resfriamento no Pleistoceno, tornaram-se improváveis para perpetuação de espécies do grupo (Figura 5) (CIONE, 2005, CIONE *et al.*, 2013; BOGAN & AGNOLIN, 2019).

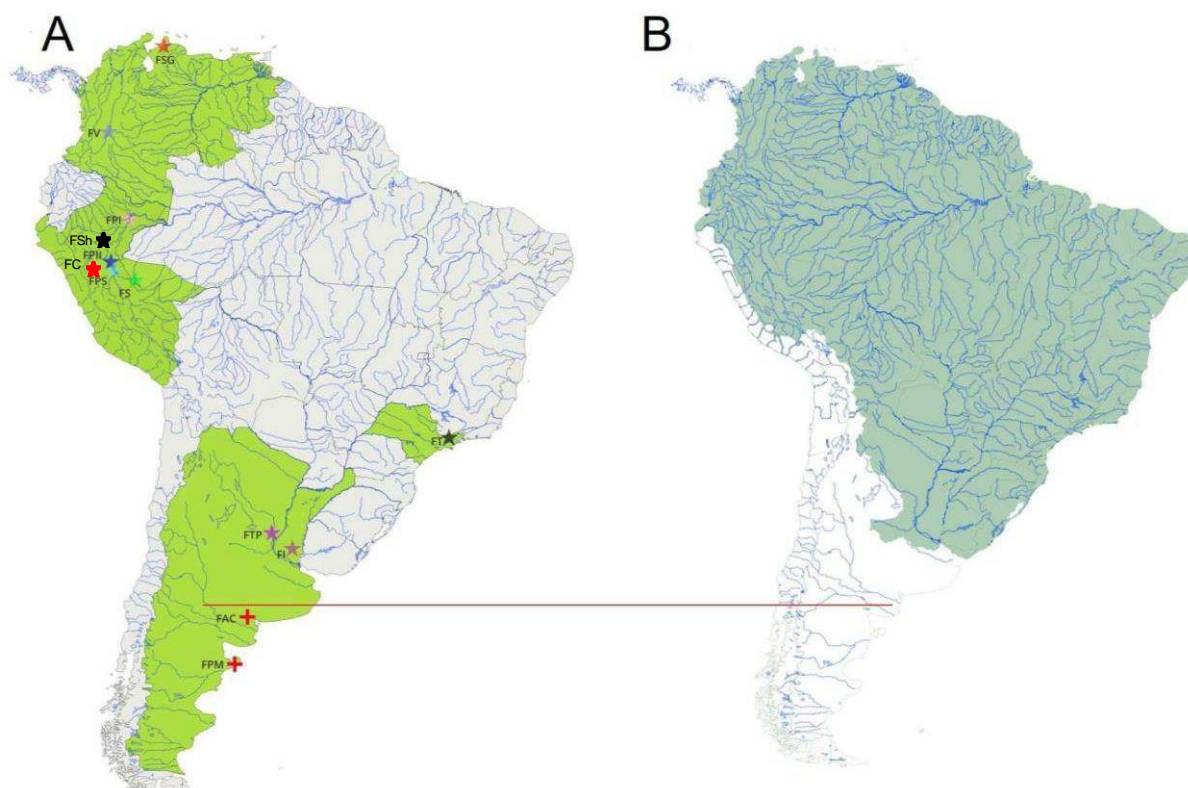


Figura 5. Distribuição de Loricariidae fósseis (A) e atuais (B) na Região Neotropical. **A**, corresponde a ocorrência de Loricariidae registrados através de restos fósseis em diferentes formações geológicas na América do Sul. Argentina: **FAC**, Formação Arroio Chasicó, Buenos Aires, Mioceno superior; **FI**, Formação Ituzaingó, Entre Ríos, Mioceno superior; **FPM**, Formação Puerto Madryn, Patagônia Oriental, Mioceno Superior; **FTP**, Formação Tezanos Pinto, Santa Fé, Pleistoceno superior–Holoceno. Brasil: **FT**, Formação Tremembé, São Paulo, Oligoceno superior–Mioceno; **FS**, Formação Solimões, Acre, Mioceno. Colômbia: **FV**, Formação Villavieja, La Venta, Mioceno médio. Peru: **FC**, Formação Chambira, Contamana, Oligoceno superior; **FPI**, Formação Pebas I, Iquitos, Mioceno Médio; **FPII**, Formação Pebas II, Contamana, Mioceno superior; **FPS**, Formação Pebas Solimões, Pucallpa, Mioceno médio–Mioceno superior; **FSh**, Formação Shapaja, Pozo, transição Eoceno-Oligoceno.. Venezuela: **FSG**, Formação San Gregório, Urumaco, Plioceno. **B**, área de ocorrência atual de Loricariidae. A linha vermelha indica a separação das áreas ictiogeográficas definidas por Ringuélet (1975). Acima da linha encontra-se a região denominada Brasileira, que atualmente concentra a maior densidade de espécies de peixes neotropicais, em contraste com a baixa densidade encontrada na região Austral (abaixo da linha vermelha).

1.4 Formação Solimões

Geologia

A Formação Solimões constitui-se de xistos e siltitos cinzas a verde, por vezes com veios de gesso, bem como nódulos de calcário branco e arenitos vermelhos. Os sedimentos da Formação Solimões encontram-se em leitos horizontais e sub-horizontais, com uma espessura média de 250 a 300 m, no entanto, em algumas localidades esta espessura excede os 1000 m (LATRUBESSE *et al.*, 2010; JARAMILLO, 2017). A associação faunística entre vertebrados e invertebrados caracteriza a Formação Solimões como um sistema flúvio-lacustre, que cobre toda a Amazônia Ocidental brasileira (LATRUBESSE *et al.*, 2010; CAPUTO & SOARES, 2016). Com um ambiente de águas pouco profundas com pouca movimentação ou mesmo zonas pantanosas, esta formação transformou-se num depósito de sedimentos drenados fluvialmente das cristas andinas, refletindo assim o último ciclo deposicional da Bacia do Acre (RÄSÄNEN *et al.*, 1995; CAVALCANTE, 2006; CUNHA, 2007).

Além dos movimentos fluviais, a Formação Solimões apresenta influências marinhas com transgressões em diferentes momentos, formando assim uma área complexa com ambientes deltaicos, estuarinos e fluviais, resultando em transformações, diversificação e estruturação de comunidades neotropicais terrestres e aquáticas durante o Mioceno (LOVEJOY *et al.*, 2006; HOORN *et al.*, 2010; JARAMILLO *et al.*, 2017). O pacote sedimentar que cobre a porção da Amazônia Ocidental brasileira também cobre territórios do Peru (Formação Pebas) e da Colômbia, referida como Terciário [Neógeno] Amazônico (HOORN, 1993).

Paleontologia

Os fósseis de vertebrados da Formação Solimões compõem uma das faunas mais importantes do Neógeno da América do Sul, uma grande diversidade de restos é encontrada em suas camadas miocênicas. No entanto, os esforços amostrais e estudos por muito tempo concentraram-se principalmente em grupos como os mamíferos e répteis de grande e médio porte (veja listas paleofaunísticas em MONSCH 1998; COZZUOL *et al.*, 2006; HSIOU & ALBINO, 2010; NEGRI *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2013; SOUZA-FILHO *et al.*, 2018 e referências aí citadas). Ao longo do tempo, com o incremento de métodos de coleta mais intensivos sendo aplicados em sedimentos de sítios/localidades fossilíferas da Formação Solimões (ex. *screen washing*), foi possível encontrar uma grande diversidade de pequenos e incompletos espécimes de peixes, répteis e mamíferos, principalmente dentes, como os de loricarídeos aqui estudados. Menciona-se ainda o achado de outros grupos de peixes associados como outros Siluriformes e Characiformes e arraias de água doce.

Idade

Através da datação radioisotópica pelo método U-Pb em zircões detríticos para a Formação Solimões, Bissaro-Junior *et al.* (2019) inferiram uma idade média de $10,89 \pm 0,13$ Ma para o sítio Talismã do Rio Purus, e $8,5 \pm 0,5$ Ma para o sítio Niterói do Rio Acre. Ambas as idades inferidas correspondem ao Mioceno superior e apoiam as idades sugeridas pela fauna associada e das análises de dados palinológicos (BOCQUENTIN *et al.*, 2001; COZZUOL *et al.*, 2006; SOUZA-FILHO *et al.*, 2018; BISSARO-JUNIOR *et al.*, 2019; SILVA-CAMINHA *et al.*, 2020). Contudo, Goillot *et al.* (2011) e Ribeiro *et al.* (2013) sugeriram que alguns registos fossilíferos da Formação Solimões, em afloramentos no Alto Rio Juruá, indicariam uma idade mais antiga para a região.

1.4.1 Afloramento PRJ-26

O afloramento PRJ-26, está inserido na margem direita do alto Rio Juruá, a montante do Município de Marechal Thaumaturgo, Acre, Brasil (Figura 6). As litologias descritas no afloramento PRJ-26 (Figura 7), na sequência da secção estratigráfica, foram intercalação de arenito fino a cinzento médio (camada basal apresentando estratificação transversal plana) e sedimentos avermelhados, conglomerado fossilífero (fragmentos fósseis de peixes, répteis e mamíferos) e uma nova sucessão de intercalação entre arenito muito fino a cinzento médio e sedimentos avermelhados, com uma tendência de desbaste dos arenitos em direção ao topo da secção. O conglomerado é constituído por grânulos de siltito e fragmentos fósseis, imersos numa matriz síltico-argilosa. Apresenta uma estrutura maciça, e a sua base é erosiva. Nas últimas camadas de siltito avermelhado existem centímetros de fraturas pós-deposição, provavelmente preenchidas por calcita (Figura 8D).

Num outro local do afloramento foi encontrado um nível descontínuo de conglomerado fossilífero no meio da sucessão de intercalação acima descrita. Além disso, observa-se também uma pequena variação lateral do tamanho do grão das litologias descritas. Isto é evidenciado quando se comparam os perfis litológicos de 2016 (Figura 7A) e 2022 (Figura 7B), perfis obtidos em diferentes anos e pontos do afloramento (Figura 8A–C). O perfil mais atual tende a apresentar litologias mais finas, com divisões mais marcadas entre as litologias (menos contatos graduais). A descontinuidade das camadas conglomeráticas e estas sutis diferenças laterais de granulometria são consistentes com sequências sedimentares de paleoambientes fluviais. Nas duas secções estratigráficas, a base do conglomerado apresenta restos de vertebrados,

principalmente peixes, tais como Characiformes, Siluriformes e Batoidea.

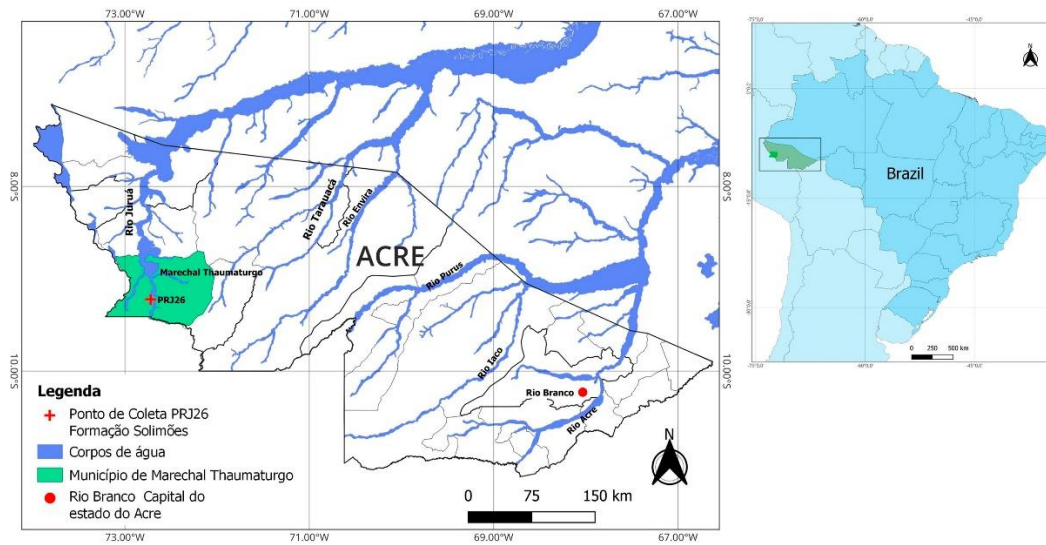


Figura 6. Localização do afloramento PRJ-26, Alto Rio Juruá, Município de Marechal Thaumaturgo, Acre, Brasil.

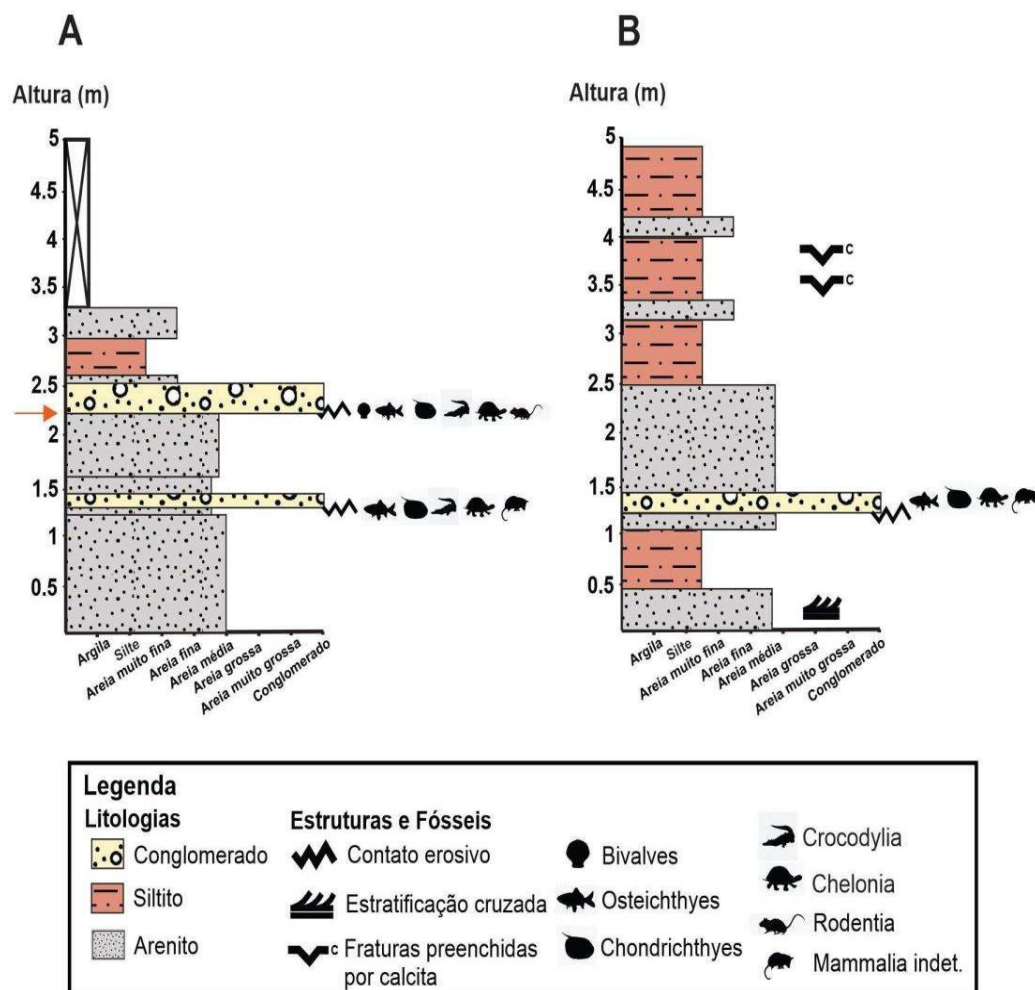


Figura 7. Seção estratigráfica do afloramento PRJ-26, Formação Solimões, localizado na margem direita do Rio Juruá.



Figura 8. Sequência de imagens do Afloramento PRJ-26. **A–B**, corresponde ao local do perfil estratigráfico “**A**”; **C**, corresponde ao local do perfil estratigráfico “**B**”; **D**, fraturas preenchidas por calcita nos siltitos vermelhos. Imagens por Ana Maria Ribeiro (**A–C**) e André M. V. Alvim (**D**).

1.4.2 Coletas de Material

As expedições para a região do Alto Rio Juruá ocorreram nos anos de 2008, 2014, 2016 e 2022, e foram revisitados aproximadamente 30 sítios fossilíferos, anteriormente explorados pelos paleontólogos George Gaylord Simpson em 1956, e por Llewellyn Ivor Price em 1956 e 1962 (SIMPSON & PAULA-COUTO, 1981; PAULA-COUTO, 1982). Posteriormente, os sítios foram denominados de Pontos do Rio Juruá (PRJ). Dentre os sítios amostrados, o PRJ-26 mostrou-se promissor pela quantidade de restos de vertebrados encontrados em suas camadas, sobre o qual destaca-se uma quantidade expressiva de peixes, Characiformes e Siluriformes, além de arraias de água doce. Os fósseis foram coletados através do método de *screen washing*, que consiste no peneiramento dos sedimentos em água (Figura 9). Para esse processo foram utilizando peneiras de 2, 1, e 0,7 mm de abertura entre malhas, para peneirar os sedimentos coletados nas camadas conglomeráticas fossilíferas, garantindo assim uma maior eficiência na coleta de microfósseis. O emprego desse método tem se mostrado bastante satisfatório, pois é revelada uma grande diversidade de microfauna de vertebrados e invertebrados, para áreas que eram comuns o encontro apenas de restos de animais de médio a grande porte.



Figura 9. Preparo de Fósseis pelo método *screen washing*. **A**, desagregação de sedimentos, manualmente. **B**, desagregação de sedimento com auxílio de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2). **C**, início da lavagem do sedimento. **D**, sedimentos lavados. **E**, secagem dos sedimentos. Após esse procedimento, os sedimentos são colocados em sacos plásticos e identificados para posterior análise sob microscópio estereoscópio para a procura de fósseis.

1.4.3 Triagem e Identificação do Material

Os sedimentos resultantes do processo de *screen washing*, passaram por um processo de triagem utilizando um microscópio estereoscópio para reconhecimento e seleção manual dos fósseis. Os espécimes identificados pela triagem passaram por um processo de limpeza final em um equipamento ultrassônico. Após esse processo, os dentes fósseis de peixes foram

identificados e depositados na Coleção Científica do Laboratório de Paleontologia do Campus da Floresta da Universidade Federal do Acre, Município de Cruzeiro do Sul, sob o acrônimo UFAC-CS.

A fim de obter imagens de alta resolução do material, os dentes foram fotografados no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) do Centro de Microscopia e Microanálise da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (LabCEMM, PUCRS, FEI Inspect F50). As medições foram feitas utilizando a escala do MEV, com uma precisão de 0,02 mm.

Para a comparação, e identificação taxonômica, foi utilizada a Coleção Científica de Ictiologia do Museu de Ciências Naturais (Lotes MCN 0506, 1706, 3752, 13208, 13209 e 13241), da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA-RS), além da literatura especializada (*e.g.*, WEBER, 1986; MULLER & WEBER, 1992; SCHAEFER & STEWART, 1993; MONTOYA BURGOS *et al.*, 1998; WEBER & MONTOYA-BURGOS, 2002; ARMBRUSTER, 2004; GEERINCKX *et al.*, 2007, 2012; LUJAN *et al.*, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a diversidade taxonômica de Loricariidae (Siluriformes) do afloramento PRJ-26, Alto Rio Juruá, estado do Acre, Formação Solimões (Bacia do Acre, Mioceno), Amazônia Ocidental Brasileira.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar restos dentários de Loricariidae (Siluriformes);
- Analisar e descrever fragmentos dentários de Loricariidae;
- Correlacionar sistematicamente as faunas de Loricariidae da Amazônia brasileira com seus congêneres de outras localidades da Região Neotropical.

3 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A principal contribuição do presente estudo são as descrições de novos materiais de Loricariidae do Mioceno, sendo esses os primeiros registros da família para a Amazônia Ocidental Brasileira. Foi gerado, a partir dos resultados, um artigo intitulado: “Record of Armored Catfishes (Siluriformes, Loricariidae) from the Neogene of the Upper Juruá River (Solimões Formation, Acre Basin), Acre State, Brazil” (ver Capítulo I). No artigo

A análise de sedimentos do afloramento PRJ-26, Alto Rio Juruá, Acre, Brasil, revelou uma rica fauna de peixes Characiformes e Siluriformes, e entre eles, a família Loricariidae. Ao todo foram 28 fragmentos dentários encontrados, estudados e atribuídos a Hypostominae e Loricariinae. Os Hypostominae detêm a maioria dos espécimes e devido suas características, puderam ser determinados como: *Hypostomus* grupo *cochliodon* (11 espécimes), cf. *Panaque* sp. (11 espécimes) e cf. *Ancistrus* sp. (um espécime). Os Loricariinae, são representados por cinco espécimes, quatro deles classificados como Loricariini indet. e um espécime determinado como Hartiini indet.

Os estudos do conjunto fóssil do afloramento PRJ-26 ainda estão em fase inicial, e as análises da datação radioisotópica ainda estão em desenvolvimento, não sendo seguro afirmar de forma mais assertiva uma idade para o afloramento, neste momento. Contudo, são notadas semelhanças entre o canal de conglomerado do afloramento PRJ-26 e o grande canal de conglomerados de outras formações da região Amazônica, com idades do Mioceno médio–superior.

A continuidade dos estudos sobre a fauna de peixes e outros vertebrados do afloramento PRJ-26, aliado ao arcabouço geológico e paleontológico de outros afloramentos/localidades situadas ao longo do Alto Rio Juruá pertencentes a Formação Solimões, trará subsídios para a ampliação do conhecimento paleobiogeográfico, paleoambiental e estratigráfico da região. Também contribuirá para análise de correlações faunísticas com outras localidades na porção Norte da América do Sul, sobretudo entre os Siluriformes encontrados de forma associada e ainda com poucas informações acerca de seu estado taxonomico (vide tabela 1 do Artigo).

4 REFERÊNCIAS

- Aguilera, O.; Lundberg, J.; Birindelli, J.; Sabaj Pérez, M.; Jaramillo, C. & Sánchez-Villagra, M.R. 2013. Palaeontological evidence for the last temporal occurrence of the ancient western Amazonian River outflow into the Caribbean. *PLoS One*, **8**: e76202.
doi.org/10.1371/journal.pone.0076202
- Albert, J.S. & Carvalho, T.P. 2011. Neogene assembly of modern faunas. *In*: J.S. Albert & Roberto, R. (eds.) *Historical biogeography of neotropical freshwater fishes*, University of California Press, p. 119–136.
- Albert, J.S.; Tagliacollo, V.A. & Dagosta, F. 2020. Diversification of Neotropical freshwater fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **51**:27–53.
doi:10.1146/annurev-ecolsys-011620-031032
- Antoine, P.O. *et al.* 2016. A 60-million-year Cenozoic history of western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru. *Gondwana Research*, **31**:30–59.
doi:10.1016/j.gr.2015.11.001
- Antonelli, A.; Zizka, A.; Carvalho, F.A.; Scharn, R.; Bacon, C.D.; Silvestro, D. & Condamine, F.L. 2018. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **115**:6034–6039.
doi:10.1073/pnas.1713819115
- Armbruster, J.W. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **141**:1–80. *doi:10.1111/j.1096-3642.2004.00109.x*
- Arratia, G. & Cione, A. 1996. *The record of fossil fishes of southern South America*. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen. **30**: 9-72.
- Ballen, G.A. & Moreno-Bernal, J.W. 2019. New records of the enigmatic Neotropical fossil fish *Acregoliath rancii* (Teleostei incertae sedis) from the middle Miocene Honda group

- of Colombia. *Ameghiniana*, **56**: 431–440. doi: 10.5710/AMGH.17.09.2019.3266
- Bissaro-Júnior, M.C.; Kerber, L.; Crowley, J.L.; Ribeiro, A.M.; Ghilardi, R.P. Guilherme, E.; Negri, F.R.; Souza-Filho, J.P.; & Hsiou, A.S. 2019. Detrital zircon U–Pb geochronology constrains the age of Brazilian Neogene deposits from Western Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **516**:64–70. doi:10.1016/j.palaeo.2018.11.032
- Bocquentin, J.; Guilherme, E. & Negri, F.R. 2001. Duas espécies do gênero *Chelus* (pleurodira, chelidae) no Mioceno superior-plioceno da Amazônia sul-ocidental. *Revista Geociências-UNG-Ser*, **6**: 50-55.
- Boeseman, M. 1971. The “comb-toothed” Loricariinae of Surinam, with reflections on the phylogenetic tendencies within the family Loricariidae (Siluriformes, Siluroidei). *Zoologische Verhandelingen*, **116**: 1-56.
- Bogan, S. & Agnolin, F. 2019. Armored catfish (Siluriformes: Loricariidae) from the Miocene of southern Pampas and its palaeobiogeographical implications. *Swiss Journal of Palaeontology*, **138**:325–330. doi:10.1007/s13358-019-00196-2
- Bogan, S. & Agnolin, F.L. 2020. First fossil of the giant armored catfish *Acanthicus* (Siluriformes, Loricariidae) from the late Miocene of Entre Ríos Province, Argentina. *Zootaxa*, **4808**:571–581. doi:10.11646/zootaxa.4808.3.11
- Caputo, M.V. & Soares, E.A.A. 2016. Eustatic and tectonic change effects in the reversion of the transcontinental Amazon River drainage system. *Brazilian Journal of Geology*, **46**:301–328. doi:10.1590/2317-4889201620160066
- Carrillo-Briceño, J.D. et al. 2021a. A Pliocene–Pleistocene continental biota from Venezuela. *Swiss journal of palaeontology*, **140**:1–76. doi:10.1186/s13358-020-00216-6
- Carrillo-Briceño, J.D.; Aguilera, O.A.; Benites-Palomino, A.; Hsiou, A.S.; Birindelli, J.L.O.; Adnet, S. Cadena, E.A. & Scheyer, T.M. 2021b. A historical vertebrate collection from

- the Middle Miocene of the Peruvian Amazon. *Swiss journal of paleontology*, **140**:26.
doi:10.1186/s13358-021-00239-7
- Carvalho, P.H.; Lima, F.C. & Zawadzki, C.H. 2010. Two new species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Negro basin in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, **8**: 39-48. *doi: 10.1590/S1679-62252010000100006*
- Casemiro, F.A *et al.* 2023. Landscape dynamics and diversification of the megadiverse South American freshwater fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **2**: e2211974120. *doi: 10.1073/pnas.2211974120*
- Cavalcante, L.M. 2006. *Aspectos geológicos do Estado do Acre e implicações na evolução da paisagem*. 1ª ed. Rio Branco, Embrapa Acre, 25 p.
- Chiachio, M.C.; Oliveira C. Montoya-Burgos J.I. 2008. Molecular Systematics and historical biogeography of the armored Neotropical catfishes Hypoptopomatinae and Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **49**: 606-617. *doi:10.1016/j.ympev.2008.08.013*
- Cione, A.L. 2013. Peces del Mioceno marino y continental en Entre Ríos, Oriente central de Argentina. *In*: D. Brandoni & J.I. Noriega (eds.) *El Neógeno de la Mesopotamia argentina*, Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, p. 65–77.
- Cione, A.L. Azpelicueta, M. M. Casciotta, J. R. & Dozo, M. T. 2005. Tropical freshwater teleosts from Miocene beds of eastern Patagonia, southern Argentina. *Geobios*, **38**:29–42. *doi:10.1016/j.geobios.2003.08.005*
- Covain, R. Fisch-Muller, S. & Stierhof, T. 2007. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, **1462**:1–40. *doi:10.15468/44fwxn*
- Covain, R.; Fisch-Muller, S.; Oliveira, C.; Mol, J.H.; Montoya-Burgos, J.I. & Dray, S. 2016
Molecular phylogeny of the highly diversified catfish subfamily Loricariinae

- (Siluriformes, Loricariidae) reveals incongruences with morphological classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **94**: 492-517.
doi.org/10.1016/j.ympev.2015.10.018
- Cozzuol, M.A.; Goin, F.; Reyes, M.L. & Ranzi, A. 2006. The oldest species of *Didelphis* (Mammalia, Marsupialia, Didelphidae), from the late Miocene of Amazonia. *Journal of Mammalogy*, **87**:663–667. [doi:10.1644/05-MAMM-A-282R2.1](https://doi.org/10.1644/05-MAMM-A-282R2.1)
- Cramer, C.A.; Bonatto, S.L. & Reis, R.E. 2011. Molecular phylogeny of the Neoplecostominae and Hypoptopomatinae (Siluriformes: Loricariidae) using multiple genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **59**: 43-52.
[doi:10.1016/j.ympev.2011.01.002](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.01.002)
- Cunha, P.R.C. 2007. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**:207–215.
- Dagosta, F.C.P & de Pinna, M.C.C. 2019. The fishes of the Amazon: Distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. **431**: 1-163. [doi: 10.1206/0003-0090.431.1.1](https://doi.org/10.1206/0003-0090.431.1.1)
- Diogo, R. 2004. Phylogeny, origin and biogeography of catfishes: support for a Pangean origin of 'modern teleosts' and reexamination of some Mesozoic Pangean connections between the Gondwanan and Laurasian supercontinents. *Animal Biology*. **54**: 331-351.
[doi:org10.1163/1570756042729546](https://doi.org/10.1163/1570756042729546)
- Eigenmann, C.H. & Eigenmann, R. 1890. *A revision of the South American Nemathognathi, or catfishes*. California Academy of Sciences, **1**:1-508.
- Eigenmann, C. H. 1910. *Catalogue of the fresh-water fishes of tropical and south temperate America*: Reports of the Princeton University expeditions to Patagonia 1896-1899. *Zoology*. **3**:375-511.
- Ferraris, C.J. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types, *Zootaxa* **1418**:1-628. [doi:](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1418.1.1)

- Fricke, R.; Eschmeyer, W.N. & Van der Laan, R. (eds.) 2022. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. Available at <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>; accessed on 12/18/2022.
- Gayet, M.; Jégu, M.; Bocquentin, J. & Negri, F.R. 2003. New characoids from the Upper Cretaceous and Paleocene of Bolivia and the Mio-Pliocene of Brazil: phylogenetic position and paleobiogeographic implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**:28–46. doi:10.1671/0272-4634(2003)23[28:NCFTUC]2.0.CO;2
- Geerinckx, T.; De Poorter, J. & Adriaens, D. 2007. Morphology and development of teeth and epidermal brushes in loricariid catfishes. *Journal of morphology*, **268**:805–814. doi:10.1002/jmor.10547
- Geerinckx, T. *et al.* 2012. Soft dentin results in unique flexible teeth in scraping catfishes. *Physiological and Biochemical Zoology*, **85**:481–490. doi:10.1086/667532
- Goillot, C.; Antoine, P.O.; Tejada, J.; Pujos, F. & Gismondi, R.S. 2011. Middle Miocene Uruguaytheriinae (Mammalia, Astrapotheria) from Peruvian Amazonia and a review of the astrapotheriid fossil record in northern South America. *Geodiversitas*, **33**:331–345. doi:10.5252/g2011n2a8
- Gosline, W.A. 1945. Catálogo dos Nematognatos de Água Doce da América do Sul e Central. *Boletim do Museu Nacional. Zoologia*, **33**: 1-138.
- Horn, C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**:67–309. doi:10.1016/0031-0182(93)90087-Y
- Horn, C. *et al.* 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape

- evolution, and biodiversity. *Science*, **330**:927–931. doi:10.1126/science.1194585
- Howes, G.J. 1983. The cranial muscles of loricarioid catfish, their homologies and values as taxonomic characters (Teleostei: Siluroidei). *Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology*, **45**: 45-309.
- Hsiou, A.S. & Albino, A.M. 2010. New snake remains from the Miocene of Northern South America. *Herpetological Journal*, **20**: 249–259.
- Isbrücker, I.J.H. 1980. Classification and catalogue of the mailed Loricariidae (Pisces, Siluriformes). *Verslagen en technische Gegevens*, **22**:1–181.
- Jaramillo, C. et al. 2017. Miocene flooding events of western Amazonia. *Science advances*, **3**:e1601693. doi:10.1126/sciadv.1601693
- Latrubesse, E.M.; Cozzuol, M.; Silva-Caminha, S.A.F.; Rigsby, C.A.; Absy, M.L. & Jaramillo, C. 2010. The Late Miocene paleogeography of the Amazon Basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth-Science Reviews*, **99**:99–124.
doi:10.1016/j.earscirev.2010.02.005
- Lovejoy, N.R.; Albert, J.S. & Crampton, W.G.R. 2006. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**:5–13. doi:10.1016/j.jsames.2005.07.009
- Lujan, N.K. & Armbruster, J.W. 2012. Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of Morphology*, **273**:24–39. doi:10.1002/jmor.11003
- Lujan, N.K.; Armbruster, J.W.; Lovejoy, N.R. & López-Fernández, H. 2015. Multilocus molecular phylogeny of the suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae. *Molecular phylogenetics and evolution*, **82**:269–288. doi:10.1016/j.ympev.2014.08.020
- Lujan, N.K.; Cramer, C.A.; Covain, R.; Fisch-Muller, S. & López-Fernandes, H. 2017.

- Multilocus molecular phylogeny of the ornamental wood-eating catfishes (Siluriformes, Loricariidae, *Panaqolus* and *Panaque*) reveals undescribed diversity and parapatric clades. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **109**:321–336.
doi:10.1016/j.ympev.2016.12.040
- Lundberg, J.G. & Aguilera, O. 2003. The late Miocene *Phractocephalus* catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from Urumaco, Venezuela: additional specimens and reinterpretation as a distinct species. *Neotropical Ichthyology*, **1**: 97-109. doi: 10.1590/S1679-62252003000200004
- Lundberg, J.G.; Kottelat, M.; Smith, G.R.; Stiassny, M.L. & Gill, A.C. 2000. So many fishes, so little time: an overview of recent ichthyological discovery in continental waters. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **87**: 26-62. doi:10.2307/2666207
- Lundberg, J.G.; Marshall, J.G.; Horton, B.; Malabarba, M.C.S.L. & Wesselingh, F. 1998. The stage for Neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. In: L.R. Malabarba; R.E. Reis; R.P. Vari; Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, Edipucrs, p. 13–48.
- Lundberg, J.G.; Sabaj-Pérez, M.H.; Dahdul, W.M. & Aguilera, O.A. 2010. The Amazonian Neogene fish fauna. In: C. Hoorn & F.P. Wesselingh (eds.) *Amazonia: Landscape and species evolution: a look into the past*, Wiley-Blackwell, p. 281–301.
doi:10.1002/9781444306408.ch17
- Malabarba, L.R. & Malabarba, M.C. 2020. Phylogeny and classification of Neotropical fish. In: *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Cambridge, MA: Academic Press, p. 1-19. doi: 10.1016/B978-0-12-815872-2.00001-4
- Malabarba, M.C. & Lundberg, J.G. 2007. A fossil loricariid catfish (Siluriformes: Loricarioidea) from the Taubaté Basin, eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. **5**:263–270. doi:10.1590/S1679-62252007000300005

- Malabarba, M.C.S.L. 1988. Loricariid dermal plate and pectoral fin spines (Osteichthyes, Siluriformes). *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia*, **5**:1–5.
- Monsch, K.A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **143**:31–50. doi:10.1016/S0031-0182(98)00064-9
- Montoya-Burgos, J.I.; Muller, S.; Weber, C. & Pawlowski, J. 1998. Phylogenetic relationships of the Loricariidae (Siluriformes) based on mitochondrial rRNA gene sequences. In: L.R. Malabarba; R.E. Reis; R.P. Vari; Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, Edipucrs, p. 363–374.
- Muller, S. & Weber, C. 1992. Les dents des sous-familles Hypostominae et Ancistrinae (Pisces, Siluriformes, Loricariidae) et leur valeur taxonomique. *Revue Suisse de Zoologie*, **99**:747–754. doi:10.5962/bhl.part.79851
- Negri, F.R.; Villanueva, J.B.; Ferigolo, J. & Antoine, P-O. 2010. A review of Tertiary mammal faunas and birds from western Amazonia. In: Carina Hoorn and Frank Wessilingh (orgs.). *Amazonia, landscape, and species evolution: a look into the past*. Wiley-Blackwell, p. 245-258. doi: 10.1002/9781444306408.ch15
- Paula-Couto, C. 1982. Fossil Mammals from the Cenozoic of Acre, Brazil. V – Notoungulata Nesodontinae (II), Toxodontinae and Haplodontotheriinae, and Litopterna, Pyrotheria and Astrapotheria (II). *Iheríngia. Série Geologia*, **7**: 1-72
- Py-Daniel, L.H.R. & Fernandes, C.C. 2005. Sexual dimorfism in Amazonian Siluriformes and Gymnotiformes (Ostariophysi). *Acta Amazonica*, **35**: 97-110. doi 10.1590/S0044-59672005000100015
- Räsänen, M.E.; Linna, A.M; Santos, J.C.R. & Negri, F.R. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science*, **269**: 386–390. doi:10.1126/science.269.5222.386

- Regan, G.T. 1904. A monograph of the fishes of the family Loricariidae. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **18**: 191-350. doi: 10.1111/j.1096-3642.1904.tb00040.x
- Reis, R.E.; Pereira, E.H.L. & Armbruster, J.W. 2006. Delturinae, a new loricariid catfish subfamily (Teleostei, Siluriformes), with revisions of *Delturus* and *Hemipsilichthys*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **147**: 277-299. doi: 10.1111/j.1096-3642.2006.00229.x
- Ribeiro, A.M.; Madden, R.H.; Negri, F.R.; Kerber, L.; Hsiou, A.S. & Rodrigues, K.A. 2013. Mamíferos fósiles y biocronología en el suroeste de la Amazonia, Brasil. In: D. Brandoni & J.I. Noriega (eds.) *El Neógeno de la Mesopotamia argentina*, Asociación Paleontológica Argentina, p. 207–221.
- Richter, M. 1989. Acregoliathidae (Osteichthyes, Teleostei), a new family of fishes from the Cenozoic of Acre State, Brazil. *Zoologica Scripta*, **18**:311–319. doi:10.1111/j.1463-6409.1989.tb00457.x
- Ringuelet, R.A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, **2**:1–122.
- Roxo, F.F.; Zawadzki, C.H.; Costa Silva, G.J.; Chiachio, M.C.; Foresti, F. & Oliveira, C. 2012. Molecular systematics of the armored neotropical catfish subfamily Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, **3390**: 33–42. doi: 10.11646/zootaxa.3390.1.3
- Roxo, F.F. *et al.* 2019. Phylogenomic reappraisal of the Neotropical catfish family Loricariidae (Teleostei: Siluriformes) using ultraconserved elements. *Molecular phylogenetics and evolution*, **135**:148–165. doi:10.1016/j.ympev.2019.02.017
- Schaefer, S.A. 1987. *Osteology of Hypostomus plecostomus (Linnaeus): with a phylogenetic analysis of the loricariid subfamilies (Pisces, Siluroidei)*. 394^a ed. Los Angeles, Natural

- History Museum of Los Angeles County, 31 p.
- Schaefer, S.A. & Stewart, D.J. 1993. Systematics of the *Panaque dentex* species group (Siluriformes: Loricariidae), wood-eating armored catfishes from tropical South America. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **4**:309–342.
- Schaefer, S.A. 1997. *The Neotropical cascudinhos: systematic and biogeography of the Otocinclus catfishes (Siluriformes: Loricariidae)*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, **148**: 1-120.
- Silva-Caminha, S.A.F.; D’Apolito, C.; Jaramillo, C.; Espinosa, B.S. & Rueda, M. 2020. Palynostratigraphy of the Ramon and Solimões formations in the Acre Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **103**:102720.
doi:10.1016/j.jsames.2020.102720
- Simpson, G.G. & Paula-Couto, C. 1981. Fossil Mammals from the Cenozoic of Acre, Brazil. III – Pleistocene Edentata Pilosa, Proboscidea, Sirenia, Perirodactyla and Artiodactyl. *Iheríngia. Série Geologia*, **6**: 11-73.
- Souza-Filho, J.P.; Souza, R.G.; Hsiou, A.S.; Riff, D.; Guilherme, E.; Negri, F.R. & Cidade, G.M. 2018. A new caimanine (Crocodylia, Alligatoroidea) species from the Solimões Formation of Brazil and the phylogeny of Caimaninae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **38**:e1528450. *doi:10.1080/02724634.2018.1528450*
- Suzuki, H.; Agostinho, A.A. & Winemiller, K.O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. *Journal of fish biology*, **57**: 791-807. *doi: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00275.x*
- Tencatt, L.F.; Zawadzki, C.H. & Froehlich, O. 2014. Two new species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Paraguay basin, with a redescription of *Hypostomus cochliodon* Kner, 1854. *Neotropical Ichthyology*, **12**: 585-602. *doi:10.1590/1982-0224-20130162*

- Teugels, G.G. 1996. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi, Siluroidei): an overview. *Aquatic Living Resources*, **9**: 9-34. doi: 10.1051/alr:1996039
- Vallone, E.R.; Vezzosi, R.I. & Cione, A.L. 2017. First fossil fish (teleostei, siluriformes) from the late Pleistocene of Santa Fe Province, Argentina. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, **41**: 369-377. doi: 10.1080/03115518.2017.1288828
- Weber, C. 1986. Révision de *Hypostomus boulengeri* (Eigenmann & Kennedy), et deux espèces nouvelles de poissons-chats du Paraguay (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Suisse de Zoologie*, **93**:979–1007.
- Weber, C. & Montoya-Burgos, J.I. 2002. *Hypostomus fonchii* sp. n. (Siluriformes: Loricariidae) from Peru, a key species suggesting the synonymy of *Cochliodon* with *Hypostomus*. *Revue Suisse de Zoologie*, **109**:355–368. doi:10.5962/bhl.part.79595

CAPÍTULO I

Record of Armored Catfishes (Siluriformes, Loricariidae) From the Upper Juruá Neogene (Solimões Formation, Acre Basin), Acre State, Brazil

Manuscrito será submetido à Revista Brasileira de Paleontologia, ISSN 1519-7530, eISSN 2236-1715, Qualis-Capes 2017-2020: B1

Comprovante de submissão:

[RBP] Submission Acknowledgement  Caixa de entrada x



Dr. Matias do Nascimento Ritter via Publicações da Sociedade Brasileira de Paleontologia <naoresponda@sbpbrasil.org>
para mim ▾

16:27 (há 24 minutos)



Tiago Jacó:

Thank you for submitting the manuscript, "Record of Armored Catfishes (Siluriformes, Loricariidae) From the Neogene of the Upper Juruá River (Solimões Formation, Acre Basin), Acre State, Brazil: Armored catfishes from the Neogene, Acre State, Brazil" to Revista Brasileira de Paleontologia. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <https://sbpbrasil.org/publications/index.php/rbp/authorDashboard/submission/407>

Username: tiagojaco

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Dr. Matias do Nascimento Ritter

Revista Brasileira de Paleontologia <http://www.sbpbrasil.org/rbp/index.php/rbp>

 Responder

 Encaminhar

**RECORD OF ARMORED CATFISHES (SILURIFORMES,
LORICARIIDAE) FROM THE NEOGENE OF THE UPPER JURUÁ
RIVER (SOLIMÕES FORMATION, ACRE BASIN), ACRE STATE,
BRAZIL**

Abbreviated title: Armored catfishes from the Neogene, Acre State, Brazil

TIAGO RICARDO FERNANDES JACÓ

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, SEMA/RS e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, UERGS, Rua Dr. Salvador França, 1427, Jardim Botânico, 90690-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *jaco.tiago@gmail.com*

(Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-5903-4673>

FLÁVIO CÉSAR DE THADEO LIMA

Museu de História Natural Prof. Adão José Cardoso, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Rua Albert Einstein, s/n Barão Geraldo, 13083-863, Campinas, São Paulo, Brazil. *ftlima@gmail.com*

<https://orcid.org/0000-0002-7636-5431>

FRANCISCO RICARDO NEGRI, PAULO ROBERTO DE OLIVEIRA SOUZA

Centro Multidisciplinar, Universidade Federal do Acre (UFAC), *Campus Floresta*, Estrada do Canela Fina, Gleba 112, s/n, 69980-000, Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. *frnegriufac@gmail.com*, *paulorobertoovs@hotmail.com*

<https://orcid.org/0000-0002-1112-0345>

<https://orcid.org/0000-0001-8405-1697>

ROBERTO VENTURA SANTOS, ANDRÉ M. V. ALVIM

Laboratório de Geocronologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (UnB), Campus Universitário

Darcy Ribeiro ICC - Ala Central, 70910-000, Brasília, Distrito Federal, Brazil.

robertoventurasantos@gmail.com, andre.mavaal@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6071-8100>

<https://orcid.org/0000-0001-5050-4977>

NARLA SHANNAY STUTZ

Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento

Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *narlasstutz@gmail.com*

<https://orcid.org/0000-0002-1937-3902>

ANNIE S. HSIU, MARCOS CÉSAR BISSARO JÚNIOR

Laboratório de Paleontologia, Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de

Ribeirão Preto, 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. *anniehsiou@ffclrp.usp.br,*

marcosbissaro@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2392-6191>

<https://orcid.org/0000-0003-0072-5100>

FRANÇOIS PUJOS

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Argentino de Nivología,

Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CONICET–UNCUYO-Mendoza, Avenida Ruiz Leal s/n,

Parque Gral. San Martín, 5500, Mendoza, Argentina. *fpujos@mendoza-conicet.gob.ar* [https://orcid.org/0000-](https://orcid.org/0000-0002-6267-3927)

[0002-6267-3927](https://orcid.org/0000-0002-6267-3927)

LAURENT MARIVAUX, PIERRE-OLIVIER ANTOINE

Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier, Université de Montpellier-CNRS-IRD, Place Eugène

Bataillon, 34095, Montpellier, France. *laurent.marivau@umontpellier.fr, pierre-olivier.antoine@umontpellier.fr*

<https://orcid.org/0000-0002-2882-0874>

<https://orcid.org/0000-0001-9122-1818>

ANA MARIA RIBEIRO

Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica, SEMA/UERGS, Museu de Ciências Naturais, SEMA/RS, Rua Dr. Salvador França, 1427, Jardim Botânico, 90690-000, Porto Alegre,

Rio Grande do Sul, Brasil. ana-ribeiro@sema.rs.gov.br

<https://orcid.org/0000-0003-4167-8558>

ABSTRACT – The catfishes of the family Loricariidae have a wide distribution throughout the Neotropics, and constitute the largest catfish family among the Siluriformes, composed of about 1039 species at present. Fossils of loricariids are distributed in different localities in South America, and the diversity and distribution of species is significantly low compared to the large diversity of Loricariidae found today. However, the efforts of paleontological fieldwork and applications of new techniques for collecting fossil material in recent decades have proven effective, especially in the Brazilian Western Amazon region, where a large fossil diversity is revealed. We present here new records of fossil teeth of Loricariidae from an outcrop on the banks of the Juruá rivers (Acre, Brazil), where the Solimões Formation is developing. The studied outcrop revealed 28 tooth fragments, assigned to two subfamilies of Loricariidae: Hypostominae and Loricariinae. The Hypostominae, to which most specimens belong, were classified as: *Hypostomus cochliodon* group (11 specimens), cf. *Panaque* sp. (11 specimens) and cf. *Ancistrus* sp. (one specimen). Five Loricariinae, were identified to the tribe level. Four of them were classified as Loricariini indet., and one specimen assigned to Hartiini indet. Knowledge of loricariid fossils in the South American Cenozoic includes records for the Miocene of Argentina, Colombia, and Peru and Venezuela, with most being classified as Loricariidae indet. The heterogeneity of fossil teeth of Loricariidae found in the sediments of the Solimões Formation provides subsidies for anatomical and systematic studies and may generate data on the diversification of loricariids during the middle-southern Miocene. Suggestively, this relative age is consistent for the loricariids from outcrop PRJ26, as there is a strong correlation predicted between

conglomerate channels and by faunal associations in different outcrops and localities in South America.

Keywords: Western Amazonia, Miocene, systematics, paleobiogeography, teeth.

RESUMO – Os bagres da família Loricariidae tem uma ampla distribuição pela região neotropical, e constituem a maior família de bagres entre os Siluriformes, composta por cerca de 1039 espécies atualmente. Os fósseis de loricarídeos estão distribuídos em diferentes localidades na América do Sul, a diversidade e a distribuição de espécies são significativamente baixas, quando comparados à grande diversidade de Loricariidae encontradas atualmente. Contudo, os esforços de trabalhos paleontológicos em campo e aplicações de novas técnicas de coleta de material fósseis nas últimas décadas têm-se revelado eficaz, sobretudo na região da Amazônia Ocidental Brasileira, onde se revelam uma grande diversidade fóssilífera. Apresentamos aqui novos registros de dentes fósseis de Loricariidae de um afloramento nas margens dos rios Juruá (Acre, Brasil), onde a Formação Solimões se desenvolve. O afloramento estudado revelou 28 fragmentos dentários, atribuídos a duas subfamílias de Loricariidae: Hypostominae e Loricariinae. Os Hypostominae, ao qual detêm a maioria dos espécimes, foram classificados como: *Hypostomus* grupo *cochliodon* (11 espécimes), cf. *Panaque* sp. (11 espécimes) e cf. *Ancistrus* sp. (um espécime). Cinco Loricariinae, foram identificados ao nível de tribo. Quatro deles foram classificados como Loricariini indet., e um espécime atribuído à Hartiini indet. O conhecimento de fósseis de loricarídeos no Cenozoico sul-americano inclui registros para o Mioceno da Argentina, Colômbia e Peru e Venezuela, sendo a maioria classificados como Loricariidae indet. A heterogeneidade de dentes fósseis de Loricariidae, encontrados nos sedimentos da Formação Solimões, fornece subsídios para estudos anatômicos e sistemáticos, podendo gerar dados sobre a diversificação dos loricarídeos

durante o Mioceno médio–Superior. Sugestivamente, essa idade relativa parece ser coerente para os loricarídeos do afloramento PRJ26, pois existe uma forte correlação predita entre canais de conglomerados e por associações faunísticas em diferentes afloramentos e localidades na América do Sul.

Palavras-chave: Amazônia Ocidental, Mioceno, sistemática, paleobiogeografia, dentes.

INTRODUCTION

Today, the Neotropical region shelters over 6,000 freshwater fish species, with estimations of achieving even 8,000 to 9,000 species (Reis *et al.*, 2016; Dagosta & de Pinna, 2019). Based on the available fossil records of the freshwater fish fauna in South America, except for †*Acregoliath rancii*, it appears that the ichthyofauna was already modern in terms of taxonomy and ecological range the middle Miocene (Richter, 1989; Lundberg *et al.*, 1998, 2010; López-Fernández & Albert, 2011) or even late Paleogene (Antoine *et al.*, 2016, 2021).

Among the diverse groups of extant freshwater fishes found in the Neotropics, Loricariidae stand out as the largest, most diverse, and most characteristic family of Siluriformes, with about 1027 species considered valid (Fricke *et al.*, 2022). The loricariids constitute a monophyletic group. The most recent phylogeny presented by Roxo *et al.* (2019), based on phylogenomics data, recognized the division of the Loricariidae into six subfamilies: Delturinae, Rhinelepinae, Loricariinae, Hypostominae, Hypoptopomatinae, and Lithogeninae; a subdivision otherwise corroborating other molecular and morphological studies (see

Armbruster, 2004, 2008; Lujan *et al.*, 2015; Roxo *et al.*, 2019).

Although extant loricariids are numerous, their fossil record is rare, primarily consisting of fragmentary bone elements and isolated teeth, thereby limiting the diagnostic identification. Because of the scarcity of the fossil remains, they are mostly just referred to as Loricariidae indet. (Malabarba, 1988; Lundberg, 1997; Monsch 1998; Cione *et al.*, 2005; Malabarba & Lundberg, 2007; Lundberg *et al.*, 2010; Cione *et al.*, 2013; Antoine *et al.*, 2016; 2021; Bogan & Agnolin, 2019, 2020, 2022; Carrillo-Briceño *et al.*, 2021a, b).

The Solimões/Pebas System Formation is very rich in fish remains (Monsch, 1998, Carrillo-Briceño *et al.*, 2021a,b), although articulated skeleton documenting complete fish specimens are proven to be elusive or extremely rare. Fish are mostly documented by isolated teeth and bones (Lundberg *et al.*, 2010). However, the paleoichthyofauna recovered from the southwestern region of Brazilian Amazonia have substantially contributed to our understanding of the evolutionary history of the Neogene of Amazonia, the evolution of the rainforest landscapes and associated fauna of one of the most diverse places on Earth (Frailey, 1986; Silva-Santos, 1987; Ritcher, 1989; Malabarba *et al.*, 1998; Gayet *et al.*, 2003; Aguilera *et al.*, 2008; Hoorn *et al.*, 2010).

We report here new dental fossil remains of Loricariidae (Siluriformes) from the Miocene deposits of the Solimões Formation in the Acre Basin at the locality PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil, which increase the knowledge of the Amazonian paleoichthyofauna during the Neogene.

GEOLOGICAL SETTING

The Acre Basin is situated in western Brazilian Amazonia, covering the state of Acre and part of the state of Amazonas. The basin is formed by Paleozoic and Cenozoic sediments,

with its limits demarcated on the western side by the Ucayali Basin, on the eastern side by the Envira Arch. In its northwestern part, the basin joins the Marañon Basin, and on the southern and northern sides, the Paraguá Arch divides the basin into the Calha Central and the Calha Jaquirana, respectively (Cavalcante, 2006, Latrubesse *et al.*, 2010; Caputo, 2013). Events such as the elevation of the Serra do Divisor during the Quechua phase brought changes in the drainage of the basin, thus altering the climate, geology, fauna, and flora in the region (Cavalcante, 2006; Cunha, 2007; Wanderley-Filho *et al.*, 2011). The rise of the proto-Andes, between the Upper Cretaceous and Paleogene, had an important role in the transformation of the Acre Basin.

In the Acre Basin, Neogene sediments referred as to the Solimões Formation are exposed, resulting from the detrital deposition of a riverine and lacustrine paleoenvironmental system that covered the entire Western Brazilian Amazonia (Hovikoski *et al.*, 2007; Hoorn *et al.*, 2010). With a shallow water environment with little movement or even marshy areas, this formation was transformed into a fluvially-drained sediment from Andean ridges deposit, thus reflecting the last depositional cycle of the Acre Basin (Räsänen *et al.*, 1995; Cavalcante, 2006; Cunha, 2007). In addition to fluvial movements, the Solimões Formation presents marine influences with transgressions at different times. Thus, it represents a complex area with deltaic, estuarine, and fluvial environments, resulting in transformations, diversification, and structuring of neotropical terrestrial and aquatic communities (Lovejoy *et al.*, 2006; Hovikoski *et al.*, 2007; Hoorn *et al.*, 2010; Jaramillo *et al.*, 2017).

The sediments of the Solimões Formation are found in horizontal and sub-horizontal beds, with an average thickness of 250 to 300 m. However, in some localities this thickness can exceed 1000 m (Latrubesse *et al.*, 2010; Jaramillo, 2017). They are formed mainly by shales, mudstones, siltstones, muddy sandstones, and fine and medium sandstones, in addition to lignite and calcareous concretions (Brazil, 1976; Hoorn, 1993; Latrubesse *et al.*, 2010;

Caputo & Soares, 2016). Numerous fossils of vertebrates and invertebrates are primarily recorded on outcrops corresponding to the banks of the main rivers systems that drain the Solimões Formation (*e.g.*, Iaco, Purus, Moa and Juruá rivers), and that are accessible during the dry season. Fossils are also found along the BR364 highway, between the municipalities of Rio Branco to Cruzeiro do Sul, in the State of Acre (Souza Filho & Guilherme, 2015; Caputo & Soares, 2016; Silva-Lacerda *et al.*, 2020).

In the Solimões Formation, using radioisotopic dating deriving from U-Pb method performed on detrital zircons, Bissaro-Junior *et al.* (2019) inferred a minimal depositional age of 10.89 ± 0.13 Ma for the Talismã outcrop on the Purus River, and 8.5 ± 0.5 Ma for the Niterói outcrop on the Acre River. Both ages correspond to the late Miocene and are consistent with the ages inferred from faunas of these sites, in addition to palynological data analyses (Bocquentin *et al.*, 2001; Cozzuol, 2006; Negri *et al.*, 2010; Souza-Filho *et al.*, 2018; Bissaro-Junior *et al.*, 2019; Silva-Caminha *et al.*, 2020). However, Goillot *et al.* (2011) and Ribeiro *et al.* (2013) suggested that some fossiliferous records from the Solimões Formation in outcrops in the upper Juruá River, would indicate an older age for the region.

Over the last decades, several paleontological and geological fieldwork campaigns were carried out in the region (2008, 2014, 2016 and 2022), which have led to the mapping of approximately 30 fossil-bearing localities, referred to as “Pontos Rio Juruá” (**PRJ**). Some of these outcrops had been recorded previously during the expeditions of George Gaylord Simpson, in 1956 and Llewellyn Ivor Price, in 1956 and 1962 (*e.g.*, Simpson & Paula Couto, 1981). The fossils in the present study come from PRJ 26, a slope cropping out on the right bank of the Juruá River, upstream direction, Marechal Thaumaturgo Municipality, Acre State (Figure 1).

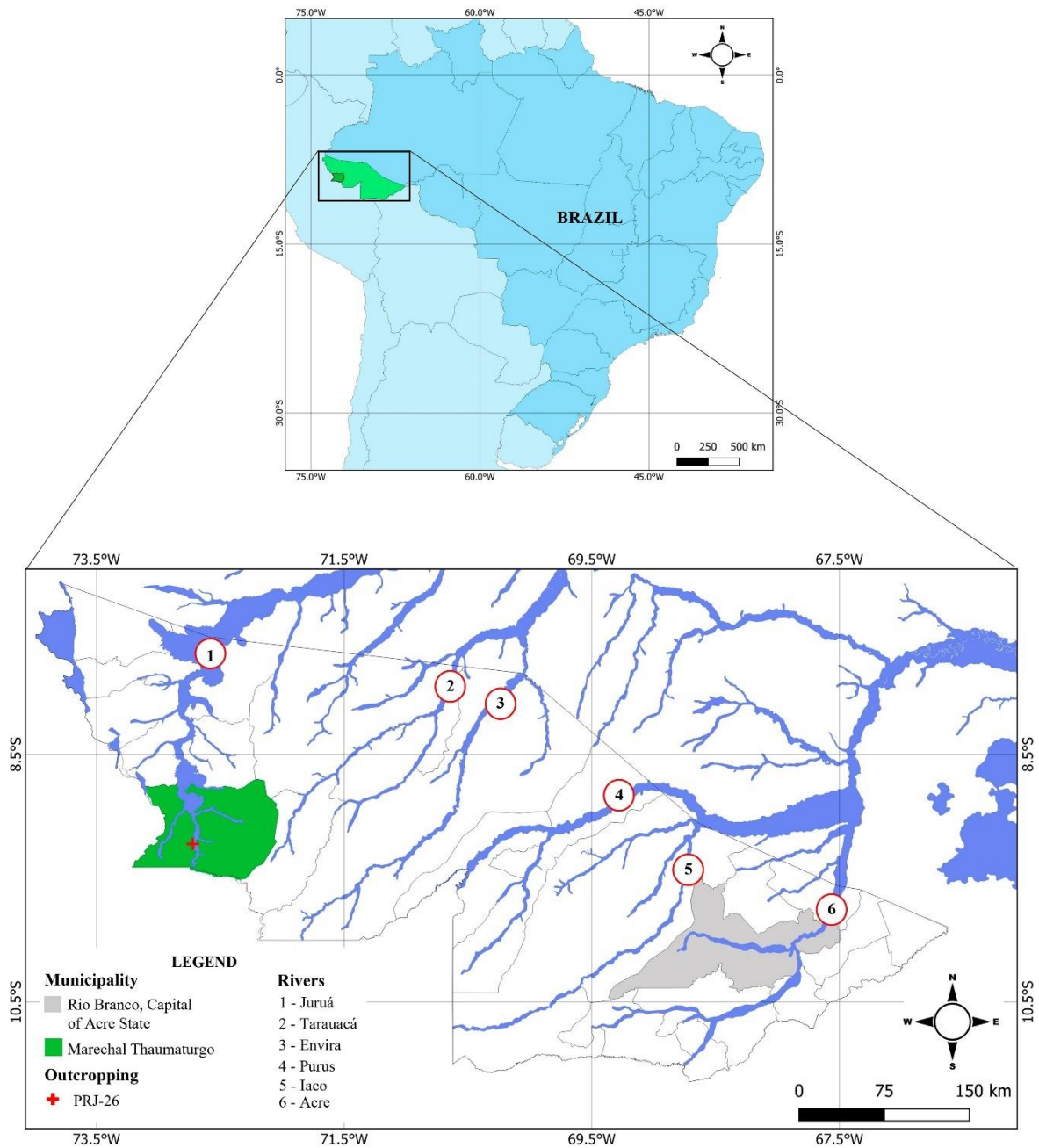


Figure 1. Localization map of the PRJ 26 fossil-bearing locality situated in the Solimões Formation, outcropping in the upper Juruá River, Marechal Thaumaturgo Municipality, Acre State, Brazil.

In the stratigraphic section, the outcrop lithology in which PRJ 26 occurs (Figure 2), consists of intercalations of fine- to medium-grained gray sandstones (the basalmost layer

presents planar cross-stratification) and reddish siltstones, fossil-bearing conglomerates (including fragments of fish, reptiles and mammals). The section continues with another overlying succession of intercalation of very fine to medium gray sandstones and reddish siltstones, with thinning-upward sandstones. The conglomerate consists of siltstone granules and fossil fragments, imbedded in a silty-clay matrix. It appears as a massive structure, and its base is erosive. In the uppermost layers of reddish siltstone, there are centimetric post-depositional fractures, probably filled by calcite.

In another location of the outcrop, a discontinuous level of fossil-yielding conglomerate was found in the middle of the intercalation succession described above. In this section, a small lateral grain size variation is observed. This is evidenced when comparing the stratigraphic sections from 2016 (Figure 2A) and 2022 (Figure 2B), profiles taken at different points in the outcrop. The discontinuity of the conglomerate layers and these subtle lateral grain size differences are consistent with sedimentary sequences of fluvial deposits. In the two stratigraphic sections measured, the conglomeratic bed presents vertebrate fossil remains, principally fishes, such as Characiformes, Siluriformes, and freshwater stingrays (Batoidea) (see Table 1).

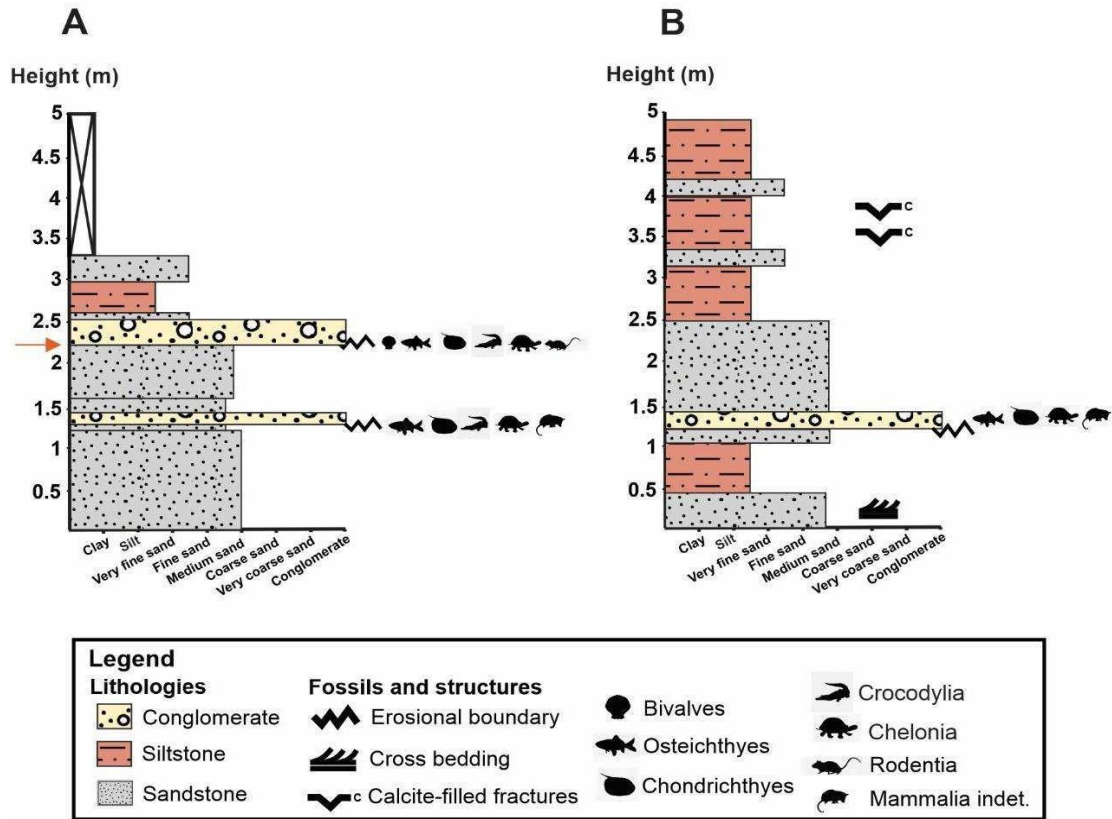


Figure 2. Panoramic photos and stratigraphic sections (A and B) of the outcrop PRJ 26, Solimões Formation, located on the right bank of the Juruá River, State of Acre, Brazil. The orange arrow indicates the point from which the Loricariidae present here were collected.

Table 1. Faunal assemblage of the Miocene outcrop PRJ 26, Solimões Formation, Juruá River, State of Acre, Brazil

Taxon	Stratigraphic section A Lower conglomerate level	Stratigraphic section A Upper conglomerate level	Stratigraphic section B conglomerate level
Elasmobranchii			
Batoidea	X	X	X
Teleostei			
Siluriformes			
Indet.	X	X	X
Doradidae	X	X	X
Loricariidae		X	
Characiformes			
Indet.	X	X	X
Anostomidae		X	X
Cynodontidae	X	X	X
Erythrinidae		X	X
Serrasalminidae		X	X
Reptilia			
Crocodylia	X		
Testudines			X
Mammalia			
Indet.	X		X
Rodentia		X	

MATERIAL AND METHODS

The fossil fragments were collected through wet-screening of the sediments from previously recognized fossiliferous layers (conglomerate), using sieves of 2, 1 and 0.7 mm, a method that allows a more efficient collection of small- to medium sized remains. Fossils were size sorted from the different dry residues of screening under a stereomicroscope. An ultrasonic cleaner was used to clean the fish teeth. The specimens are permanently housed at the collection of the Paleontology Laboratory of the Universidade Federal do Acre, Floresta Campus, Cruzeiro do Sul Municipality, under acronym UFAC-CS.

The fossils were photographed at the Scanning Electron Microscope (**SEM**) of the Centro de Microscopia e Microanálise (LabCEMM, PUCRS, FEI Inspect F50). The

measurements were made using the scale of the SEM, with a precision of 0.02 mm.

The taxonomic identification and comparison were carried out using the extant fish references housed in the scientific collection of the Museu de Ciências Naturais, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA-RS) (Lots: MCN 0506, 1706, 3752, 13208, 13209 e 13241), and from the specialized literature (*e.g.*, Weber, 1986; Muller & Weber, 1992; Schaefer & Stewart, 1993; Montoya-Burgos *et al.*, 1998; Weber & Montoya-Burgos, 2002; Geerinckx *et al.*, 2007, 2012; Lujan *et al.*, 2017).

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

SILURIFORMES Hay, 1929

LORICAROIDEA Rafinesque, 1815

LORICARIIDAE Gill, 1872

HYPOSTOMINAE Kner, 1853

HYPOSTOMINI Kner, 1853

Hypostomus La Cépède, 1803

Hypostomus cochliodon group

(Figures 3A–K)

Material. Eleven tooth fragments. UFAC-CS 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, and 227.

Locality. PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil.

Formation and age. Solimões Formation, Acre Basin, ?middle-late Miocene.

Description. The specimens documenting this taxon consist of partially preserved teeth; their

bases are fractured and lost, while the crowns show a good state of preservation. The crowns are wide and vary in size, around 1 mm width, and show spoon-like patterns (Figure 3).

Besides the variable size of the crowns, the lateral and mesial cusps show some variations in their shape. The mesial cusp is elongated, twice as long as the lateral cusp, and has a rounded apex, except for specimens UFAC-CS 219 and UFAC-CS 220 (Figures 3C, F), which have a "chamfer" shape apex. The lateral cusp is fused with the mesial cusp, from which it is separated only at its apical portion, forming an acute angle between them.

Comments. The material was assigned to *Hypostomus cochliodon* group based on the following characteristics: broad, robust, and spoon-shaped crowns, characteristics found among the genus *Panaque* and *H. cochliodon* group (Armbruster & Page, 1996; Armbruster, 2004) but the specimens here have been assigned to the latter because they are bicuspid. The teeth of young individuals are comparable in shape to those commonly found in other Hypostominae, and crown size is very variable among them (Muller & Weber, 1992). The teeth found among *Hypostomus*, Z- or S-shaped, are formed by a curved, thick base, a thin lower stem, and an inwardly curved, bicuspid crown. A fusion between the mesial and lateral cusps is observed, which led to a clear thicker and darker ridge on the tooth (Armbruster, 2003; Geerinckx *et al.*, 2007).

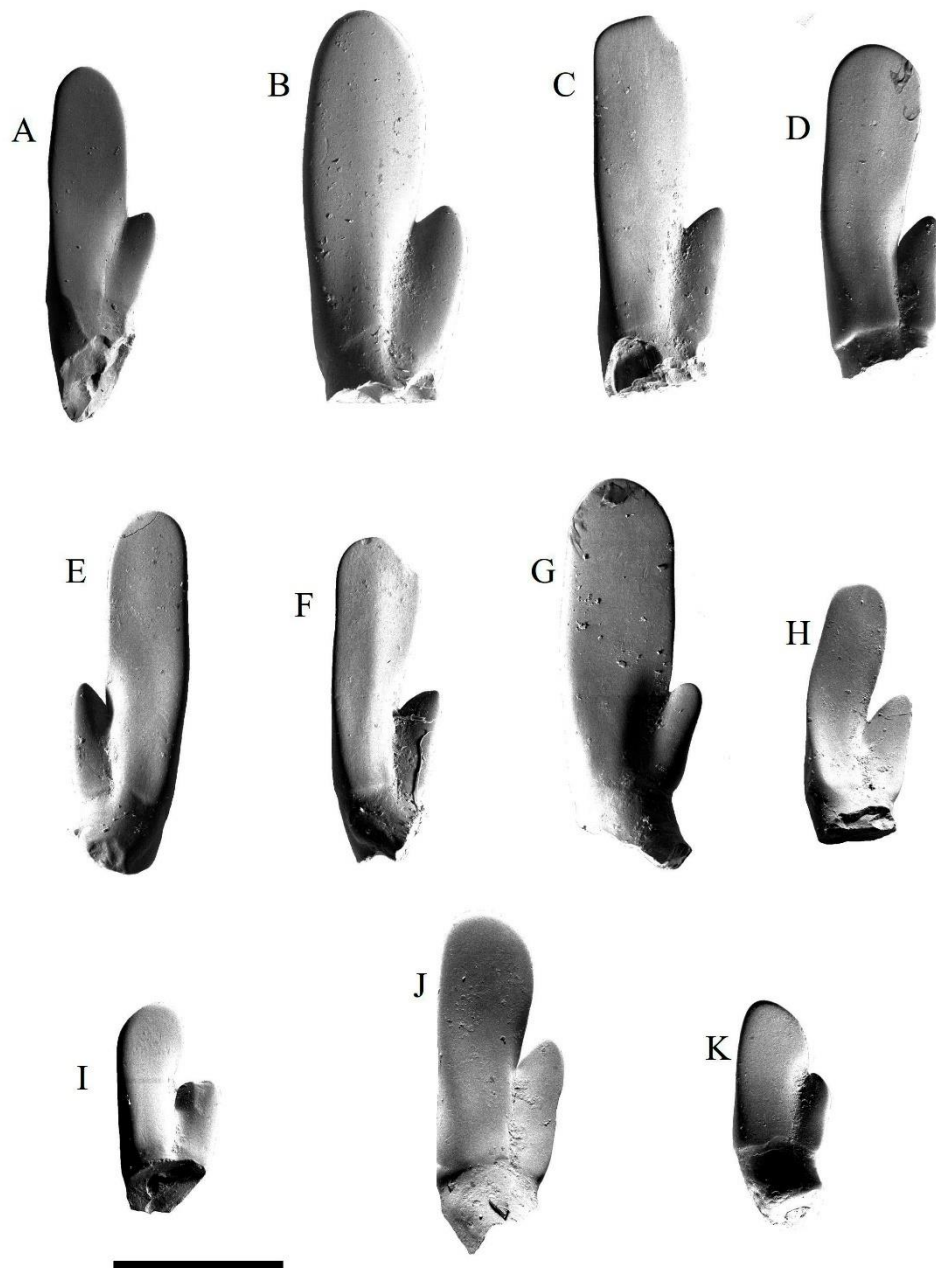


Figure 3. Lingual view of tooth fragments of Loricariidae from the ?middle-late Miocene of the Solimões Formation, collected at the outcrop PRJ 26, Stratigraphic section A, upper conglomerate level. *Hypostomus cochliodon* group: **A**, UFAC-CS 217; **B**, UFAC-CS 218; **C**, UFAC-CS 219; **D**, UFAC-CS 220; **E**, UFAC-CS 221; **F**, UFAC-CS 222; **G**, UFAC-CS 223; **H**, UFAC-CS 224; **I**, UFAC-CS 225; **J**, UFAC- CS 226; **K**, UFAC-CS 227. Scale bar = 1 mm.

ANCISTRINI Kner, 1853

Panaque Eigenmann & Eigenmann, 1889

cf. *Panaque* sp.

(Figures 4A–K)

Material. Eleven tooth fragments: UFAC-CS 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238 and 239.

Locality. PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil.

Formation and age. Solimões Formation, Acre Basin, ?middle-late Miocene. **Description.**

None of the teeth is fully preserved; some specimens (Figures 4A–I) having only the crown preserved, with their base fractured and lost. These specimens resemble a spoon, the crown being robust, concave, and unicuspidated. The size of the specimens is variable, with approximately 0.5 mm in length, except for the specimens (Figures 4H–I) that are found with the medial portion of the base and the crown preserved, having only the basal portion of the stem lost. These specimens are similar to the others, regarding robustness, because the crown displays a distinctive form, resembling a “hoe” (tool for woodworking), curved and with a wider apical region with respect to the basal region.

Comments. The teeth described here morphologically resemble those of loricariids of the genus *Panaque*. Robust, unicuspid, spoon-shaped teeth represent phylogenetic and ontogenetic trends for species of this genus (Lujan *et al.*, 2010, 2017; Geerinckx *et al.*, 2012). With a few exceptions, species of *Panaque* have a reduced number of teeth, so their teeth are more robust, unlike in other loricariids, which have more smaller teeth (Armbruster, 2008; Lujan *et al.*, 2010). The unicuspidal spoon-shaped teeth of *Panaque*, when worn (Figures 4J– K), is "adze shaped" (a tool used for woodworking), consistent with their wood-based diet specialization.

Ancistrus Kner, 1854

cf. *Ancistrus* sp.

(Figure 4L)

Material. One fragmentary tooth: UFAC-CS 244.

Locality. PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil.

Formation and age. Solimões Formation, Acre Basin, ?middle-late Miocene.

Description. The single tooth fragment has a simple form, consisting originally of an unicuspid crown, which is long and spatulate, with a rounded apex.

Comments. The diversity and variation of teeth in loricariids are extensive. The tooth UFAC-CS 244 is particularly damaged, with only a portion of the shaft and the crown being preserved. The shape of the specimen described here is unusual among the teeth found in most Loricariidae, which usually have bicuspid crowns, with the mesial lobe larger and broader than the lateral lobe. Bifi & Ortega (2020) described *Ancistrus greeni* and *A. maldonadoi* as unique among their congeners to share unicuspid and thin teeth. However, we must consider intraspecific variations, which makes species determination difficult, especially based on isolated teeth (Muller & Weber, 1992; Geerinckx *et al.*, 2007). Thus, we recognize the specimen UFAC-CS 244 as cf. *Ancistrus* sp. based on the morphological similarities presented by Bifi & Ortega, (2020).

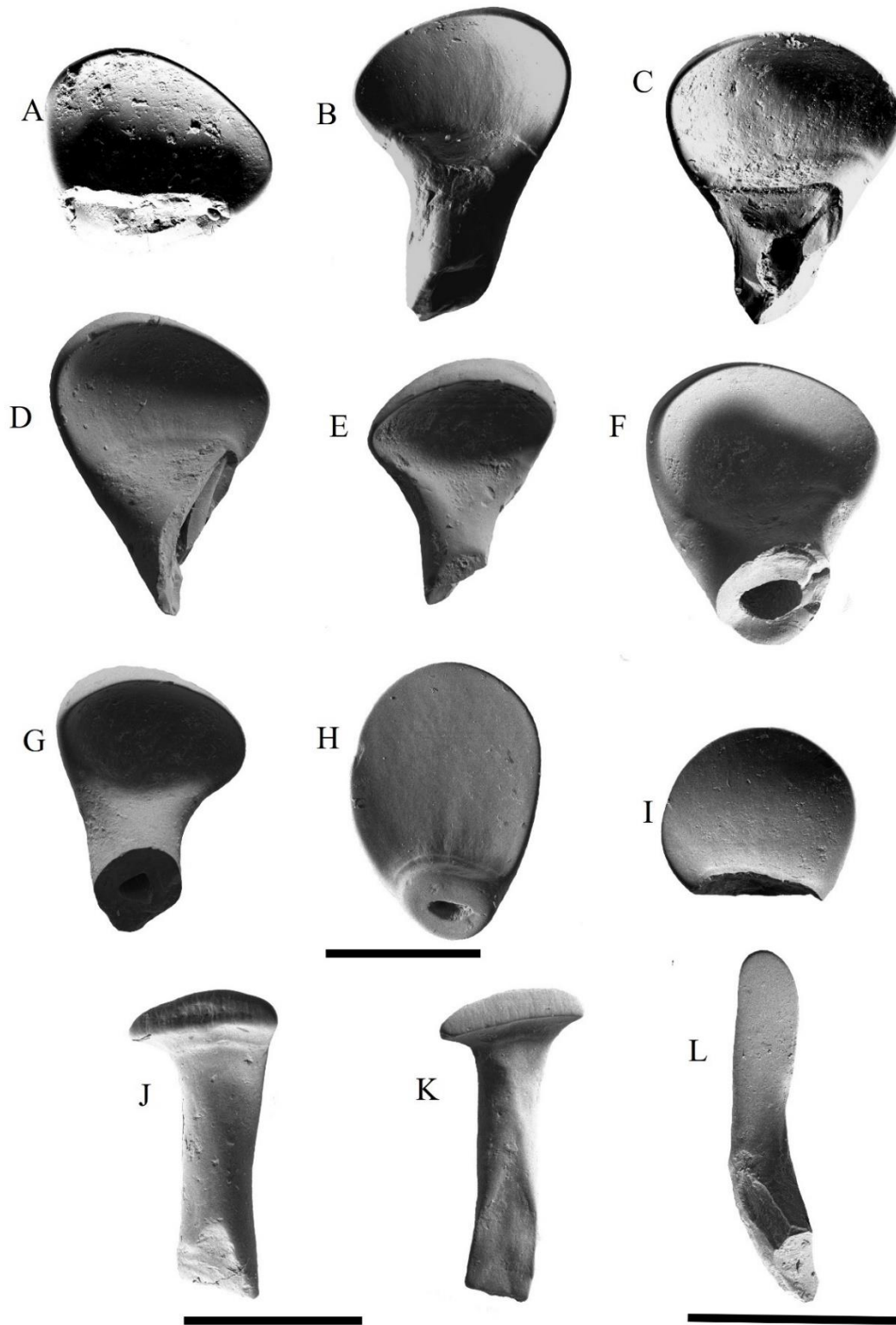


Figure 4. Lingual view of tooth fragments of Loricariidae from the ?middle-late Miocene of the Solimões Formation, collected at outcrop PRJ 26, Stratigraphic section A, upper conglomerate level. cf. *Panaque* sp.: **A**, UFAC-CS 228; **B**, UFAC-CS 230; **C**, UFAC-CS 231; **D**, UFAC-CS 232; **E**, UFAC-CS 233; **F**, UFAC-CS 234; **G**, UFAC-CS 235; **H**, UFAC-CS 236; **I**, UFAC-CS 237; **J**, UFAC-CS 238; **K**, UFAC-CS 239. cf. *Ancistrus* sp.: **L**, UFAC-CS 244. Scale bars: A–G = 500 μ m; H–K = 1 mm; L = 2 mm.

LORICARIINAE Bonaparte, 1831

HARTIINI Isbrücker, 1979

Hartiini indet.

(Figure 5A)

Material. One tooth fragment: UFAC-CS 240.

Locality. PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil.

Formation and age. Solimões Formation, Acre Basin, ?middle-late Miocene.

Description. The specimen consists of a tooth fragment, and the peduncle (stem), which is fractured with only a small portion still preserved, while the crown shows a good state of preservation. The crown is short and curved inwards, with a size of approximately 500 µm (Figure 5A). The dental crown is bifid, and its lobes are fused and delimited by a groove. Due to the fusion of the lobes, it is impossible to state which one would be the mesial cusp or the lateral cusp, although they are distinct in shapes. The right lobe is taller than the left lobe and is equivalent in width; the apical region has rounded edges.

Comments. The specimen presented here resembles those found among members of the tribe Hartiini, in which the following patterns are observed: pedunculated, small-sized, and bicuspid teeth (Covain & Fisch-Muller, 2007). The Hartiini are characterized by having numerous teeth (more than 20 in each premaxilla). Weak teeth vary in size, with cusp size varying between the genera, being preceded by a peduncle, similar to the bicuspid teeth, robust and spoon-shaped, with less than 20 teeth in each premaxilla, of Loricariini (Covain & Fisch-Muller, 2007; Londoño-Bourbano & Reis, 2021).

LORICARIINI Isbrücker, 1979

Loricariini indet.

(Figures 5B–E)

Material. Four tooth fragments: UFAC-CS 241, 242, 243 and 245.

Locality. PRJ 26, upper Juruá River, State of Acre, Brazil.

Formation and age. Solimões Formation, Acre Basin, ?middle-late Miocene.

Description. The specimens consist of partially preserved teeth, their bases fractured and lost, whereas crowns are generally in a good state of preservation. The short crowns present sizes ranging from 500 μm (Figures 5B, C) to 1 mm (Figures 5D, E). The crowns are bifid; however, the configuration of that bifid pattern consists of a division of the crown into two partially fused lobes, which are delimited by a groove in the center of the crown, and the apical region with one lobe slightly larger than the other. Due to the fusion of the lobes, it is impossible to state which of them would be the mesial or the lateral cusp, although they are distinct in their shapes. All specimens present a slight curvature, with the apical region turned inwards. In the specimen UFAC-CS 241 (Figure 5C) the crown is asymmetric, with the right lobe being taller, narrower, and with a cylindrical shape from the base to its apical end. The left lobe is broad, and has a tabular form, and the apical region has an elevation at its end, with a depression that goes until the limit of the right lobe. The specimen UFAC-CS 242 (Figure 5B) presents the right lobe with wide, high, and rounded extremities, whereas the left lobe is slightly curved at its apical extremity, in the lateral portion, with a slight depression towards the right lobe. The specimen UFAC-CS 245 (Figure 5D) presents the right and left lobes of relatively the same height, in relation to its highest point, the right lobe is narrower, with a triangular shape, and its apical end is slightly pointed. In contrast, the left lobe is characterized by a tabular form, with its apical end rounded.

Comments. The teeth presented here are classified as belonging to the tribe Loricariini

according to the morphological characteristics as follows: straight, bicuspid, robust and spoon-shaped teeth (Covain & Fisch-Muller, 2007; Londoño-Bourbano & Reis, 2021). Some species have strongly pointed teeth, and the number of teeth in the premaxilla is smaller (< 20 teeth) than those found among other Loricariinae (> 20 teeth, *e.g.*, Harttiini). Among Loricariini, the presence of sexually dimorphic characters is noted, including changes in tooth shape, where tooth lobes in mature males become wider and rounder at the tip than in females and juveniles, with acute tips (Isbrücker, 1980; Londoño-Bourbano & Reis, 2021).



Figure 5. Lingual view of tooth fragments of Loricariidae from the Upper Miocene of the Solimões Formation, collected at the outcrop PRJ 26, Stratigraphic section A, upper conglomerate level. Harttiini indet. **A**, UFAC-CS 240. **B–D**, Loricariini indet. **B**, UFAC-CS 242; **C**, UFAC-CS 241. **D**, UFAC-CS 245; **E**, UFAC-CS 243. Scales bars: A–B = 500 μ m; C–E = 1 mm.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Taxonomy and morphology.

In the present work, dental fragments were studied, of which 28 teeth were determined to belong to Neotropical loricariid siluriforms. The tooth fragments described here were grouped into two subfamilies: Hypostominae and Loricariinae. The Hypostominae has been assigned to the tribe Hypostomini, with *Hypostomus cochliodon* group and *Hypostomus* indet.; and to the tribe Ancistrini, with cf. *Panaque* sp. and cf. *Ancistrus* sp. The Loricariinae were referred to as Loricariini and Hartiini indet.

In some studies, such as paleontological ones, teeth are often the only informative material (Muller & Weber, 1992; Covain & Fisch-Muller, 2007). According to Montoya-Burgos *et al.* (2003), teeth are only of high-level phylogenetic information value, not alpha taxonomic value, because of the significant variations found in the dentary and premaxilla. However, a detailed examination of the teeth can allow taxonomic identification, even of species level.

During ontogenesis, body morphological change is low, but dental variability is significant, in tooth shape and number (Muller & Weber, 1992). Variations in number of teeth, morphology, length, hardness, cusp dimensions, and sexual dimorphism between males and females in the breeding period are present throughout the life of loricariids, thereby demonstrating substantial dental polymorphism among them (Schaefer, 1987; Muller & Weber, 1992; Schaefer & Stewart, 1993; Covain & Fisch Muller, 2007; Geerinck *et al.*, 2007; Lujan & Armbruster, 2012). These significant intraspecific variations make alpha taxonomic identification difficult, especially when based on isolated teeth. Differences in dental morphology are also observed according to the diet developed by loricariids. The clades

Cochliodon, *Panaque* and *Panaqolus* share the specialty of feeding on wood among their congeners. With this, strong, solid, and spatulate teeth are best for scraping coarser food items from the surface, or for removing small wood chips, while more acute, long teeth are better adapted for scraping smaller particles from the surface or removing insects from within crevices (Delariva & Agostinho, 2001; Geerinck *et al.*, 2007; Lujan *et al.*, 2011, 2017).

Due to the difficulties mentioned above by previous works for numerous factors, it was impossible to assign a species-level identification to the specimens identified as *Hypostomus cochliodon* group, cf. *Panaque* sp. and cf. *Ancistrus* sp. Furthermore, assignment to the genus level is tentative here, due to the fragmentary material, and the absence of diagnostic characters to support more precise identification. Comparison studies with more extant and more complete fossil material are in progress. On the other hand, it is worth mentioning that this is first attempt to identify loricariids from the Miocene of the Solimões Formation (AC, Brazil), solely represented by isolated teeth, below the family level, in is unique by now and, thus, relevant.

Paleoenvironmental inferences, age, and geographic distribution constrains.

During the Miocene, the associations of fish and mollusk faunas found in the Solimões Formation and coeval formations in neighboring areas (Monsch, 1998; Wesselingh *et al.*, 2002; Antoine *et al.*, 2016) indicate that the paleoenvironment of the Southwestern Amazonia was mainly formed by freshwater-covered surfaces. The region was composed of large, dynamic lakes, indicating a lacustrine environment, and blended with a fluvial system with large swampy areas. During the middle Miocene, the Amazonian region was covered by the outstanding Pebas Mega-Wetland system, one of the largest wetland environments ever recorded in the geological planet history (Wesselingh *et al.*, 2002; Hoorn *et al.*, 2010; Latrubesse *et al.*, 2010; Carrillo-Briceño *et al.*, 2021). The evolution of this depositional system relied on several factors; the global sea level change resulted in a marine influence in its marginal portions, with transgression episodes occurring at different times, culminating in the

formation of new deltaic and estuarine environments (Boonstra *et al.*, 2015; Alvin *et al.*, 2021). Another factor, if not the most important event, was the uplift of the Andes Cordillera, which influenced the diversification and structuring of Neotropical terrestrial and aquatic communities (Lovejoy *et al.*, 2006; Hoorn *et al.*, 2010; Jaramillo *et al.*, 2017).

The different habitats formed in Western Amazonia, such as large rivers with deep channels and shallow and still marginal waters, floodplains, and lakes, have sheltered a multitude of species. The Neogene fishes of the Amazon are typical of a modern lowland assemblage, and the paleoichthyofauna recorded in that region presents freshwater fish species and diadromous ones (Lundberg *et al.*, 2010; Hoorn *et al.*, 2010). Fossil faunal assemblages from different localities in northern and southern South America have affinities with the assemblages of the Solimões Formation, which could support the hypothesis that Western Amazonia was a unique and consistent biogeographic region. Thus, the environments formed in the Amazon region not only generated the greatest *in situ* diversity but was also the most significant source of lineage distribution for the entire Neotropical area (Cozzuol, 2006; Antonelli *et al.*, 2018; Albert *et al.*, 2020; Cassemiro *et al.*, 2023).

The Neogene deposits of the Solimões Formation are important from a paleontological point of view, since there provide innumerable records of fossil vertebrates from this area (*e.g.*, Cozzuol, 2006; Negri *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013). But there had so far only few records of fish for this geologic formation. This lack of fish record is primarily due to the state of preservation in which the fossil remains are found and the difficulty of access to the collection sites in the Amazon (Richter, 1989; Monsch, 1998; Gayet *et al.*, 2003; Lundberg *et al.*, 2010). But, in many conglomeratic levels of the Solimões Formation, numerous fossils can be found, such as small, isolated fish specimens (*e.g.*, teeth, scales, bones), such as the loricariids studied here, as well as other taxa of river stingrays, siluriform and characiform fishes (see Table 1), along with fragments of reptiles and mammals.

The study of the fossil assemblage of the outcrop PRJ 26 is still scarce, and radioisotopic

dating for the outcrop are in process. Therefore, it is not yet possible to assign to it a numeric age at this stage. Thus, according to these faunal similarities, we suggest a ?middle-late Miocene age for PRJ 26. There is a similarity between the large conglomerate channel of locality PRJ 26 on the Juruá River with the conglomerates of the Pebas/Ipururo Formation in Peru (e.g., Fitzcarrald, late middle Miocene, Tejada-Lara *et al.*, 2015; Contamana, early–early late Miocene levels, Antoine *et al.*, 2016; and Juan Guerra area, late middle Miocene, Stutz *et al.*, 2022). When listing the Loricariidae fauna from other regions of South America, these are mainly attributed to Loricariidae indet. (Table 2). In the middle Miocene of La Venta (Colombia), the genera *Acanthicus* and *Hypostomus* have been mentioned, and the latter has also been found in the PRJ 26. Remains belonging to these genera have also been described for other geological formations in South America, with ages and stratigraphic compositions different from those in the Solimões Formation (Table 2).

Table 2. The fossil record of Loricariidae from South America.

Taxon (as originally identified)	Age	Locality Formation, Region, Country	Author	Described material (with our taxonomic identification if any)
Loricariidae indet.	late Oligocene-Miocene	Tremembé, Taubaté Basin, Brazil	Malabarba (1988)	Three pectoral-fin spines and a dermal plate.
cf. <i>Acanthicus</i>	middle Miocene	La Venta, La Victoria and Villavieja (Honda Group), Colombia	Lundberg (1997)	Seventh and eighth vertebrae, three pectoral-fin spine distal tips.
cf. <i>Hypostomus</i>	middle Miocene	La Venta, La Victoria and Villavieja (Honda Group), Colombia	Lundberg (1997)	Pectoral-fin spine with base and the proximal section of the shaft.
Loricariidae <i>incertae sedis</i> 1	middle Miocene	La Venta, La Victoria and Villavieja (Honda Group), Colombia	Lundberg (1997)	Pectoral spine with base and the proximal section of the shaft.
Loricariidae <i>incertae sedis</i> 2	middle Miocene	La Venta, La Victoria and Villavieja (Honda Group), Colombia	Lundberg (1997)	Spine fragment lacking distal tip and proximal articulation.

Loricariidae indet.	late Miocene	Puerto Madryn, Patagonia Oriental, Argentina	Cione (2005)	Fragment of cleithrum bone and dorsal spine
<i>Taubateia paraiba</i>	late Oligocene- early Miocene	Tremembé, Taubaté Basin, Brazil	Malabarba & Lundberg (2007)	Neurocranium and first vertebrae articulated
<i>Acanthicus</i> sp.	Middle to late Miocene	Solimões-Pebas, Pucallpa, Peru	Lundberg <i>et al.</i> (2009)	Right pectoral-fin spine
Loricariidae indet.	late Miocene	Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina	Cione <i>et al.</i> (2013)	Pectoral-fin spine with base and the proximal section of the shaft.
Loricariidae indet.	late Oligocene	CTA-32 Contamana, Chambira, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2016)	Spines
Loricariidae indet.	Earliest late Miocene	CTA-44 and -43, Contamana, Pebas, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2016)	Tooth fragments of <i>Hypostomus</i> sp.
cf. <i>Hypostomus</i> sp.	late Pleistocene- early Holocene	Tezanos Pinto, Santa Fé, Argentina	Vallone <i>et al.</i> (2017)	Proximal sections of four right pectoral spines
Loricariidae indet.	late Miocene	Arroyo Chasicó, Buenos Aires, Argentina	Bogan & Agnolin (2019)	The proximal end of a left pectoral spine
<i>Acanthicus</i> sp.	late Miocene	Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina	Bogan & Agnolin (2020)	A partially preserved articulated body
Loricariidae indet.	Eocene- Oligocene transition	TAR-21 and -01, Shapaja, Pozo, Peru	Antoine <i>et al.</i> (2021)	Tooth of <i>Hypostomus</i> sp. (TAR-21) and spine fragment (TAR-01)
Loricariidae indet.	middle Miocene	Iquitos, Pebas, Peru	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021a)	26 teeth with at least two morphotypes recognized
Hypostominae indet.	late Pliocene	San Gregorio, Urumaco, Venezuela	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021b)	Nine pectoral-fin spine fr isolated odontodes
Loricariidae indet.	late Pliocene	San Gregorio, Urumaco, Venezuela	Carrillo-Briceño <i>et al.</i> (2021b)	Four plates of the body armor and five broken and eroded small articulate sections of the pectoral spine

The loricariids are the most successful catfish family in the Neotropics (*e.g.*, Dagosta & De Pinna, 2019; Lujan *et al.*, 2015), and the fossil record of these fishes (Figure 6) can contribute to the understanding of dispersal events of freshwater fish species throughout the Cenozoic. Monophyletic groups of strictly freshwater fishes have their distribution correlated with the evolution of topography and watersheds because they necessarily need freshwater for their dispersal (Lundberg *et al.*, 2000; Cassemiro *et al.*, 2023). Because they have representatives in all Neotropical freshwater basins, loricariids represent an excellent model for studying the effects of landscape evolution and fish lineage diversification (Lundberg, 2000; Albert *et al.*, 2020; Cardoso *et al.*, 2021).

During the middle-late Miocene, climatic conditions with elevated temperatures and large portions of wetlands allowed loricariids to disperse throughout South America. The most distant records for the group are the remains found in upper Miocene layers of Argentina, in the Arroyo Chasicó Formation, Buenos Aires Province, and in the Puerto Madryn Formation, Eastern Patagonia region, this being the southernmost occurrence point of Loricariidae ever found (Cione, 2005; Bogan & Agnolin, 2019).

The Puerto Madryn and Arroyo Chasicó formations are now separated from the present-day loricariid fauna occurrence areas in South America (Bogan & Agnolin, 2019). The Neotropical Region has been divided into two ichthyogeographic subunits (Ringuelet, 1975; Cassemiro *et al.*, 2023): the Austral unit, which is closely related to the Western Gondwana fauna (*e.g.*, Australia and New Zealand), and the Brazilian unit which holds most of the Neotropical fish diversity, related to the African fauna (Ringuelet, 1975; Cione, 2005). The loricariids today confined to the Brazilian ichthyogeographic unit remained in the region of the Argentinean Eastern Patagonia between the Miocene and the Pliocene, because the

climatic conditions were favorable. Their local extinction may be related to abrupt temperature changes during the Pleistocene (Cione, 2005).

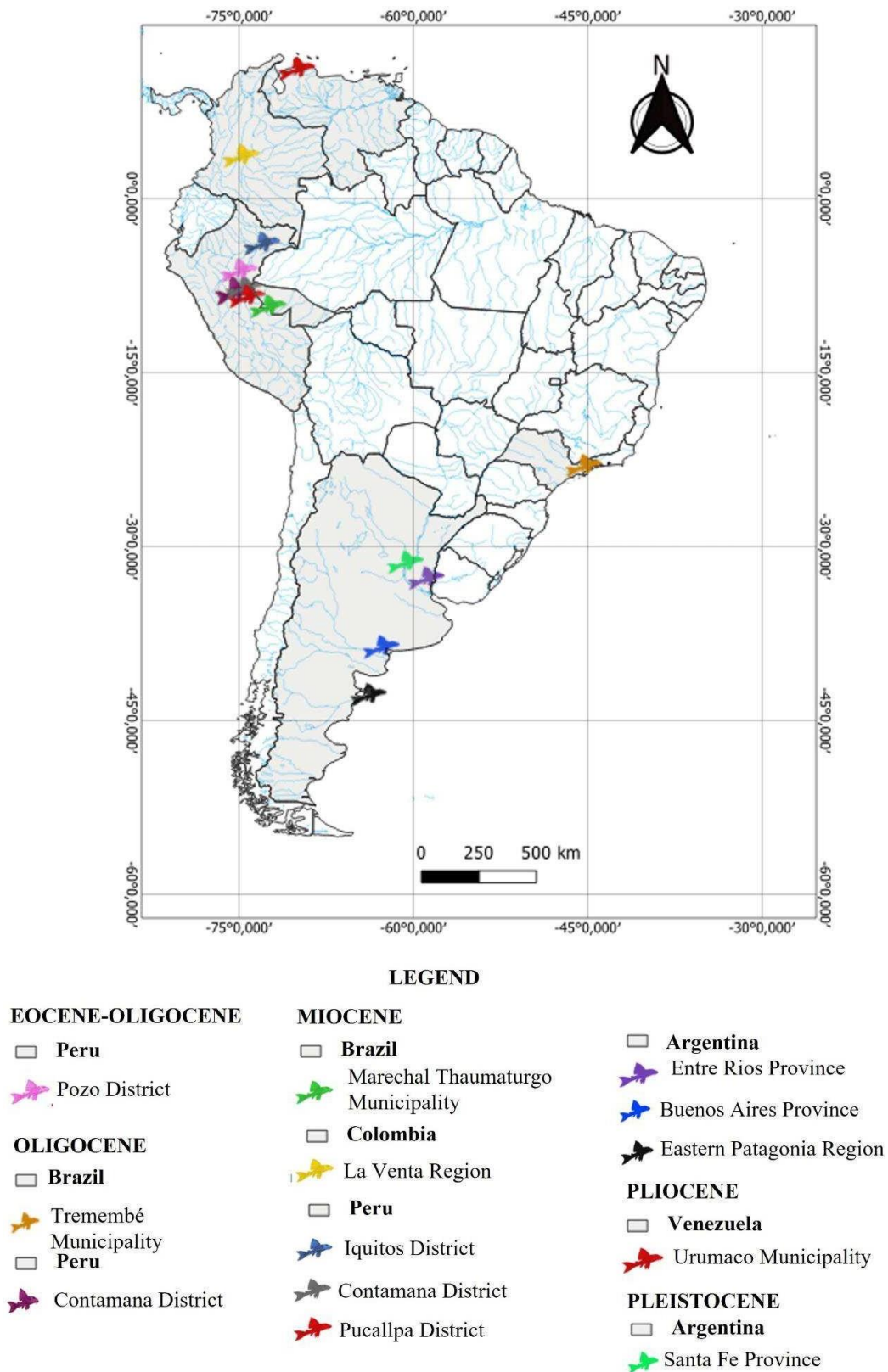


Figure 6. Geographic distribution of fossil loriciariids in South America.

Events that separated fish communities from South America are attributed to tectonic movements that resulted in the emergence of the Andean Mountain range, headwaters flow capture events, and marine transgressions (Albert *et al.*, 2020). Marine transgressions were a significant dispersal barrier during the late Miocene; even as the sea receded, changes in riverbeds and water characteristics prevented species flow. Concomitantly the tectonic events that occurred acted so that the river basins lost their connections, influencing the origin of many endemic species. Thus, the loricariids were confined to regions with tropical and subtropical climates, where they are mega diverse, and had a sharp decrease in diversity towards the south due to the climatic conditions encountered (Vari & Malabarba, 1998).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank all the coauthors and local people (cousin chef and boatmen) who participated during the fieldwork expeditions and the staff of the LabCEMM-PUCRS for access to the SEM facilities. This work was supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) grants to TRFJ (CAPES 88887.634951/2021-00); AMR (CNPq PQ 310023/2021-1 and a CNPq/MCTI/CONFAP-FAPS PROTAX 22/2020 441626/2020-3, Fapergs 21/2551- 0000781-8); ASH (CNPq PQ 310948/2021-5, FAPESP 2011/14080-0 and 2019/14153-0); NSS (CNPq 140773/2019-3, CAPES-COFECUB nº 88881.143095/2017-01); the French Agence Nationale de la Recherche (ANR) in the framework of the LabEx CEBA (ANR-10-LABX-25-01).

REFERENCES

Aguilera, O.A.; Bocquentin, J.; Branco, R.; Lundberg, J.C. & Maciente, A. 2008. A new cajaro

- catfish (Siluriformes: Pimelodidae: Phractocephalus) from the Late Miocene of southwestern Amazonia and its relationship to *Phractocephalus nassi* of the Urumaco Formation. *Paläontologische Zeitschrift*, **82**:231–245. doi:10.1007/BF02988412
- Albert, J.S. & Carvalho, T.P. 2011. Neogene assembly of modern faunas. In: J.S. Albert & R. Roberto (eds.) *Historical biogeography of neotropical freshwater fishes*, University of California Press, p. 119–136.
- Albert, J.S.; Tagliacollo, V.A. & Dagosta, F. 2020. Diversification of Neotropical freshwater fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **51**:27–53. doi:10.1146/annurev-ecolsys-011620-031032
- Alvim, A.M.V. ; Ventura Santos, R.; Roddaz, M.; Antoine, P.-O.; Feijó Ramos, M.I.; Aparecido do Carmo, D.; Linhares, A.P. & Negri, F.R. 2021. Fossil isotopic constraints (C, O and $87\text{Sr}/86\text{Sr}$) on Miocene shallow-marine incursions in Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. doi:10.1016/j.palaeo.2021.110422
- Antoine, P.O. et al. 2016. A 60-million-year Cenozoic history of western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru. *Gondwana Research*, **31**:30–59. doi:10.1016/j.gr.2015.11.001
- Antoine, P.-O. et al. 2021. Biotic community and landscape changes around the Eocene–Oligocene transition at Shapaja, Peruvian Amazonia: regional or global drivers? *Global and Planetary Change*. doi:10.1016/j.gloplacha.2021.103512
- Antonelli, A.; Zizka, A.; Carvalho, F.A.; Scharn, R.; Bacon, C.D.; Silvestro, D. & Condamine, F.L. 2018. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **115**:6034–6039. doi:10.1073/pnas.1713819115
- Armbruster, J.W. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **141**:1–80. doi:10.1111/j.1096-3642.2004.00109.x

- Armbruster, J.W. 2008. The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalysis of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, **1822**:1–76. doi:10.11646/zootaxa.1822.1.1
- Armbruster, J.W. 2003. The species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, **249**:1–60. doi:10.11646/zootaxa.249.1.1
- Armbruster, J.W. & Page, L.M. 1996. Redescription of *Aphanotorulus* (Teleostei: Loricariidae) with description of one new species, *A. ammophilus*, from the Río Orinoco basin. *Copeia*, **1996**:379–389. doi:10.2307/1446854
- Bifi, A.G. & Ortega, H. 2020. Redescription of *Ancistrus greeni* (Siluriformes: Loricariidae), and description of a new species from the río Madre de Dios Basin, Peru. *Neotropical Ichthyology*, **18**:e190070. doi:10.1590/1982-0224-2019-0070
- Bissaro-Júnior, M.C.; Kerber, L.; Crowley, J.L.; Ribeiro, A.M.; Ghilardi, R.P. Guilherme, E.; Negri, F.R.; Souza-Filho, J.P.; & Hsiou, A.S. 2019. Detrital zircon U–Pb geochronology constrains the age of Brazilian Neogene deposits from Western Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **516**:64–70. doi:10.1016/j.palaeo.2018.11.032
- Bocquentin, J.; Guilherme, E. & Negri, F.R. 2001. Duas espécies do gênero *Chelus* (Pleurodira, Chelidae) no Mioceno superior Plioceno da Amazônia sul-ocidental. *Revista Geociências-UNG-Ser*, **6**:50–55.
- Bogan, S. & Agnolin, F. 2019. Armored catfish (Siluriformes: Loricariidae) from the Miocene of southern Pampas and its palaeobiogeographical implications. *Swiss Journal of Palaeontology*, **138**:325–330. doi:10.1007/s13358-019-00196-2
- Bogan, S. & Agnolin, F.L. 2020. First fossil of the giant armored catfish *Acanthicus* (Siluriformes, Loricariidae) from the late Miocene of Entre Ríos Province, Argentina. *Zootaxa*, **4808**:571–581. doi:10.11646/zootaxa.4808.3.11
- Bogan, S. & Agnolin, F.L. 2022. The first fossil from the superdiverse clade Loricariinae

- (Siluriformes, Loricariidae): a new species of the Armored Catfish from the late Miocene of Paraná, Argentina. *PalZ*, **96**:259–266. doi:10.1007/s12542-022-00613-x
- Boonstra, M., Troelstra, S.R., Lammertsma, E.I., Ramos, M.I.F., Antoine, P.-O., Hoorn, C., 2015. Marine connections of Amazonia: Evidence from foraminifera and dinoflagellate cysts (early to middle Miocene, Colombia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **417**:176-194.
- Brasil. 1977. *Folhas SB/SC. 18 Javari/Contamana: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, Projeto RADAMBRASIL, 420 p.
- Caputo, M.V. & Soares, E.A.A. 2016. Eustatic and tectonic change effects in the reversion of the transcontinental Amazon River drainage system. *Brazilian Journal of Geology*, **46**:301–328. doi:10.1590/2317-4889201620160066
- Caputo, M.V. 2013. Age of the Juruá Orogeny—Brazil and Peru. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, **108**:223–226.
- Cardoso, Y.P.; Jardim de Queiroz, L.; Bahechar, I.A.; Posadas, P.E. & Montoya-Burgos, J.I. 2021. Multilocus phylogeny and historical biogeography of *Hypostomus* shed light on the processes of fish diversification in La Plata Basin. *Scientific reports*, **11**:1–14. doi:10.1038/s41598-021-83464-x
- Carrillo-Briceño, J.D.; Aguilera, O.A.; Benites-Palomino, A.; Hsiou, A.S.; Birindelli, J.L.O.; Adnet, S. Cadena, E.A. & Scheyer, T.M. 2021a. A historical vertebrate collection from the Middle Miocene of the Peruvian Amazon. *Swiss Journal of Palaeontology* **140**:26. doi:10.1186/s13358-021-00239-7
- Carrillo-Briceño, J.D. *et al.* 2021b. A Pliocene–Pleistocene continental biota from Venezuela. *Swiss Journal of Palaeontology*, **140**:1–76. doi:10.1186/s13358-020-00216-6
- Casemiro, F.A. *et al.* 2023. Landscape dynamics and diversification of the megadiverse South American freshwater fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **2**:e2211974120. doi:10.1073/pnas.2211974120

- Cavalcante, L.M. 2006. *Aspectos geológicos do Estado do Acre e implicações na evolução da paisagem*. 1ª ed. Rio Branco, Embrapa Acre, 25 p.
- Cione, A.L. 2013. Peces del Mioceno marino y continental en Entre Ríos, Oriente central de Argentina. In: D. Brandoni & J.I. Noriega (eds.) *El Neógeno de la Mesopotamia argentina*, Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, p. 65–77.
- Cione, A.L. Azpelicueta, M. M. Casciotta, J. R. & Dozo, M. T. 2005. Tropical freshwater teleosts from Miocene beds of eastern Patagonia, southern Argentina. *Geobios*, **38**:29–42. doi:10.1016/j.geobios.2003.08.005
- Covain, R. Fisch-Muller, S. & Stierhof, T. 2007. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, **1462**:1–40. doi:10.15468/44fwxn
- Cozzuol, M.A.; Goin, F. Reyes, M.L. & Ranzi, A. 2006. The oldest species of *Didelphis* (Mammalia, Marsupialia, Didelphidae), from the late Miocene of Amazonia. *Journal of Mammalogy*, **87**:663–667. doi:10.1644/05-MAMM-A-282R2.1
- Cunha, P.R.C. 2007. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**:207–215.
- Dagosta, F.C.P & de Pinna, M.C.C. 2019. The fishes of the Amazon: Distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. **431**: 1-163. doi: 10.1206/0003-0090.431.1.1
- Delariva, R.L. & Agostinho, A.A. 2001. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology*, **58**:832–847. doi:10.1111/j.1095-8649.2001.tb00534.x
- Frailey, C.D. 1986. Late Miocene and Holocene mammals, exclusive of the Notoungulata, of the Rio Acre region, western Amazonia. *Contributions in Science*, **374**:1–46. doi:10.5962/p.208117
- Fricke, R.; Eschmeyer, W.N. & Van der Laan, R. (eds.) 2022. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. Available at

<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>;
accessed on 12/18/2022.

- Gayet, M.; Jégu, M.; Bocquentin, J. & Negri, F.R. 2003. New characoids from the Upper Cretaceous and Paleocene of Bolivia and the Mio-Pliocene of Brazil: phylogenetic position and paleobiogeographic implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**:28–46. doi:10.1671/0272-4634(2003)23[28:NCFTUC]2.0.CO;2
- Geerinckx, T. *et al.* 2012. Soft dentin results in unique flexible teeth in scraping catfishes. *Physiological and Biochemical Zoology*, **85**:481–490. doi:10.1086/667532
- Geerinckx, T.; De Poorter, J. & Adriaens, D. 2007. Morphology and development of teeth and epidermal brushes in loricariid catfishes. *Journal of morphology*, **268**:805–814. doi:10.1002/jmor.10547
- Goillot, C.; Antoine, P.O.; Tejada, J.; Pujos, F. & Gismondi, R.S. 2011. Middle Miocene Uruguaytheriinae (Mammalia, Astrapotheria) from Peruvian Amazonia and a review of the astrapotheriid fossil record in northern South America. *Geodiversitas*, **33**:331–345. doi:10.5252/g2011n2a8
- Hoorn, C. *et al.* 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science*, **330**:927–931. doi:10.1126/science.1194585
- Hoorn, C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**:67–309. doi:10.1016/0031-0182(93)90087-Y
- Hovikoski, J.; Gingras, M.; Räsänen, M. Rebata, L.A.; Guerrero, J.; Ranzi, A.; Melo, J.; Romero, L.; del Prado, H.N.; Jaimes, F. & Lopez, S. 2007. The nature of Miocene Amazonian epicontinental embayment: High-frequency shifts of the low-gradient coastline. *Geological Society of America Bulletin*, **119**:1506-1520. doi: 10.1130/0016-7606(2007)119[1506:TNOMAE]2.0.CO;2

- Isbrücker, I.J.H. 1980. Classification and catalogue of the mailed Loricariidae (Pisces, Siluriformes). *Verlagen en technische Gegevens*, **22**:1–181.
- Jaramillo, C. *et al.* 2017. Miocene flooding events of western Amazonia. *Science advances*, **3**:e1601693. doi:10.1126/sciadv.1601693
- Latrubesse, E.M.; Cozzuol, M.; Silva-Caminha, S.A.F.; Rigsby, C.A.; Absy, M.L. & Jaramillo, C. 2010. The Late Miocene paleogeography of the Amazon Basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth-Science Reviews*, **99**:99–124. doi:10.1016/j.earscirev.2010.02.005
- Londoño-Burbano, A. & Reis, R.E. 2021. A combined molecular and morphological phylogeny of the Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae), with emphasis on the Hartiini and Farlowellini. *PloSOne*, **16**:e0247747. doi:10.1371/journal.pone.0247747
- López-Fernández, H. & Albert, J.S. 2011. Paleogene radiations. *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*, **1**:105–117. doi:10.1525/california/9780520268685.003.0006
- Lovejoy, N.R.; Albert, J.S. & Crampton, W.G.R. 2006. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**:5–13. doi:10.1016/j.jsames.2005.07.009
- Lujan, N.K. & Armbruster, J.W. 2012. Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of Morphology*, **273**:24–39. doi:10.1002/jmor.11003
- Lujan, N.K.; Armbruster, J.W.; Lovejoy, N.R. & López-Fernández, H. 2015. Multilocus molecular phylogeny of the suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae. *Molecular phylogenetics and evolution*, **82**:269–288. doi:10.1016/j.ympev.2014.08.020
- Lujan, N.K.; German, D.P. & Winemiller, K.O. 2011. Do wood-grazing fishes partition their niche?: morphological and isotopic evidence for trophic segregation in Neotropical

- Loricariidae. *Functional Ecology*, **25**:1327–1338. doi:10.1111/j.1365-2435.2011.01883.x
- Lujan, N.K.; Cramer, C.A.; Covain, R.; Fisch-Muller, S. & López-Fernandes, H. 2017. Multilocus molecular phylogeny of the ornamental wood-eating catfishes (Siluriformes, Loricariidae, *Panaqolus* and *Panaque*) reveals undescribed diversity and parapatric clades. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **109**:321–336. doi:10.1016/j.ympev.2016.12.040
- Lujan, N.K.; Hidalgo, M. & Stewart, D.J. 2010. Revision of *Panaque* (*Panaque*), with descriptions of three new species from the Amazon Basin (Siluriformes, Loricariidae). *Copeia*, **4**:676–704. doi:10.1643/ci-09-185
- Lundberg, J.G. 1997. Freshwater fishes and their paleobiotic implications. In: R.F. Kay; R.H. Madden; R.L. Cifelli & J.J. Flynn (eds.) *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the Miocene Fauna of La Venta, Colombia*, Smithsonian Institution Press, p. 67–91.
- Lundberg, J.G.; Sabaj-Pérez, M.H.; Dahdul, W.M. & Aguilera, O.A. 2009. The Amazonian Neogene fish fauna. In: C. Hoorn & F.P. Wesselingh (eds.) *Amazonia: Landscape and species evolution: a look into the past*, Wiley-Blackwell, p. 281–301. doi:10.1002/9781444306408.ch17
- Lundberg, J.G.; Marshall, J.G.; Horton, B.; Malabarba, M.C.S.L. & Wesselingh, F. 1998. The stage for Neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. In: L.R. Malabarba; R.E. Reis; R.P. Vari; Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, Edipucrs, p. 13–48.
- Malabarba, M.C.S.L. 1988. Loricariid dermal plate and pectoral fin spines (Osteichthyes, Siluriformes). *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia*, **5**:1–5.
- Malabarba, M.C.S.L.; de Oliveira, M.M. & Cunha, L.F. 1998. Some Callichthyidae fossil remains (Ostariophysi: Siluriformes) from the Solimões Formation, Acre State, Northern Brazil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia*, **11**:99–108.

- Malabarba, M.C. & Lundberg, J.G. 2007. A fossil loricariid catfish (Siluriformes: Loricarioidea) from the Taubaté Basin, eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, **5**:263–270. doi:10.1590/S1679-62252007000300005
- Monsch, K.A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **143**:31–50. doi:10.1016/S0031-0182(98)00064-9
- Montoya-Burgos, J.I.; Muller, S.; Weber, C. & Pawlowski, J. 1998. Phylogenetic relationships of the Loricariidae (Siluriformes) based on mitochondrial rRNA gene sequences. In: L.R. Malabarba; R.E. Reis; R.P. Vari; Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, Edipucrs, p. 363–374.
- Montoya-Burgos, J.I. 2003. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical ichthyofauna. *Molecular Ecology*, **12**:1855–1867. doi:10.1046/j.1365-294x.2003.01857.x
- Muller, S. & Weber, C. 1992. Les dents des sous-familles Hypostominae et Ancistrinae (Pisces, Siluriformes, Loricariidae) et leur valeur taxonomique. *Revue Suisse de Zoologie*, **99**:747–754. doi:10.5962/bhl.part.79851
- Negri, F.R.; Villanueva, J.B.; Ferigolo, J. & Antoine, P-O. 2010. A review of Tertiary mammal faunas and birds from western Amazonia. In: Carina Hoorn and Frank Wessilingh. (Org.). *Amazonia, landscape and species evolution: a look into the past*. Wiley-Blackwell, p. 245-258. doi: 10.1002/9781444306408.ch15
- Räsänen, M.E.; Linna, A.M.; Santos, J.C.R. & Negri, F.R. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science*, **269**:386–390. doi:10.1126/science.269.5222.386
- Reis, R.E. et al. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, **89**:12–47. doi:10.1111/jfb.13016
- Ribeiro, A.M.; Madden, R.H.; Negri, F.R.; Kerber, L.; Hsiou, A.S. & Rodrigues, K.A. 2013.

- Mamíferos fósiles y biocronología en el suroeste de la Amazonia, Brasil. *In*: D. Brandoni & J.I. Noriega (eds.) *El Neógeno de la Mesopotamia argentina*, Asociación Paleontológica Argentina, p. 207–221.
- Richter, M. 1989. Acregoliathidae (Osteichthyes, Teleostei), a new family of fishes from the Cenozoic of Acre State, Brazil. *Zoologica Scripta*, **18**:311–319. doi:10.1111/j.1463-6409.1989.tb00457.x
- Ringuet, R.A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, **2**:1–122.
- Roxo, F.F. *et al.* 2019. Phylogenomic reappraisal of the Neotropical catfish family Loricariidae (Teleostei: Siluriformes) using ultraconserved elements. *Molecular phylogenetics and evolution*, **135**:148–165. doi:10.1016/j.ympev.2019.02.017
- Schaefer, S.A. & Stewart, D.J. 1993. Systematics of the *Panaque dentex* species group (Siluriformes: Loricariidae), wood-eating armored catfishes from tropical South America. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **4**:309–342.
- Schaefer, S.A. 1987. Osteology of *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus): with a phylogenetic analysis of the loricariid subfamilies (Pisces, Siluroidei). 394^a ed. Los Angeles, Natural History Museum of Los Angeles County, 31 p.
- Silva Lacerda, M.B.; Souza, L.G.; Lobo, L.S.; Schaefer, C.E.G.R. & Romano, P.S.R. 2020. New outcrop with vertebrate remains from Solimões Formation (Eocene–Pliocene), Southern Solimões Basin, Acre State, Northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **101**:102588. doi:10.1016/j.jsames.2020.102588
- Silva-Santos, R. 1987. *Lepidosiren megalos* n. sp. do Terciário do Estado do Acre-Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **59**:375–384.
- Silva-Caminha, S.A.F.; D’Apolito, C.; Jaramillo, C.; Espinosa, B.S. & Rueda, M. 2020.

- Palynostratigraphy of the Ramon and Solimões formations in the Acre Basin, Brazil.
Journal of South American Earth Sciences, **103**:102720.
doi:10.1016/j.jsames.2020.102720
- Simpson, G.G. & Paula Couto, C. 1981. Fossil mammals from the Cenozoic of Acre, Brazil.
III – Pleistocene Edentata Pilosa, Proboscidea, Sirenia, Perissodactyla and Artiodactyla.
Iheringia, **6**:11–73.
- Souza-Filho, J.P. & Guilherme, E. 2015. A paleontologia no estado do Acre. In: A. Adamy
(org.) *Geodiversidade do Estado do Acre*, 1 CPRM, p. 147–158.
- Souza-Filho, J.P.; Souza, R.G.; Hsiou, A.S.; Riff, D.; Guilherme, E.; Negri, F.R. & Cidade,
G.M. 2018. A new caimanine (Crocodylia, Alligatoroidea) species from the Solimões
Formation of Brazil and the phylogeny of Caimaninae. *Journal of Vertebrate
Paleontology*, **38**:e1528450. *doi:10.1080/02724634.2018.1528450*
- Stutz, N.S.; Abello, M.A.; Marivaux, L.; Boivin, M.; Pujos, F.; Benites-Palomino, A.M.;
Salas-Gismondi, R.; Tejada-Lara, J.V.; Custódio, M.A.; Roddaz, M.; Santos, R.V.;
Ribeiro, A.M. & Antoine, P.-O. 2022. Late middle Miocene Metatheria (Mammalia:
Didelphimorphia and Paucituberculata) from Juan Guerra, San Martín Department,
Peruvian Amazonia. *Journal of South American Earth Sciences*, **118**:103902. *doi:*
10.1016/j.jsames.2022.103902
- Tejada-Lara, J.; Salas-Gismondi, R.; Pujos, F.; Baby, P.; Benammi, M.; Brusset, S.;
Franceschi, D.; Espurt, N.; Urbina, M. & Antoine, P.-O. 2015. Life in Proto-Azononia:
Middle Miocene mammals from the Fitzcarrald Arch (Peruvian Amazonia).
Palaeontology, **58**:341–378. *doi:10.1111/pala.12147*
- Vari, R.P. & Malabarba, L.R. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. In: L.R.
Malabarba; R.E. Reis; R.P. Vari; Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) *Phylogeny and
Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs, p. 1–11.

- Wanderley-Filho, J.R.; Eiras, J.F.; Cunha, P.R.C. & van der Ven, P.H. 2011. The Paleozoic Solimões and Amazonas basins and the Acre foreland basin of Brazil. *In*: C. Hoorn & F.P. Wesselingh (eds.) *Amazonia: landscape and species evolution: a look into the past*, Wiley-Blackwell, p. 29–37. doi:10.1002/9781444306408.ch3
- Weber, C. 1986. Révision de *Hypostomus boulengeri* (Eigenmann & Kennedy), et deux espèces nouvelles de poissons-chats du Paraguay (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Suisse de Zoologie*, **93**:979–1007.
- Weber, C. & Montoya-Burgos, J.I. 2002. *Hypostomus fonchii* sp. n. (Siluriformes: Loricariidae) from Peru, a key species suggesting the synonymy of *Cochliodon* with *Hypostomus*. *Revue Suisse de Zoologie*, **109**:355–368. doi:10.5962/bhl.part.79595
- Wesselingh, F.P.; Räsänen, M.E.; Irion, G.; Vonhof, H.B.; Kaandorp, R.; Renema, W.; Pittman, L.R. & Gingras, M. 2002. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. *Cainozoic Research*, **1**:35–68.

ANEXOS

A) Normas da Revista Brasileira de Paleontologia

Author Guidelines

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. The Revista Brasileira de Paleontologia (RBP) is an official publication of the Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) whose goal is to publish original scientific papers of broad interest in the field of Paleontology.
2. All submitted manuscripts must be in accord with the ICZN, ICBN.
3. Manuscripts may be written in Portuguese, Spanish, or English. Articles in Portuguese or Spanish must include an English abstract.
4. Manuscripts may be up to 40 typed, double-spaced pages (A4 or standard letter size) in length, including illustrations and bibliography. Papers exceeding this limit should enquire the editorial team.
5. Institutional addresses, email and ORCID (with full URL) of all authors should be provided. Indicate the corresponding author with an asterisk.
6. A cover letter to the editor must be sent when submitting a manuscript, containing indications of potential reviewers with expertise in the subject of the paper, conflicts of interest, among others.

MANUSCRIPT PREPARATION

7. The first page should begin with the title, author's name, and the complete address (both postal and electronic), followed by the English abstract, resumo, full text, references, and illustrations.

Manuscript title centralized, upper case, font size 14, bold type.

Authors name in upper case, font size 10, centralized. Author addresses in lower case, font size 10, centralized. Other titles in the text in upper case, and centralized. Subtitles in lower case, bold and left aligned. The abstract and resumo should not exceed 20 lines, in a single paragraph, with no citations, and should be followed by up to six key words and palavras-chave, respectively, introduced by colon and separated by commas, according to the following example:

Palavras-chave: radiolários, sistemática, micropaleontologia, Cretáceo, Brasil.

Key words: radiolarians, systematics, micropaleontology, Cretaceous, Brazil.

Please provide an abbreviated title for the manuscript. For articles in Portuguese or Spanish, the English translation of the title in lower case letters, in bold, should follow the word Abstract and be directly followed by the abstract's text. Submit only the digital files of text, tables and illustrations. Text and tables must be in Word for Windows, Times New Roman font with a font size 12. Text should be double-spaced and left-aligned, with margins of 2.5 cm on all sides. Each illustration and table must be sent in a separate digital file.

Illustrations

8. All graphic illustrations, photographs and photomicrographs should be referred to as Figures, including plates, and numbered sequentially in the order of their citation in the text. Color figures can be used with no additional cost. The figures should be submitted at the size they are to appear in the journal: maximum width 8 cm (one column) or 17 cm (two columns). Elaboration of the figures making the most economical use of the available space is strongly recommended. Avoid the use of frames and excessive blank space between the parts of a figure. Figures must be submitted in high-quality, with digital files (jpg or tiff) of at least 300 dpi (at final publication size).

9. Captions and symbols of figures and tables should be in Arial font and of an appropriate size to allow legibility in eventual reduced size. Oversized illustrations will not be accepted. Images within a composite figure should be identified using capital letters, in Arial font (A, B, C...). All symbols must be explained. Graphic scales should be placed inside the figures. All captions must be sent on separate at the end of the text. Captions in Portuguese or Spanish should also include an English translation. Avoid the excessive use of text over photos, always using Arial

font.

References

10. Bibliographic citations within the text should be made as follows: Costa (1999), Costa & Silva (1992a, b), and for three or more authors, Costa *et al.* (2000). Cite several articles in chronological order and separated by semicolons: (Silva, 1999, 2000; Silva *et al.*, 2002; Souza, 2004).

11. Please provide the Digital Object Identifier System (DOI) number for all the references for which it is available.

12. References should be listed alphabetically by the last name of the first author at the end of the text. If there is more than one article by the same author, they should be sorted in chronological order if there are no other authors, or in alphabetical order according to the second author's name, and so on. Do not separate references with blank lines. The following models should be used:

Articles in periodicals:

Piovesan, E.K.; Bergue, C.T. & Fauth, G. 2010. New ostracode species from the Upper Cretaceous of the Santos Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13:175–180. doi:10.4072/rbp.2010.3.02

Simões, M.G.; Rodrigues, S.C. & Kowalewski, M. 2007. Comparative analysis of drilling frequencies in Recent brachiopod-mollusk associations from the southern Brazilian shelf. *Palaios*, 22:143–154. doi:10.2110/palo.2006.p06-040r

Articles in serial publications:

Price, L.I. 1953. Os quelônios da Formação Bauru, Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 34 p. (Boletim 147).

Vicalvi, M.A.; Kotzian, S.C.B. & Forti-Esteves, I.R. 1977. A ocorrência de microfauna

estuarina no Quaternário da plataforma continental de São Paulo. *In: Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil*, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p. 77–97 (Série Projeto REMAC 2).

Dissertations and theses:

Morais, M.H.C. 1998. *Equinóides regulares da Formação Pirabas (Oligo-Mioceno), Pará, Brasil - Sistemática, Tafonomia e Paleoecologia*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 69 p.

Publications appearing in conjunction with scientific meetings:

Dias-Brito, D. 1992. Ocorrências de calcisferas em depósitos carbonáticos do Atlântico Sul: impacto na configuração paleoceanográfica do Tétis Cretácico. *In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁICAS BRASILEIRAS, 2, 1992. Resumos expandidos*, Rio Claro, UNESP, p. 30–34.

Books:

Taylor, T.N. & Taylor, E.L. 1993. *The Biology and Evolution of Fossil Plants*. 1^a ed. Nova Jersey, Prentice Hall, 982 p.

Chapters in books:

Ostrom, J.H. 1992. Dromaeosauridae. *In: D.B. Weishampel; P. Dodson & H. Osmólska (eds.) The Dinosauria*, University of California Press, p. 269–279.

URLs:

Rees, T. 2021. The interim register of marine and nonmarine genera. Available at <https://www.irmng.org>; accessed on MM/DD/YYYY.

13. If the reference has 10 or more authors, write the name of the first author followed by *et al.*, as in the example below:

Simion, P. *et al.* 2017. A large and consistent phylogenomic dataset supports sponges as the

sister group to all other animals. *Current Biology*, 27:958–967. doi:10.1016/j.cub.2017.02.031

PEER REVIEW AND EVALUATION OF THE MANUSCRIPT

14. Manuscripts will be reviewed by at least two ad hoc referees and/or by the Editors or members of the Editorial Council.

FINAL MANUSCRIPT PREPARATION

15. Articles accepted for publication will be returned to the corresponding author together with a list of editorial recommendations. The corrected version of the text (doc) and images (jpeg or tiff) should be returned to RBP in electronic format.

16. Proofs of accepted papers will be sent to the corresponding author for correction prior to printing.

Articles

Política padrão de seção

Privacy Statement

The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of this journal and will not be made available for any other purpose or to any other party.

B) Histórico Escolar



Lei n.º 11.546, de 10 de julho de 2001
 Parecer CEED n.º 1.150/2002
 Retitoria: Rua Washington Luiz, 575, Prédio 04, Centro Histórico,
 Porto Alegre - RS - CEP: 90010-460
 CNPJ: 04.732.975/0001-65
 Telefone: (51) 32699000 - Site: www.uergs.edu.br

HISTÓRICO ESCOLAR

Nome: TIAGO RICARDO FERNANDES JACÓ		Nacionalidade: BRASILEIRA
CPF: 344.160.778-31	RG/PASSAPORTE/CIE: 33.660.975-9 - SSP/SP	Nascimento: 17/04/1985 - PORTO ALEGRE - RS

Curso: MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMÁTICA E CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA - PORTO ALEGRE

Forma de Ingresso: PROCESSO SELETIVO	Ano/semestre: 2020/1	Nota:
--------------------------------------	----------------------	-------

ENADE: -

Colação de grau: -	Expedição do diploma: -
--------------------	-------------------------

Situação do aluno:	Ativo
--------------------	-------

Período	Componentes curriculares integralizados	CR	CH	Conceito	Situação
-	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO	-	-	-	MATRICULADO
2020/2	CONSERVAÇÃO E MANEJO DA VIDA SILVESTRE	3	45	B	APROVADO
2020/2	SEMINÁRIOS	1	15	A	APROVADO
2020/2	TAXONOMIA E SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA	3	45	A	APROVADO
2021/1	METODOLOGIA DA PESQUISA E ELABORAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS	2	30	A	APROVADO
2021/2	ESTÁGIO EM DOCÊNCIA	1	15	A	APROVADO
-	COMPONENTES CURRICULARES ELETIVOS	14/14	210/210	-	-

Conforme Regimento Geral da Universidade, para avaliação do desempenho do acadêmico, são utilizadas as seguintes conceitos:	A = aproveitamento igual ou superior a 80% B = aproveitamento igual ou superior a 75% e inferior a 80% C = aproveitamento igual ou superior a 65% e inferior a 75%	D = aproveitamento inferior a 60% E = frequência inferior a 75% AE = aproveitamento de estudos
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

OBS.: Os totais abaixo não consideram atividades complementares. Caso o curso exigir cumprimento de horas complementares, haverá um registro na tabela acima, com o número de horas cumprido pelo aluno/alugado pelo curso.

	CH	CR	
COMPONENTES CURRICULARES INTEGRALIZADOS:	360	24	100,00%
COMPONENTES CURRICULARES PENDENTES:	0	0	0%

Período	Componentes eletivos integralizados	CR	CH	Conceito	Situação
2020/1	FILOSOFIA DA CIÊNCIA	2	30	A	APROVADO
2020/1	TÓPICOS ESPECIAIS I	2	30	A	APROVADO
2020/2	TEORIAS EVOLUTIVAS	2	30	A	APROVADO
2020/2	ECOLOGIA DE POLINIZAÇÃO	2	30	A	APROVADO
2021/1	DIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DE VERTEBRADOS NEOTROPICAIS I	2	30	A	APROVADO
2021/1	ESTATÍSTICA BÁSICA	2	30	A	APROVADO
2021/1	INTRODUÇÃO A HISTÓRIA GEOLOGICA DOS INVERTEBRADOS	2	30	B	APROVADO

Período	Outras atividades	CH
2022/1	MESBIO - 20201 - 30 - 2 - TEII/20201 - TÓPICOS ESPECIAIS II	30

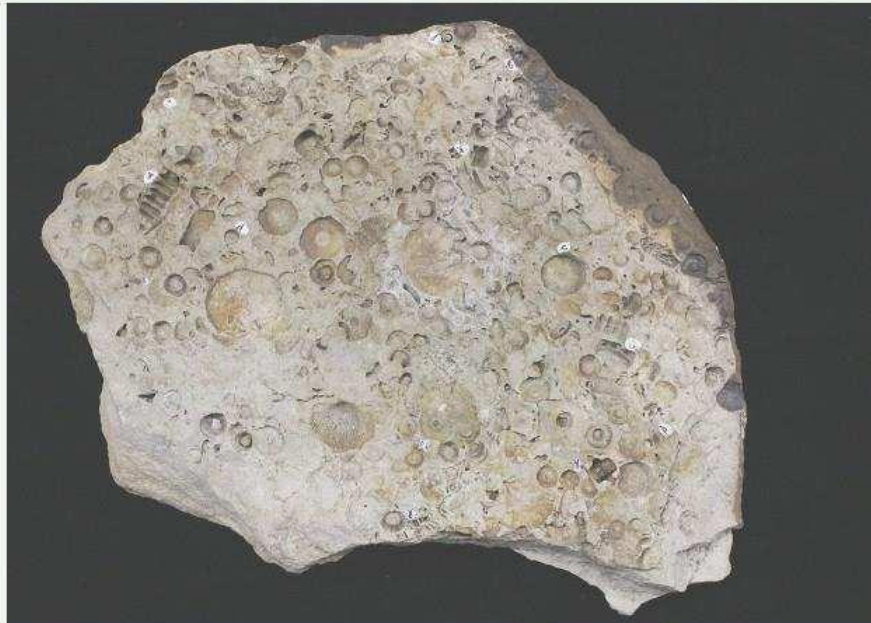
¹ O aluno já foi aprovado nessa disciplina, ou equivalente, em um período anterior, então a carga horária e a nota já foram contabilizadas.

* Documento formatado com fundamento na Lei 9394/96, conforme Parecer CNE/CES n.º 379/2004.

Para validação acesse: <http://academico.uergs.edu.br/validar> e digite o código B561Vf54UDXT

Emitido pelo SolisGE em: 08/01/2023 23:34:58
 Histórico escolar sem assinatura

C) Resumos apresentados em eventos e relacionados com o tema da dissertação



Crinoides e braquiopodes da Formação Maecuru (Devoniano Médio), Bacia do Amazonas. Fotografia: acervo da coleção de Paleoinvertebrados, Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional/UFRJ

PEIXES LORICARIIDAE (SILURIFORMES) DA LOCALIDADE COQUEIROS (FORMAÇÃO SOLIMÕES, BACIA DO ACRE), MUNICÍPIO DE FEIJÓ, ACRET.R.F. JACÓ¹, F.R. NEGRF, A.M. RIBEIRO^{1,2}¹Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica (PPGSCBio/SEMA_UERGS);²Laboratório de Paleontologia, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre;³Seção de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura, Porto Alegre, RS. jaco.tiago@gmail.com; fnegriufac@gmail.com; ana-ribeiro@sema.rs.gov.br

Com distribuição restrita a região neotropical, os Loricariidae constituem na maior família de bagres, com 1.021 espécies consideradas válidas. Os loricarídeos possuem hábitos alimentares principalmente algívoros ou detritívoros, com exceções daqueles do grupo *Hypostomus cochliodon* e dos gêneros *Panaque* e *Panaqolus*, os quais mantêm uma dieta baseada estritamente no consumo de madeira. O hábito alimentar possui relação com a dentição especializada encontrada nestes táxons, onde os dentes geralmente apresentam a forma de uma colher, podendo ser unicuspidados ou bicuspidados. O presente estudo tem por objetivo dar a conhecer dentes fósseis isolados de loricarídeos, completos e incompletos, provenientes de um afloramento localizado à margem direita do rio Envira e que foram obtidos de uma camada conglomerática pelo método de *screen washing*. O material, sob estudo, está depositado na Coleção de Vertebrados Fósseis do Laboratório de Paleontologia do Campus Floresta da UFAC, Cruzeiro do Sul, AC. Dos 37 (trinta e sete) dentes analisados, a maioria com perda da haste de implantação, 18 (dezoito) foram atribuídos a Loricariidae indet. pelo fato de apresentarem coroa com aproximadamente 0,05 mm e morfologia bicuspidada, com cúspides de tamanho similar, característica esta observada na maioria dos loricarídeos. Os demais espécimes apresentam estruturas semelhantes àquelas do grupo *Hypostomus cochliodon*: coroa de aproximadamente 1,0 mm, em forma de colher, com a cúspide mesial alongada e fusionada à cúspide lateral. O conhecimento de fósseis de loricarídeos no Cenozoico sul-americano inclui registros para o Mioceno da Argentina, Colômbia e Peru, sendo principalmente descritos restos de pós-crânio. A heterogeneidade de dentes fósseis de Loricariidae, parte aqui apresentada, encontrada nos sedimentos da Bacia do Acre, supre uma lacuna de informações sobre a taxonomia e a diversidade do grupo, e fornece subsídios para estudos anatômicos e sistemáticos, podendo gerar dados sobre a diversificação dos loricarídeos durante o Mioceno. [CAPES-88887.620539/2021-00; CNPq PROTAX/proc. 441626/2020-3].



21, 22 e 23 de outubro de 2022

Caderno de Resumos

**NOVO REGISTRO FÓSSIL DE *PHRACTOCEPHALUS* SP.
(SILURIFORMES: PIMELODIDAE) DO MIOCENO DA AMAZÔNIA
OCIDENTAL BRASILEIRA**

Tiago R. F. Jacó^{1*}, Francisco R. Negri², Laurent Marivaux³, François Pujos⁴, Naria S. Stutz^{3,5}, Emmanuelle M. Fontoura⁶, Roberto Ventura Santos⁷, André M. V. Alvim⁷, Pierre-Olivier Antoine³, Ana Maria Ribeiro^{1,5,8}

1: Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica (PPGSCBIO), Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, UERGS; 2: Laboratório de Paleontologia, Campus Floresta, UFAC; 3: Institut des Sciences de l'Évolution (ISEM), Université de Montpellier; 4: Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CCT-CONICET; 5: Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS; 6: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, UFSM; 7: Laboratório de Geocronologia, UnB; 8: Seção de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul.

*jaco.tiago@gmail.com

A região neotropical abriga cerca de 6.000 espécies de peixes. Essa grande diversidade ictiofaunística se deve a baixa taxa de extinção e entremetimento de eventos ocorridos na terra entre o Mioceno e o Holoceno. O registro fóssil de peixes de água doce na América do Sul sugere que, já no Mioceno médio, haveria semelhanças taxonômica e ecológica entre a ictiofauna fóssil e moderna. Na Amazônia, a Formação Solimões se distingue pela grande riqueza de restos de peixes fósseis. Inclusive, estudos sobre a paleoictiofauna da região sudoeste da Amazônia brasileira têm auxiliado na compreensão da história do Neógeno da Amazônia e na evolução da floresta tropical e da fauna associada. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar novos registros de restos fósseis de peixes, provenientes de um afloramento (PRE06, "Coqueiros"). O afloramento localiza-se na margem direita do Rio Envira (Bacia do Acre, Formação Solimões), no Município de Feijó, Acre, Brasil. Os restos descritos foram coletados em diversos pontos do sítio e estão tombados na Coleção de Vertebrados Fósseis do Laboratório de Paleontologia do Campus Floresta da UFAC em Cruzeiro do Sul. Os espécimes consistem em ossos cranianos isolados, sendo um osso articular da mandíbula direita, e diversos fragmentos de placas ósseas que compõem o teto craniano. Após análise morfológica, esses espécimes foram atribuídos ao bagre do gênero *Phractocephalus* (Siluriformes: Pimelodidae), devido às semelhanças encontradas com a única espécie viva do grupo, *Phractocephalus hemiliopterus*, conhecida popularmente no Brasil como "Pirarara" e em outros países como "Cajaro". Tais semelhanças são: osso articular da mandíbula com porção anteroposterior côncava e porção látero-lateral convexa, formando a articulação hiostílica; placas cranianas extensamente ornamentadas com cristas reticuladas circundando as fossetas arredondadas. Os restos mais antigos de *Phractocephalus* são ossos parciais da fauna de La Venta (Mioceno médio) na Colômbia. Na Venezuela, Formação Urumaco (Mioceno superior), também foi registrado um crânio articulado com alguns elementos isolados, o qual constatou-se tratar-se de outra espécie extinta, nomeada de †*P. nassi*. Outros fósseis de *Phractocephalus* também foram registrados para o Mioceno superior do Acre: um crânio e vértebras anteriores, coletados no Rio Acre. Os restos, distintos da espécie moderna *P. hemiliopterus*, foram descritos como †*P. acreornatus*. Assim, o novo registro fóssil de *Phractocephalus* para o Acre contribui para o conhecimento da diversificação do grupo durante o Mioceno na Amazônia.

Agradecimentos: CAPES e CNPq.



REUNIÓN DE
COMUNICACIONES DE LA
ASOCIACIÓN
PALEONTOLÓGICA
ARGENTINA

SALTA

23 AL 25 DE NOVIEMBRE DE 2022

LIBRO DE RESÚMENES

NEW RECORDS OF NEOGENE METATHERIA (MAMMALIA) FROM WESTERN AMAZONIA (ACRE, BRAZIL)

N. S. STUTZ^{1,2}, P. HADLER³, F. R. NEGRI⁴, L. MARIVAUX², F. PUJOS^{5,6}, T. R. JACÓ⁷, E. M. FONTOURA⁷, R. VENTURA SANTOS⁸, A. M. V. ALVIM⁹, P. ANTOINE² and A. M. RIBEIRO^{1,10*}

¹Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGGEO), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *naria_stutz@yahoo.com.br*

²Institut des Sciences de l'Évolution (ISE-M), Université de Montpellier, CNRS, IRD, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier, France. *pierre-olivier.antoine@umontpellier.fr; laurem.marivaux@umontpellier.fr*

³Laboratório de Paleontologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário s/n, 88040-900 Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. *patricia.hadler@ufsc.br*

⁴Laboratório de Paleontologia, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Estrada do Canela Fina, Km 12, 69980-000 Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. *frnegri@ufac.br*

⁵Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentine. *fpujos@mendoza-conicet.gob.ar*

⁶Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CONICET-UNCUYO-Mendoza, Avenida Ruíz Leal s/n, Parque Gral. San Martín, 5500 Mendoza, Argentina.

⁷Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Conservação da Diversidade Biológica (PPGSCBIO), Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *jaco.tiago@gmail.com*

⁸Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal (PPGBA), Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. *emmanuelle.fontoura@acad.ufsm.br*

⁹Laboratório de Geocronologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (UnB), Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC - Ala Central, 70910-000 Brasília, Distrito Federal, Brazil. *robenventurasantos@gmail.com; andre.mavaal@gmail.com*

¹⁰Seção de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *ana-ribeiro@sema.rs.gov.br*

Almost 40% of South America is covered by the plains and lowlands of the Amazon River and its tributaries, the largest low-latitude subregion of the Neotropics. The forests of the great Amazonian Basin harbor an outstanding biological diversity, encompassing one of the richest mammal faunas on the planet, especially in its western part. The fossil record in tropical regions may appear as particularly poor, due to the unfavorable preservation conditions, but also, as in Amazonia, due to the densely forested environments, and somewhat difficult paleontological field conditions. In Amazonia, paleontological field efforts over the past few decades have proven that fossils can be relatively common. Although still fragmentary, fossils of large reptiles and placental mammals have been substantially documented. Despite their great current species richness and abundance in the area, the fossil record of Metatheria, whose recent representatives are grouped into marsupials, is known only from few Cenozoic localities. Here we present new records of fossil metatherians from the PRE-06 locality (Coqueiros, 8°18'08.5" S 70°26'40.8" W), situated on the banks of the *Rio Envira* (Acre Basin, state of Acre, northwestern Brazil), where the Solimões Formation (lower Eocene–Pliocene) crops out. This locality, which consists of a 30 cm-thick fossil-bearing microconglomerate of detrital origin, was recently extensively exploited, including using wet-screening to collect

RESÚMENES SESIONES GENERALES

remains of micromammals. A preliminary faunal list for PRE-06 includes mollusks (bivalves and gastropods), crabs, fishes (selachians, characiforms, siluriforms, and dipnoans), amphibians, reptiles, bird, and mammals (cetaceans, litopterns, metatherians, notoungulates, rodents, and xenarthrans). The specimens are permanently housed at the collection of the Laboratório de Paleontologia of the Universidade Federal do Acre, Floresta campus (UFAC-CS), Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. Previously, fossil wood fragments were reported for PRE-06, with a diverse flora, which resembles in many aspects that occurring in the region today, thereby suggesting that similar equatorial climatic conditions were already present at the time of the PRE-06 deposition. Only seven metatherian dental specimens have been found at PRE-06, exclusively representing didelphids: cf. *Marmosa*, *Didelphis* cf. *D. solimoensis*, *Thylamys colombianus*, and unidentified representatives of the family (four premolars). These specimens, along with the associated mammals, indicate an early late Miocene age for PRE-06. The relative low abundance of metatherian remains with respect to those of rodents, and the absence of sparassodonts, paucituberculatans and microbiotheres, found in other tropical-equatorial areas of South America at the same epoch, are striking features to be further investigated, in addition to detailed taxonomic analysis.

*This work was supported by: CNPq 140773/2019-3, 310023/2021-1; CNPq/MCT/CONFAP-FAPS 441626/2020-3; CAPES 88887.462070/2019-00; ANR LabEx CEBA, ANR-10-LABX-25-01.