



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO**



**CLAUDIA SOUSA CHAVES**

**DESCRIÇÃO E OSTEOLOGIA DE UMA NOVA ESPÉCIE DO GÊNERO  
*Leporinus* (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE) DO RIO XINGU, PARA,  
BRASIL**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: José Luís Olivan Birindelli

ALTAMIRA - PA  
DEZEMBRO – 2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO



CLAUDIA SOUSA CHAVES

**DESCRIÇÃO E OSTEOLOGIA DE UMA NOVA ESPÉCIE DO GÊNERO  
*Leporinus* AGASSIZ (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE) DO RIO XINGU,  
PARÁ, BRASIL**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: José Luís Olivan Birindelli

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA – PA  
DEZEMBRO – 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

---

S725d Sousa Chaves, Claudia.  
DESCRIBÇÃO E OSTEOLOGIA DE UMA NOVA ESPÉCIE  
DO GÊNERO *Leporinus* AGASSIZ (CHARACIFORMES:  
ANOSTOMIDAE) DO RIO XINGU, PARA, BRASIL / Claudia  
Sousa Chaves. — 2022.  
xi, 32 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa  
Coorientador(a): Prof. Dr. José Luís Olivan Birindelli  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação  
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2022.

1. Taxonomia. 2. Anostomoidea . 3. Genética. 4. rio  
Xingu. 5. Conservação. I. Título.

CDD 578.012

---



---

### ATA DE DEFESA DE MESTRADO

Aos **19** dias do mês de **dezembro** do ano de **2022**, às **14:30** horas, em ambiente **virtual** (<https://meet.google.com/gpe-oxsv-mis>), ocorreu a sessão pública de defesa da Dissertação de Mestrado em Biodiversidade e Conservação da mestranda **CLAUDIA SOUSA CHAVES**, intitulada “**DESCRIÇÃO E OSTEOLOGIA DE UMA NOVA ESPÉCIE DO GÊNERO *Leporinus* (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE) DO RIO XINGU, PARA, BRASIL**”, para obtenção do Grau de Mestre em Biodiversidade e Conservação. Estiveram presentes: a mestranda, o orientador **Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa**, a banca examinadora, composta pelos Professores:(I) **Diego Maia Zacardi**; (II) **Alberto Akama**; (III) **Bruno Francelino Melo**. Aberta a sessão, o orientador, que conduziu os trabalhos, passou a palavra para a discente para a apresentação pública de seu trabalho. Em seguida, o orientador passou a palavra ao primeiro examinador para arguição da discente, que teve igual período para defesa. O mesmo aconteceu com os demais examinadores. Ao término da arguição dos examinadores, o orientador agradeceu aos comentários e sugestões dos membros da banca. A banca se reuniu em outra sala virtual para deliberar sobre a arguição da candidata. A comissão concedeu o parecer **aprovado** à candidata. Nada mais havendo a tratar, o orientador lavrou a presente ata que segue assinada pelos examinadores e pela discente.

Local: **Altamira, 19/12/2022**

Orientador

Diego Maia Zacardi

Alberto Akama

Bruno Francelino Melo

## **Dedicatória**

A todas as mulheres da minha família, que vieram antes de mim e não tiveram a oportunidade de ingressar em um curso superior. A todas as meninas e mulheres indígenas que ainda virão que exista mais equidade nas universidades e na ciência no país para que os dias de vocês sejam ainda melhores.

Nunca mais um país sem nós!

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha família, minha mãe Maria do Rosário Sousa e meu pai Manoel Ferreira Chaves, minha avó Clarice Sousa, meus irmãos Ricardo, Raquel e Mariane por todo o amor e compreensão a mim dedicado durante o período de mestrado, mesmo distante sempre pude contar com o carinho e atenção.

Ao Professor Dr, Diego Zacardi, por todos os ensinamentos, conselhos e sempre me incentivado a seguir na pesquisa, desde a minha iniciação científica como Pibic. Aos meus colegas/ amigos do LEIPAI: Ruineris, Lucas, Elza pelo incentivo e conversas mesmo distantes. Aos queridos amigos Jerry, Naira, Diego que sempre me incentivaram e sempre estiveram presentes em minha vida desde a graduação, o meu muito obrigada.

Gostaria de agradecer meu orientador Leandro Sousa por me aceitar como aluna de mestrado, pela confiança dada a mim para desenvolver este trabalho e me ter dado a oportunidade de conhecer o rio Xingu, um dos rios mais ricos e belos pela margem direita do rio Amazonas. O meu muito obrigado ao meu coorientador prof. Dr. José Birindelli, pela dedicação, atenção, ensinamentos e pela paciência ao me orientar nas diversas dúvidas ao longo desta etapa. Agradeço ainda por ter me recebido de forma amistosa no Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual de Londrina, onde realizei parte do meu trabalho.

Agradeço à Dra. Lenice Shibatta por toda ajuda, ensinamentos e paciência destinada a mim, durante a minha passagem pelo Laboratório de Sistemática Molecular do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina. À colega Mariana Boaretto, pela companhia, conversas e disponibilidade por me apresentar o MZUEL, e com as análises genéticas.

Aos companheiros de república, Isaac, Fabricio, Alexandre e Aline pela amizade, companhia, conversas, momentos de diversão e perrengues que tivemos juntos durante esses dois anos, de muitos desafios e aprendizados. Muito obrigada meninas, especialmente ao Isaac por ser o meu TI e pela amizade que construímos.

Um agradecimento especial à Cida, uma grande amiga, sempre disposta a ajudar e seu esposo Gil e toda sua família, e à querida Dona Helena, que me receberam em Altamira de forma carinhosa, como parte de sua família, meus sinceros agradecimentos.

Gostaria de agradecer aos colegas de Laboratório de Ictiologia de Altamira - LIA e do Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu - LAQUAX passados e atuais pela companhia: Jéssica, Samily, Kaylane, Anne, Matusalém, Mateus, Lara, Gabriela, Leticia Batista, Maria do Céu, Marina, Alice, Marcos e Leydiane. Por terem tornado os lanches e conversas mais divertidos. À professora Tatiana, pelos conselhos e pelas vezes que fez papel de psicóloga durante esse período de mestrado, o meu muito obrigada.

Aos amigos de campo Pedro, Oliver, Sérgio e toda equipe do monitoramento da Ictiofauna do rio Xingu, com os quais tive a oportunidade de conhecer um pedacinho desse rio e sua diversidade de vidas de perto. Agradeço aos pescadores Sergio, Dunga, Nivaldo e Neilton por terem ajudado na coleta da espécie utilizada neste estudo.

Agradeço ao Lucas, meu namorado, amigo e colega de mestrado, que esteve ao meu lado e continua ao longo desses dois anos de mestrado. Obrigada por todo carinho, companheirismo, amor, respeito, incentivo e sobretudo paciência e compreensão, que foram essenciais para a conclusão desta etapa em minha vida. Obrigada por ter tornado esses dias mais leves, sem você essa jornada não seria a mesma.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, Pará, pela oportunidade e pelo financiamento da passagem a Universidade Estadual de Londrina – UEL.

À FADESP/ Norte energia e nos últimos meses à CAPES pela concessão da bolsa de estudos, pois foram essenciais para o desenvolvimento e dedicação total e principalmente a minha estadia em Altamira.

## Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	10
<b>LISTA DE TABELAS</b>	11
<b>RESUMO</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	1
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	3
<b>A Família Anostomidae</b>	3
<b>Histórico do Gênero <i>Leporinus</i></b>	4
<b>Anostomideos do rio Xingu</b>	5
<b>2 OBJETIVO</b>	7
<b>Objetivo geral</b>	7
<b>Objetivos específicos</b>	7
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	7
<b>Amostras coletadas</b>	7
<b>Análise morfológica, morfométrica e merística</b>	8
<b>Análise osteológica</b>	10
<b>Distribuição geográfica</b>	10
<b>Status de conservação</b>	10
<b>Análise molecular</b>	10
<i>Amostragem</i>	10
<i>Extração, amplificação e sequenciamento</i>	11
<i>Alinhamento, distância genética e delimitação de espécies</i>	12
<b>4 RESULTADOS</b>	15
<b>Holótipo</b>	15
<b>Parátipos</b>	15
<b>Diagnose</b>	16

<b>Descrição</b>	16
<b>Coloração em álcool</b>	18
<b>Coloração em vida</b>	18
<b>Distribuição geográfica</b>	19
<b>Status de conservação</b>	20
<b>Nota ecológica</b>	21
<b>Características osteológicas</b>	21
<b>Análise Molecular</b>	24
<b>5. DISCUSSÃO</b>	25
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	27
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Leporinus</i> sp. 2, espécime coletado no rio Xingu, Altamira, Pará, Brasil.....	5
<b>Figura 2.</b> Medidas morfométricas de <i>Leporinus</i> sp. 2 .....	9
<b>Figura 3.</b> Exemplar de <i>Leporinus</i> sp. 2 com 78,95 de CP (em álcool) depositado no laboratório de ictiologia de Altamira. Foto: Leandro Sousa.....	15
<b>Figura 4.</b> 4a. Coloração em vida de <i>Leporinus</i> sp. 2 (exemplar não catalogado) do médio rio Xingu. Foto: Leandro Sousa. 4b. Coloração em vida de <i>Leporinus</i> sp. 2 do alto rio Xingu. Foto: José Birindelli.....	19
<b>Figura 5:</b> Mapa de distribuição geográfica de <i>Leporinus</i> sp. 2 na Bacia do rio Xingu, Brasil. Pontos na cor preta simbolizam a localidade dos parátipos e estrela vermelha representa a localização do holótipo.....	20
<b>Figura 6.</b> Médio rio Xingu, mostrando um dos locais de coleta de <i>Leporinus</i> sp. 2 .....	20
<b>Figura 7.</b> Itens alimentares presentes nos estômagos analisados de <i>Leporinus</i> sp. 2. A. larvas de insetos e gastrópode, B. larvas de insetos aquáticos, C. grãos de areia, restos vegetais e nematoide.....	21
<b>Figura 8.</b> <i>Leporinus</i> sp. 2, LIA, 008151, 110,49 mm CP, detalhe da série infraorbital, vista do canal sensorial no antorbital, maxilas (com pré-maxilar, maxilar e dentário em vista lateral) .....	22
<b>Figura 9:</b> <i>Leporinus</i> sp. 2 LIA 008151, 73,77 mm CP. Vista lateral em detalhes do suspensório e série opercular, raios braquiostegios em vista medial.....	23
<b>Figura 10.</b> Árvore de máxima credibilidade por análise Bayesiana realizada no BEAST v.2.6 baseado na sequência do gene COI. No lado direito estão resumidas as análises de delimitação de espécies baseada em morfologia (MORF), e dados moleculares (métodos GMYC e ASAP) .....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Vouchers e número de acesso das sequências COI obtidas online.....	13
<b>Tabela 2.</b> Dados morfométricos de <i>Leporinus</i> sp. 2. N= número de espécimes; D P= desvio padrão.....	18
<b>Tabela 3.</b> Distância genética baseada em sequências do gene COI e no modelo K2P. Os valores na diagonal em vermelho representam a variação intra-específica; os valores em azul representam o desvio padrão; os valores em preto representam a variação inter-específica.....	24

## RESUMO

Os peixes da família Anostomidae são popularmente conhecidos no Brasil como aracus, piaus e piaparas, estando amplamente distribuídos na região Neotropical, sendo que na Amazônia se concentra mais da metade das 150 espécies conhecidas. No rio Xingu são conhecidas 23 espécies de anostomídeos, e o presente estudo busca ampliar o conhecimento sobre a diversidade de Anostomidae da bacia do rio Xingu através da descrição de uma nova espécie. Para isso, foram utilizadas ferramentas da taxonomia tradicional e marcadores moleculares. Além disso, o padrão de distribuição e status de conservação da espécie foram avaliados. O material analisado é proveniente de coletas nos trechos superior, médio e baixo do rio Xingu, e encontra-se depositado nas coleções científicas do LIA, INPA, MZUSP, MPEG e MZUEL. Um total de 56 indivíduos foram analisados. *Leporinus* sp.2 possui corpo com uma listra escura longitudinal que vai desde a porção anterior do opérculo até o pedúnculo caudal, formada por manchas horizontalmente alongadas, barras escuras transversais no dorso e fórmula dentária 3/4. Sendo similar no padrão de colorido a *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii*, *L. microphthalmus*, *L. microphysus*, *L. unitaeniatus*, *L. vanzoi* e *L. octomaculatus*. A espécie nova difere de *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii* e *L. octomaculatus* por apresentar 16 séries de escamas ao redor do pedúnculo caudal (vs. 12), de *L. unitaeniatus*, *L. vanzoi* por ter três dentes na pré-maxila (vs. quatro). Os dados de DNA Barcode também corroboram esta hipótese, já que a espécie nova difere de todas as congêneres analisadas. As espécies congêneres mais próximas da espécie nova são *Leporinus unitaeniatus* e *L. vanzoi*, com quem possui distância genética de cerca de 3%. Características osteológicas da espécie são descritas, ilustradas e discutidas.

Palavras chave: Taxonomia, Anostomoidea, Genética, rio Xingu e Conservação.

## ABSTRACT

The fishes of the Anostomidae family are popularly known in Brazil as aracus, piaus and piaparas, being widely distributed in the Neotropical region, with more than half of the 150 known species concentrated in the Amazon. In the Xingu River, 23 species of Anostomidae are known, and the present study seeks to expand knowledge about the diversity of Anostomidae in the Xingu River basin, through the description of a new species, using traditional taxonomy tools and molecular markers, in addition to verify its

distribution pattern and conservation status. The analyzed material comes from collections in the upper, middle and lower reaches of the Xingu River, and is deposited in the scientific collections of LIA, INPA, MZUSP, MPEG and MZUEL. A total of 56 individuals were analyzed. *Leporinus* sp.2 has a body with a longitudinal dark stripe that goes from the anterior portion of the operculum to the caudal peduncle, formed by horizontally elongated macules, dark transverse bars on the dorsum and 3/4 dental formula. It is similar in color pattern to *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii*, *L. microphysus*, *L. unitaeniatus*, *L. vanzoi* and *L. octomaculatus*. The new species differs from *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii* and *L. octomaculatus* by having 16 rows of scales around the caudal peduncle (vs. 12), from *L. unitaeniatus*, *L. vanzoi* by having three teeth on the premaxilla (vs, four). The DNA Barcode data also corroborate this hypothesis, since the new species differs from all analyzed congeners. The closest congeners of the new species are *L. uniateiniatus* and *L. vanzoi*, with whom it has a genetic distance of about 3%. Osteological characteristics of the species are described, illustrated and discussed. Osteological characteristics of the species are described, illustrated and discussed.

Keywords: Taxonomy, Anostomoidea, Genetics, Xingu river and Conservation

# 1 INTRODUÇÃO

## A Família Anostomidae

Os anostomídeos são amplamente distribuídos na região Neotropical, podendo ser encontrados nas bacias dos rios Amazonas, São Francisco, Paraná-Paraguai (Brasil), Orinoco (Venezuela), Rio Marowijne, (Suriname), Essequibo (Guiana), Atrato e Magdalena (Colômbia) (GARAVELLO; BRITISKI, 2003; SIDLAUSKAS; VARI, 2008). Suas principais características são corpo fusiforme, poucos dentes grandes e incisiformes dispostos em uma única série no pré-maxilar e no dentário (osso maxilar sem dentes), relativamente inclinados para frente, decrescendo de tamanho a partir dos sinfisiais (FEITOSA; SANTOS, 2013; BIRINDELLI; SIDLAUSKAS, 2017).

As espécies dessa família são popularmente conhecidas na região amazônica como aracus e pias. As espécies de maior porte desempenham um importante papel na pesca comercial e de subsistência, sendo algumas das menores exploradas pelo comércio de peixes ornamentais (SANTOS; JEGU, 1996). Os anostomídeos podem ser encontrados nos mais variados ambientes, desde sistemas lênticos (lagos e lagoas) a lóticos (como grandes rios e pequenos igarapés). Nos rios, eles são encontrados nas margens e no canal principal, tanto em águas rasas como profundas, sendo que algumas espécies só ocorrem em áreas de corredeiras que podem variar de fortes a moderadas. (SANTOS; JEGU, 1996; ZUANON, 1999).

Anostomidae possui cerca de 150 espécies válidas, pertencentes a 16 gêneros, sendo *Leporinus* Agassiz, 1929 o mais diverso entre eles, com 80 espécies válidas até o momento (BURNS; FRABLE; SIDLAUSKAS, 2014; FRICKE *et al.*, 2021; SIDLAUSKAS *et al.*, 2021). *Leporinus* foi descrito por Agassiz (SPIX; AGASSIZ, 1829) e seu nome faz alusão aos fortes dentes incisivos que seus representantes possuem, semelhantes aos dentes de coelhos.

As espécies de *Leporinus* possuem uma grande diversidade em tamanhos e formas, posição da boca, número de dentes e padrão de colorido (SIDLAUSKAS; VARI, 2008). Em relação à coloração, são classificados em quatro padrões distintos, sendo o primeiro com manchas arredondadas ou ovaladas médio-laterais, o segundo com listras longitudinais escuras, o terceiro com barras verticais escuras e desprovido de pigmentação escura (BIRINDELLI; BRITISKI, 2013; SIDLAUSKAS; VARI, 2012; GÉRY, 1977). Ademais, apresentam a posição da boca que varia de terminal a inferior.

## Histórico do Gênero *Leporinus*

De acordo com trabalhos taxonômicos sobre o grupo que avaliaram as relações filogenéticas dentro de Anostomidae (VARI, 1983; SIDLAUSKAS; VARI, 2008; RAMIREZ et al., 2016; SIDLAUSKAS et al., 2021), a família é monofilética mas *Leporinus* é polifilético. Os mesmos autores sugeriram que alterações taxonômicas são necessárias para recuperar o monofiletismo de *Leporinus* e, como alternativa, sugerem a descrição de novos gêneros dentro de *Leporinus*, ou alternativamente reconhecer *Schizodon*, *Rhytiodus*, *Hypomasticus* e *Laemolyta* como sinônimos de *Leporinus*. No entanto, a enorme diversidade do grupo e as conspícuas diferenças morfológicas entre esses gêneros, deixa como melhor opção a primeira alternativa.

Neste sentido, tentativas têm sido feitas para distinguir grupos de espécies monofiléticas que poderiam ser reconhecidos como gêneros distintos ou subgêneros dentro de *Leporinus*. No entanto, parte das várias tentativas neste sentido não têm tido sucesso. Como exemplo, podemos citar o subgênero *Myocharax* baseado em *Leporinus desmotes* Fowler, 1914 da Guiana (FOWLER, 1914), uma espécie relativamente próxima à *Leporinus fasciatus* (espécie tipo do gênero, BURNS et al., 2017), e o subgênero *Leporinops*, descrito usando *Leporinus moralesi* Fowler, 1942 como espécie tipo, também incluindo *L. jamesi* Garman, 1929 (GÉRY, 1960).

O subgênero *Hypomasticus* (BORODIN, 1929) foi descrito baseando-se no formato de sua boca, a qual é totalmente voltada para baixo e com dentes comprimidos e com borda reta, sendo *Hypomasticus mormyrops* (STEINDACHNER, 1875) designada como espécie tipo. Apesar de Sidlauskas & Vari (2008) não terem encontrado evidências para reconhecer os subgêneros *Myocharax* e *Leporinops* como válidos, eles corroboraram com a validade de *Hypomasticus* e elevaram este à categoria de gênero. Com base neste estudo, o gênero *Hypomasticus* seria composto por oito espécies anteriormente alocadas em *Leporinus* (SIDLAUSKAS; VARI, 2008), todas com bocas voltadas para baixo. Essa diagnose e composição específica foi questionada por Birindelli & Britski (2009), e posteriormente com base em dados moleculares (BIRINDELLI et al., 2020). Atualmente, o gênero inclui tanto espécies com boca terminal (*Hypomasticus copelandii*) como algumas com boca voltada para baixo (e.g., *Hypomasticus mormyrops*).

Em 2017 um estudo integrado reunindo dados morfológicos e moleculares descreveu o gênero *Megaleporinus*, com base no número reduzido de dentes no pré-maxilar e dentário, maior tamanho corporal (variando de 250 mm a 600 mm de comprimento padrão), e um sistema de cromossomos sexuais ZZ/ZW. Esse conjunto de

características foram observados em 9 espécies anteriormente de *Leporinus* e uma de *Hypomasticus* (RAMIREZ; BIRINDELLI; GALETTI, 2017).

Mais recentemente, o gênero *Inesperanos* foi criado para abrigar *I. nattereri*, uma espécie descrita em *Leporinus* e que era até recentemente mal conhecida (SIDLAUSKAS et al., 2021). *Inesperanos nattereri* possui como sinônimo júnior uma espécie descrita para o rio Xingu como *Anostomoides passionis* (ASSEGA; BIRINDELLI, 2019).

### **Anostomídeos do rio Xingu**

O rio Xingu destaca-se por apresentar numerosos canais trançados que variam em largura, metros e quilômetros, proporcionando uma alta heterogeneidade de habitats e micro-habitats, que vão desde áreas de remanso a corredeiras, como as que estão presentes na região média de seu curso conhecida como Volta grande do rio Xingu (FITZGERALD et al., 2018). Essa área é particularmente conhecida por apresentar alta diversidade e endemismo de espécies de peixes (CAMARGO; GIARRIZZO; ISAAC, 2004; SABAJ PEREZ, 2015). A diversidade da ictiofauna do rio Xingu ainda encontra-se indefinida, pois alguns autores relatam 450 espécies (SABAJ PEREZ, 2015), 502 espécies (DAGOSTA; PINNA, 2019), o mais recente estudo registrou a ocorrência de 821 espécies, dessas 73 sendo endêmicas (JÉZÉQUEL et al., 2020), ou seja, estudos que retratem a real diversidade desse rio e seus tributários ainda são necessários. Além disso, trabalhos que abordem a diversidade de espécies dentro de grupos específicos são escassos, principalmente quando se trata de Anostomidae.



Figura 1.. Espécime da espécie nova de *Leporinus* coletado no rio Xingu, Altamira, Pará, Brasil.

Atualmente existem cerca de 23 espécies de anostomídeos com registro na bacia do rio Xingu (Sousa, dados não publicados), pertencentes a 12 gêneros, sendo que o gênero *Leporinus* é o mais rico, incluindo 9 espécies. Mais da metade dessas espécies de Anostomidae são especializadas para viver em ambientes de corredeiras, locais extremos com uma alta velocidade da correnteza e elevada concentração de oxigênio dissolvido, como *Leporellus vittatus*, *Hypomasticus jullii*, *Leporinus torrenticola*, e *Sartor respectus*, essas últimas duas espécies endêmicas da bacia do rio Xingu. As três primeiras espécies apresentam especializações morfológicas como boca voltada para baixo, espessamento dos lábios e achatamento dorso-ventral, possibilitando a colonização de locais pouco acessíveis às demais espécies de pias (ZUANON, 1999). Zuanon (1999) citou uma espécie de pequeno porte de *Leporinus* que considerou provavelmente nova à Ciência, identificando-a como *Leporinus* sp. 2 em sua tese de doutorado. Esta espécie foi encontrada em ambientes de corredeiras do médio rio Xingu (Figura 1), e seria endêmica da bacia do rio Xingu. A espécie aparentemente é altamente reofílica, podendo ser encontrada em ambientes com blocos rochosos e corredeiras rasas que podem variar de forte a moderada, com até dois metros de profundidade (ZUANON, 1999). Como, à época, poucos exemplares estavam disponíveis em coleções, a dúvida sobre o status taxonômico desta espécie persiste até os dias de hoje. Recentemente, o rio Xingu tem recebido maiores esforços de amostragem ao longo de toda a bacia, o que tem proporcionado um volume de material suficiente para estudos mais detalhados. Diante disso, trabalhos que visem melhorar o conhecimento de um grupo tão complexo como este são necessários, especialmente usando dados morfológicos e moleculares (BIRINDELLI; BRITSKI, 2013; RAMIREZ et al., 2017).

Neste sentido, análises moleculares vêm sendo amplamente utilizadas nos últimos anos para reforçar as hipóteses morfológicas sobre diversidade e evolução das espécies. Além disso, os marcadores moleculares têm se tornado uma poderosa ferramenta na área da conservação, uma vez que possibilitam que sejam realizadas inferências sobre a história demográfica, tamanho populacional, fluxo gênico e estrutura da população (DRUMMOND et al., 2005; RAMIREZ et al., 2017; STEINER et al., 2013). A escolha correta do marcador pode ajudar na identificação de espécies com problemas na taxonomia e na detecção de espécies crípticas (ALLENDORF; HOHENLOHE; LUIKART, 2010).

O *Citocromo c Oxidase Subunidade I* (COI) (HEBERT et al., 2003; PEREIRA et al., 2013) é um gene utilizado para identificar espécies crípticas e/ou proximamente

relacionadas. O COI é um fragmento do DNA mitocondrial de cerca de 650 pares de bases que pode ser utilizado como um identificador padronizado e único, como um código de barras para identificação de espécies e por isso conhecido como DNA Barcode (HEBERT et al., 2003). Diversos trabalhos realizados com peixes vêm usando este marcador para realizar inferências filogeográficas, filogenéticas e divergências interespecífica e intraespecífica, assim ajudando em uma melhor identificação e delimitação de espécies neotropicais (CHAVES, 2020; PEREIRA et al., 2013), inclusive para espécies de Anostomidae (RAMIREZ et al., 2017; SIDLAUSKAS et al., 2021).

O objetivo deste trabalho é ampliar o conhecimento sobre a diversidade de Anostomidae da bacia do rio Xingu através da descrição de uma nova espécie, que será realizada por meio de ferramentas da taxonomia morfológica tradicional com ajuda de marcadores moleculares mitocondriais (COI). Com isso será possível identificar o padrão de distribuição da espécie e seu status de conservação, gerando subsídios para o manejo sustentável dos recursos naturais.

## **2 OBJETIVO**

### **Objetivo geral**

Descrever uma espécie nova de *Leporinus* do rio Xingu.

### **Objetivos específicos**

Descrever a espécie nova *Leporinus* do rio Xingu;

Identificar o padrão de distribuição da espécie;

Identificar quais as espécies mais proximamente relacionadas à espécie nova;

Sugerir o status de conservação da espécie.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Amostras coletadas**

Um total de 56 indivíduos de *Leporinus* foi coletado nos trechos superior, médio e baixo do rio Xingu e depositado em coleções científicas do Laboratório de Ictiologia de Altamira - LIA, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo- MZUSP, Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina-MZUEL. Tecidos musculares de quatro indivíduos foram retirados e acondicionados em álcool absoluto para as análises moleculares.

## **Análise morfológica, morfométrica e merística**

Para a tomada de dados morfométricos (figura 2), foi utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Para a retirada de dados merísticos foi utilizada uma lupa com o auxílio de um alfinete, conforme Santos e Jegu, (1996) e Winterbottom, (1980) como segue:

Comprimento padrão (CP): distância da extremidade da mandíbula à extremidade posterior do pedúnculo caudal, na direção da linha lateral.

Altura do corpo (AC): tomada na origem da nadadeira dorsal, na direção vertical do corpo;

Distância pré-dorsal (DPD): distância entre a extremidade anterior da mandíbula até a base anterior do primeiro raio da nadadeira dorsal;

Figura 2. Medidas morfométricas de *Leporinus* sp. n.

Distância pré-adiposa (DPA): distância entre a extremidade anterior da mandíbula até a base anterior da nadadeira adiposa;

Distância pré-pélvica (DPP): distância entre a extremidade anterior da mandíbula até a base anterior do primeiro raio da nadadeira pélvica;

Distância pré-anal (DPA): distância entre a extremidade anterior da mandíbula até base anterior do primeiro raio da nadadeira anal;

Altura do pedúnculo caudal (APC): menor altura do pedúnculo caudal;

Comprimento do lóbulo da nadadeira anal (CLNA): distância da origem da nadadeira anal até a extremidade final do maior raio da nadadeira anal;

Comprimento da cabeça (CC): distância entre a extremidade anterior do focinho até a extremidade posterior do opérculo, sem considerar a membrana branquial;

Altura da cabeça (AC): distância vertical entre o início do dorso e a parte inicial da região ventral, tomada na direção final do opérculo;

Comprimento do pré-opérculo (CPO): tomada da região anterior do focinho até a porção posterior do pré-opérculo.

Distância interorbital (DI): menor distância entre as margens das órbitas, tomada transversalmente sobre a cabeça;

Diâmetro da órbita (DO): distância horizontal entre as margens anterior e posterior da órbita;

Comprimento do focinho (CF): distância entre a extremidade anterior do focinho e a margem anterior da órbita.

Para retirada dos caracteres merísticos foi realizada a contagem dos raios das nadadeiras dorsal (D), peitoral (P) ventral (V), anal (A) e Caudal (C): número de raios ramificados foram indicados em algarismo arábico e não ramificados em algarismos romanos para cada uma dessas nadadeiras.

Escamas da linha lateral (LL): número de escamas perfuradas na linha lateral; Escamas acima da linha lateral (AC): série de escamas entre a base anterior da nadadeira dorsal e a linha lateral, sem considerar a escama desta;

Escamas abaixo da linha lateral (AB): série de escamas entre a base anterior da nadadeira ventral e a linha lateral, sem considerar a escama desta;

Escamas circumpedunculares (EP): menor número de fileiras de escamas ao redor do pedúnculo caudal;

Escamas pré-dorsais (EPD): fileira de escamas na linha mediana do dorso, entre a margem posterior do osso supraoccipital a base da nadadeira dorsal;

Dentes: número de dentes do pré-maxilar e do dentário.

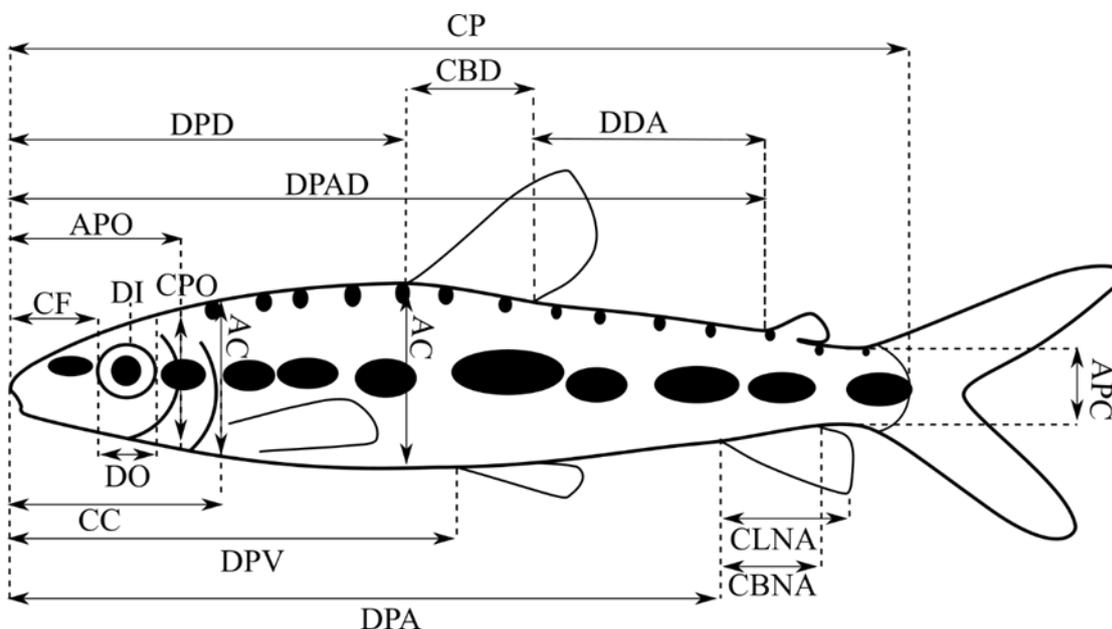


Figura 2.: Medidas morfométricas de *Leporinus*

Para os caracteres morfológicos foram utilizados alguns descritores estatísticos básicos: média (para as proporções corporais), moda (para os dados merísticos), desvio padrão, valores máximos e mínimos. Foram calculadas proporções corporais expressas em porcentagens do comprimento padrão ou comprimento da cabeça a partir dos dados

brutos. Os dados de comprimento padrão foram expressos em milímetros (mm). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Excel e PAST 4.03 (HAMMER; HARPER; DENMARK, 2013).

### **Análise osteológica**

Para a análise osteológica foram utilizados três exemplares medindo (73,77 mm, 95,96 mm e 110,49 mm de comprimento padrão) diafanizados, seguindo o procedimento proposto por Taylor e Van Dyke (1985), para melhor visualização da dentição, bem como para contagem de estruturas internas, posição, largura e comprimento das demais porções ossificadas. Os complexos anatômicos foram fotografados numa câmera digital DFC295, acoplada num estereomicroscópio Leica, modelo M205 A. As fotografias foram editadas em programas de edição de imagens e usadas na montagem de pranchas. A nomenclatura osteológica seguida foi proposta por WEITZMAN (1962) com modificações de VARI (1983), Teleost Anatomia Ontologia (DAHDUL et al., 2010). A descrição dos caracteres osteológicos foi baseada em SIDLAUSKAS et al. (2021).

### **Distribuição geográfica**

A distribuição da espécie foi determinada através das coordenadas indicadas nos registros, e com auxílio do programa Google Earth Pro 7,3 para visualização dos locais de coleta dos indivíduos, posteriormente as informações dos pontos de coleta foram importadas para o software QGIS 3,6 para a elaboração do mapa.

### **Status de conservação**

O estado de conservação da espécie foi determinado de acordo com os critérios da IUCN (Standards and Petitions Committee, 2019) sendo os status divididos em Menos Preocupante (LC), Quase Ameaçada (NT) ou ameaçada nas categorias Vulnerável (VU), Em Perigo (EN) e Criticamente Em Perigo (CR).

### **Análise molecular**

#### *Amostragem*

Foram obtidas sequências do COI de quatro exemplares da espécie nova de *Leporinus* (material depositado no LIA), além de congêneres proximalmente relacionados depositados no MZUEL (doados pelo professor José Birindelli) *Leporinus geminis* (quatro) e *Leporinus unitaeniatus* (quatro), do rio Tocantins, *Leporinus sidlauskasi* e

*Leporinus vanzoi* (um cada) do rio Tapajós. Além disso, foi feita uma busca no BOLD Identification System ([http://boldsystems.org/index.php/IDS\\_OpenIdEngine](http://boldsystems.org/index.php/IDS_OpenIdEngine)) para detectar espécies que apresentavam a sequência do DNA Barcode mais próximas à da espécie nova. A busca reconheceu *Leporinus nigrotaeniatus* com 97,71% de similaridade no COI, seguida por *L. unitaeniatus* com 97,31%, *L. cylindriformis* com 96,47% e *L. apollo* com 96,12%. As demais espécies apresentaram valores menores do que 95% de similaridade. Infelizmente, as sequências de DNA Barcode de *L. apollo*, *L. cylindriformis* e *L. nigrotaeniatus*, ainda não estão publicadas ou disponíveis para download. Para comparações, foram incluídas sequências de indivíduos de outras espécies, *Leporinus fasciatus*, a espécie tipo do gênero, e *L. friderici*, um congênere bem conhecido e estudado, obtidas no BoldSystem ou do GenBank plataforma NCBI. Nossas análises incluíram um total de 44 sequências. Todas as espécies utilizadas, bem como as informações sobre elas estão disponíveis na tabela 1.

#### *Extração, amplificação e sequenciamento*

O material genético foi extraído de tecido muscular conservado em álcool com auxílio do kit de extração de DNA da Wizard Genomic-PROMEGA, seguindo o protocolo do fabricante. O fragmento do marcador mitocondrial COI foi amplificado por meio da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), tendo como iniciadores os primers FishF1-5'TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT GGC AC-3' e FishR1- 5'AGA CTT CTG GGT GGC CAA AGA ATC A-3' (WARD et al., 2005). O COI também conhecido como DNA Barcode foi escolhido por ser extremamente eficiente para análises de delimitação de espécies (HEBERT et al., 2003). As reações de PCR ocorreram com um volume total de 15µl: contendo 7,5 µl GoTaq Green Master Mix (Promega), 0,25 µl de cada primer a (20 µM), 2,0 µl DNA genômico (5 ng/µl) e 5,0 µl de água biodestilada. As condições da reação de amplificação foi a seguinte: desnaturação inicial a 94°C por 2 minutos (uma única vez) seguido por 35 ciclos de desnaturação da cadeia a 94°C por 30 segundos, anelamento a 54°C por 30 segundos, extensão de nucleotídeos a 72°C por 1 minuto e uma extensão final a 72 °C por 10 minutos (uma única vez). O produto resultante de cada PCR foi verificado por eletroforese em gel de agarose, purificada com ExoSAP (GE Healthcare®) e sequenciado em ambas as direções usando Big Dye Terminator v 3.1 (Applied Biosystems), com leitura posterior no sequenciador ABI Prism 3500 XL (Applied Biosystems®).

### *Alinhamento, distância genética e delimitação de espécies*

As sequências foram alinhadas usando o algoritmo MUSCLE (EDGAR, 2004) no software MEGA v.11 (TAMURA et al., 2021 [<https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>]). As distâncias genéticas intra- e interespecíficas foram calculadas utilizando o modelo de distância Kimura-2-Parâmetros (K2P, KIMURA, 1980) no mesmo programa utilizando o modelo K2P, considerando uma distribuição uniforme para taxas entre os sítios, as substituições incluindo transições+transversões, e tratando os gaps como *pairwise deletion*. A confiabilidade de cada nó foi estimada pelo método de *bootstrap*, com 1000 pseudoréplicas (FELSENSTEIN, 1985). Foram realizadas três análises de delimitação de espécies, a primeira baseada na distinção morfológica das espécies, a segunda numa abordagem filogenética através do método GMYC (PONS et al., 2006) e a terceira numa abordagem fenética através do método ASAP (PUILLANDRE et al., 2021). A análise por GMYC leva em conta uma árvore Bayesiana e foi realizada no servidor online <https://species.hits.org/gmyc/>, enquanto que a ASAP leva em conta a matriz de sequências alinhadas e o modelo K2P foi feita no servidor online <https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/asap/asapweb.html>. A hipótese filogenética foi feita através de uma análise de Inferência Bayesiana no BEAST v. 2.6 (BUCKAERT et al., 2019) utilizando o pacote bModelTest com taxa de mutação estimada, modelo namedExtended e frequências empíricas (BUCKAERT& DRUMMOND, 2015), o modelo de relógio molecular relaxado e o modelo Birth-Death como tree prior. Os demais parâmetros não foram alterados. Foram realizadas 100.000 buscas salvando 1.000 árvores por buscas. A eficiência amostral foi testada no Tracer v.1.7 com tamanho mínimo suficiente (ESS) maior do que 200. A árvore de máxima credibilidade de clados foi calculada no programa TeeAnnotator, do pacote BEAST, descartando 10% das árvores iniciais (burn-in) e editada no programa FigTree v.1.4.

Tabela 1. Vouchers e número de acesso das sequências COI obtidas online.

Espécie	Localidade (bacia)	Voucher	Nº de acesso
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Marowijne, Suriname	SU08-655	MZ051034
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-007	MZ051774
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG- 0480	MZ051659
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Tapanahony, rio Paloemeu, Suriname	SU08-656	MZ051752
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF15-013	MZ051963
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Tapanahony, rio Paloemeu, Suriname	SU08-202	MZ051564
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF15-269	MZ051557
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG-0082	MZ051463
<i>Leporinus friderici</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-008	MZ051433
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG-0671	MZ051423
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG-0670	MZ051421
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG-0105	MZ051214
<i>Leporinus friderici</i>	RioTampok, Guiana Francesa	PAG-3639	MZ051168
<i>Leporinus friderici</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-083	MZ051153
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF15-012	MZ051078
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	PAG-0094	MZ050836
<i>Leporinus friderici</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-084	MZ050815
<i>Leporinus friderici</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF15-280	MZ051019
<i>Leporinus fasciatus</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-372	MZ051768
<i>Leporinus fasciatus</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-148	MZ051598
<i>Leporinus fasciatus</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-393	MZ051560

<i>Leporinus fasciatus</i>	Rio Maroni, RioTampok, Guiana Francesa	GF15-328	MZ051452
<i>Leporinus fasciatus</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF15-105	MZ051400
<i>Leporinus fasciatus</i>	Rio Maroni, Guiana Francesa	GF10-007	MZ051274
<i>Leporinus fasciatus</i>	RioTampok, Guiana Francesa	GF15-219	MZ051126
<i>Leporinus fasciatus</i>	Alto Maroni, rio Marouini, Guiana Francesa	GFSU14-178	MZ051056
<i>Leporinus fasciatus</i>	Rio Marowijne, Suriname	SU08-342	MZ050971
<i>Leporinus fasciatus</i>	Rio Maroni, Rio Lawa, Guiana Francesa	GF15-106	MZ050948
<i>Leporinus geminis</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20675 79	
<i>Leporinus geminis</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20675 82	
<i>Leporinus geminis</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20675 153	
<i>Leporinus geminis</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20675 162	
<i>Leporinus sidlauskasi</i>	Rio Tapajós	MZUEL-21738	
<i>Leporinus vanzoi</i>	Rio Tapajós	MZUEL-8009	
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20674 81	
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20674 83	
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20937 18	
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Rio Tocantins	MZUEL-20674	
<i>Leporinus sp.2</i>	Rio Xingu	LIA-8408	
<i>Leporinus sp.2</i>	Rio Xingu	LIA-8409	
<i>Leporinus sp.2</i>	Rio Xingu	LIA-8410	
<i>Leporinus sp.2</i>	Rio Xingu	LIA-8411	

#### 4 RESULTADOS

*Leporinus* sp. 2, (Figura 3)

*Leporinus* sp: Backup, P. A., et al. p. 173, fig.7.8 (E). Livro, citação da espécie.

*Leporinus* sp.2: Zuanon, J.A.S, 1999: p. 87- 90. Fig. 3.1. Tese, breve descrição da espécie.



Figura 3: Exemplar de *Leporinus* sp. 2 com 78,95 mm CP (em álcool) depositado no laboratório de ictiologia de Altamira. Foto: Leandro Sousa.

#### **Holótipo**

MZUEL 21722 (108,21 mm CP), Brasil, Pará, Vitória do Xingu, Canal do Sistema de Transposição de Peixes na Barragem de Pimental, 3°43'92.9" S 51°93'92.2" W, J. Brito-Santos, 08 de outubro de 2021.

#### **Parátipos**

Todos do Brasil, Pará, Bacia do rio Xingu: MZUSP 21721 (dois espécimes 90,66 - 111,12 mm CP), ZUEC XX (um espécime 107,62 mm CP), UNESP XX (dois espécimes 100,04 - 106,89 mm CP), MZUEL 21721 (dois espécimes 93,18 - 121,54 mm CP), LIA 008151 (18 espécimes 78,95 - 112,29 mm CP), coletados com o holótipo. MZUSP 94466 (um espécime 81,77 mm CP), Mato Grosso; Canarana, 13°33'32" S; 52°33'52" W, Equipe AXE, 18 de outubro de 2004. INPA-ICT 030862 (dois espécimes 38,97- 61,32mm CP), América do Sul, Brasil, Altamira, boca do rio Iriri, confluência com rio Xingu, 3°81'50" S; 52°61'91" W, López-Fernandez, H, 15 de agosto de 2008. LIA006579 (um espécime 102,72 mm CP), Pará, Vitória do Xingu, Xingu, Belo Monte, 3°10'52" S; 51°71'37" W, UFPA/Belém equipe monitoramento, 28 de abril de 2013. LIA 001165 (um espécime 64,23 mm CP), Pará, São Felix do rio Xingu, Xandai acima de São Felix do rio Xingu, 6°89'32" S; 52°03'73" W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 19 de fevereiro de 2015. LIA 001196 (três espécimes, 54,52- 64,57 mm CP) Pará, São Felix do rio Xingu, 7°13'21" S; 52°50'00" W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 19 de fevereiro de 2015. LIA 001264 (três espécimes 77,82- 89,55 mm CP), Pará, São

Felix do rio Xingu, Xandai acima de São Felix do rio Xingu, 0°89'00" S; 52° 03'03" W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 19 de fevereiro de 2015. LIA001309 (uma espécime 67,13 mm CP) Pará, São Felix do rio Xingu, 0°89'00" S; 52° 03'03" W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 19 de fevereiro de 2015. LIA 001328 (um espécime 76,13 mm CP), Pará, São Felix do rio Xingu, Xingu onça, 7° 12'42" S; 52° 50'44"W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 19 de fevereiro de 2015. LIA001483 (dois espécimes 62,35-62,82 mm CP), Pará, São Felix do rio Xingu, Xingu, Araraquara, 6°55'44" S; 52°11'19" W, Sousa Leandro; Gonçalves Alany; Martins Celina, 04 de março de 2015. LIA 006800 (um espécime 48,73 mm CP), Pará, Altamira, comunidade Bom Jardim, 3°21'02" S; 52°21'25" W, Alany Gonçalves; Maria Dayanne, 12 de fevereiro de 2016. LIA 007013 (um espécime 83,27 mm CP), Pará, Vitória do Xingu, Xingu, Sistema de Transposição de peixes na barragem de Pimental, 3°43'94" S; 51°93'91" W, Equipe BIOS, 26 de setembro de 2018.

Mato Grosso, Bacia do rio Xingu: MZUSP 88041 (uma espécie 85,04 mm CP); Mato Grosso; Canarana, 13°33'32" S; 52°33'51" W, Equipe AXE, 19 de outubro de 2004. MZUSP 94468 (um espécime 72,77 mm CP), Mato Grosso; Gaúcha do Norte, 13° 02'05" S; 53°25'19" W, Moreira; Landim; Datovo; Oliveira, 19 de outubro de 2004. MZUSP 108794 (um espécime 87,38 mm CP), Mato Grosso; Paranatinga II, 13°49'00" S; 53° 15'00" W, Birindelli, JL, Sousa, LM, & A. Akama, 21 de agosto de 2006.

## Diagnose

*Leporinus* sp. 2 diferencia-se de todos os congêneres, exceto *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii*, *L. microphysus*, *L. unitaeniatus*, *L. vanzoi*, e *L. octomaculatus*, pela presença de uma faixa escura ao longo da linha lateral e barras transversais escuras no dorso. A espécie nova difere de *L. britskii*, *L. guttatus*, *L. marcgravii* e *L. octomaculatus* por apresentar 16 séries de escamas ao redor do pedúnculo caudal (vs 12). Diferencia-se adicionalmente de *L. unitaeniatus* e *L. vanzoi* por possuir três dentes na pré-maxila (vs. quatro). Difere de *L. microphysus* por apresentar corpo com uma faixa horizontal escura, formado por máculas escuras alinhadas ao longo da linha lateral (vs. faixa escura continua ao longo da linha lateral).

## Descrição

Um total de 56 exemplares foram medidos e contados. Peixe de pequeno porte, maior exemplar conhecido com 121,54 mm CP, corpo alongado sua altura

correspondendo a 25,44 mm CP, maior altura do corpo na origem da nadadeira dorsal. Cabeça um pouco comprimida; boca subterminal, borda do lábio superior e margem inferior da pupila na mesma horizontal; focinho arredondado.

Outros dados morfométricos estão dispostos na tabela 2. Perfil dorsal levemente convexo da ponta do focinho até o início da nadadeira dorsal, ligeiramente convexo ao longo da base da nadadeira dorsal, mais ou menos reto ou convexo da extremidade da base da nadadeira dorsal até à origem da nadadeira adiposa e ligeiramente côncavo desde a origem da nadadeira adiposa até o raio procurrente da nadadeira caudal dorsal anterior. Perfil ventral ligeiramente convexo da ponta do maxilar inferior à vertical através da origem da nadadeira peitoral, distintamente convexo deste ponto para a origem da nadadeira pélvica, reto ou levemente convexo do último ponto para a origem da nadadeira anal, reto ao longo da base da nadadeira anal, e levemente côncavo da porção posterior da nadadeira anal até o raio procurrente anterior da nadadeira caudal ventral.

Nadadeira dorsal, quando reclinada sobre o corpo, alcançando a quarta escama posterior à sua base; ponta da peitoral distando da origem da pélvica quatro ou cinco escamas; ponta da nadadeira pélvica atingindo da terceira à quarta escama anterior ao ânus. Nadadeira anal, seus últimos raios atingindo quarta a ou quinta escama posterior à sua base; quando distendida, sua margem posterior reta.

Escamas ciclóides, linha lateral com 37 (19), 38 (33) ou 39 (3) escamas perfuradas que se estendem da margem posterior do opérculo à base dos raios medianos da nadadeira caudal, linha transversal com cinco (56) séries de escamas acima e quatro (56) abaixo da linha lateral; 16 (56) escamas circumpedunculares. Escamas pré-dorsais com 10 (28), 11 (22) ou 12 (6) entre o supraoccipital e a origem da nadadeira dorsal; escamas dorsais entre o fim da dorsal e a origem da adiposa 10 (6), 11(20) ou 12 (8), escamas dorsais entre o fim da adiposa e a nadadeira caudal cinco (6), seis (18) ou sete (9).

Escamas pré-pélvicas com 15 (11), 16 (15) ou 17 (7) escamas entre o istmo e a origem das nadadeiras pélvicas; escamas da base da nadadeira pélvica borda anterior do ânus seis (2), sete (24) ou oito (9); três (raramente quatro) entre a borda posterior do ânus e a origem da nadadeira anal e cinco a sete entre esta e a nadadeira caudal. Pré-maxilar com três dentes (56) incisiformes diminuindo suavemente em tamanho a partir do dente sinfisário. Dentário com quatro dentes (56) incisiformes também diminuindo gradualmente de tamanho lateralmente. Nadadeira dorsal com ii + 10 (56) raios; peitoral i + 15 (29) ou 16 (23) raramente i + 14; ventral i + 8 (26) ou i + 9 (30); anal iii + 7 (21)

ou 8 (35) e caudal  $i + 17$  ou  $16 + i$ . Nadadeira caudal bifurcada, lóbulos arredondados, lóbulo superior ligeiramente mais longo que o lobo inferior. Vértex 36 (3).

Tabela 2. Dados morfométricos de *Leporinus* sp. n. N= número de espécimes; DP= desvio padrão.

	N	Média	Amplitude		DP	Holótipo
Comprimento padrão	56	85,36	38,97 - 121,54			108,21
Porcentagens do Comprimento Padrão						
Distância pré-dorsal	56	46,94	44,40 - 52,89	1,49		44,4
Nadadeira dorsal a nadadeira adiposa	56	39,18	31,31 - 51,28	2,78		38,9
Distância pré-pélvica	56	51,04	47,24 - 56,97	1,51		49,2
Altura do Corpo	56	21,81	19,85 - 25,44	1,26		20,5
Altura do pedúnculo caudal	56	8,62	7,44 - 9,95	0,52		8,1
Comprimento do lóbulo da nadadeira anal	56	16,69	9,03 - 19,58	1,82		16,2
Comprimento da Cabeça	56	24,44	22,36 - 27,35	1,19		22,6
Porcentagens do Comprimento da Cabeça						
Comprimento do pré-opérculo	56	79,06	74,70 - 83,95	2,30		79,8
Comprimento do focinho	56	42,09	38,39 - 45,85	1,97		42,8
Altura da cabeça	56	66,64	62,04 - 70,96	2,60		70,8
Diâmetro do olho	56	25,00	20,31 - 28,88	2,36		25,3
Espaço inter-orbital	56	34,31	29,20 - 37,87	2,56		37,5

### Coloração em álcool

Cor da cabeça e do corpo marrom claro. Corpo com 14 barras transversais escuras no dorso, corpo com uma faixa horizontal escura, desde a parte posterior do opérculo até o pedúnculo caudal, formado por 8 a 6 máculas escuras horizontalmente alongadas e alinhadas ao longo da linha lateral. Superfícies ventrais da cabeça e do corpo pálidas a creme. Nadadeira dorsal com raios e membranas pálidos no quinto proximal e levemente escuros do quarto ao quinto distal. Nadadeira peitoral com o primeiro raio de coloração escura e os demais pálidos. Nadadeira adiposa com margem distal escura. Demais nadadeiras com cor principal pálidas a creme.

### Coloração em vida

Coloração viva semelhante à dos espécimes preservados, exceto a cor da cabeça e corpo visivelmente castanho claro, opérculo levemente prata e amarelo brilhante (e completamente pálido ventralmente). Base dos raios da nadadeira dorsal, peitoral, raios da nadadeira pélvica e nadadeira caudal de coloração laranja a amarelo; e a parte distal dessas nadadeiras geralmente amarelo claro à transparente; nadadeira adiposa com

mancha laranja no centro; escamas dorsais, quatro ou cinco fileiras do corpo reluzentes (figura. 4a). Pode haver variação do padrão de colorido entre populações, alguns espécimes, (em especial os exemplares do alto rio Xingu, na porção do estado do Mato Grosso) apresentam uma fileira de máculas menores abaixo da linha lateral (figura.4b).



Figura 4. 4a. Coloração em vida de *Leporinus* sp. (exemplar não catalogado) do médio rio Xingu. Foto: Leandro Sousa. 4b. Coloração em vida de *Leporinus* sp. n. do alto rio Xingu. Foto: José Cezar Nolasco.

### **Distribuição geográfica**

A espécie nova de *Leporinus* é conhecida em ambientes com correntezas e corredeiras do rio Xingu, estando distribuída desde o alto rio Xingu, na porção do estado do Mato Grosso, até o baixo rio Xingu nas proximidades do município de Vitória do Xingu no estado do Pará, Brasil (figura. 5). Exemplares de *Leporinus* sp. 2 foram recentemente capturados no lago artificial formado pela UHE Belo Monte, no trecho entre Pimental e Belo Monte.

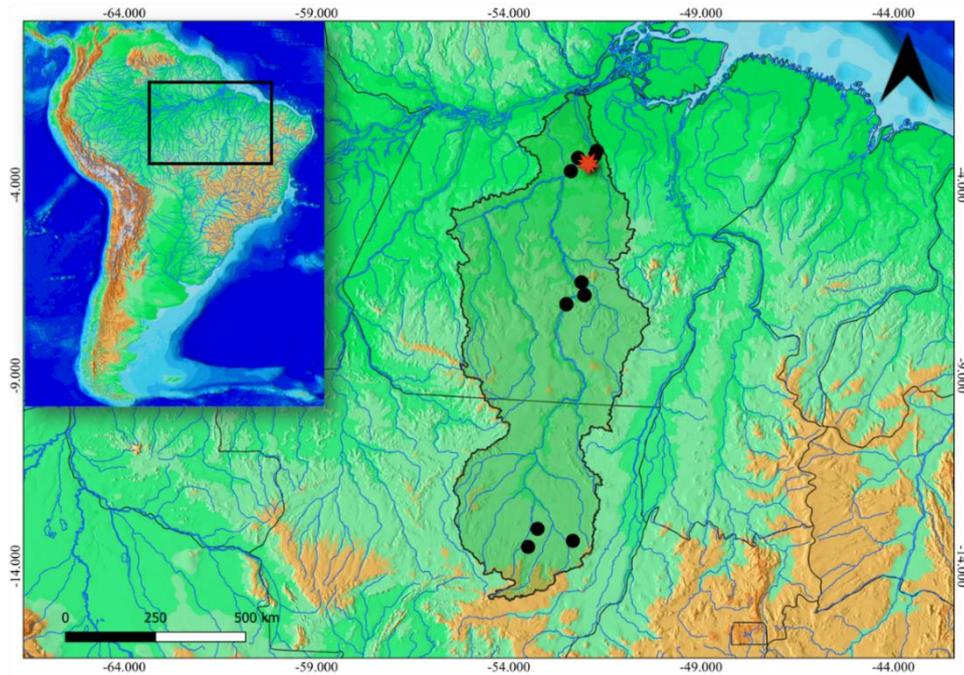


Figura 5. Mapa de distribuição geográfica da espécie nova de *Leporinus* na bacia do rio Xingu, Brasil. Pontos na cor preta simbolizam a localidade dos parátipos e estrela vermelha representa a localização do holótipo.

### Status de conservação

*Leporinus* sp. 2 é amplamente distribuído na maior parte do rio Xingu, onde ocorre preferencialmente em áreas de corredeiras, com correntezas moderadas (figura 6). Apesar da degradação do habitat existente devido especialmente a barramentos e projetos de mineração, a espécie parece estar presente na maioria dos ambientes onde ocorre. Dessa forma, sugerimos que *Leporinus* sp. 2 seja classificado como Menos Preocupante (LC) de acordo com as categorias e critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).



Figura 6. Médio rio Xingu, mostrando um dos locais de coleta de *Leporinus* sp. 2

## Nota ecológica

*Leporinus* sp. 2 foi coletado em ambientes de corredeiras e locais com correntezas do rio Xingu, nestas corredeiras normalmente são encontrados blocos rochosos, cascalhos e areia com correntezas que variam de forte a moderada, formando uma turbulência. As correntezas são locais com fluxo de água mais forte que o normal e contínuo. *Leporinus* sp.2 pode ser capturado a partir de 1 m de profundidade. Indivíduos da espécie têm hábito alimentar catador (ZUANON,1999). Sua alimentação é bem variada, tendo como principais itens alimentares, larvas de insetos aquáticos da ordem Trichoptera e Diptera. Sendo menos presentes indivíduos da ordem Oligochaeta e classe Gastropoda. Foi verificado também em sua alimentação a presença de grãos de areia, escamas de peixe e restos vegetais (figura 7).

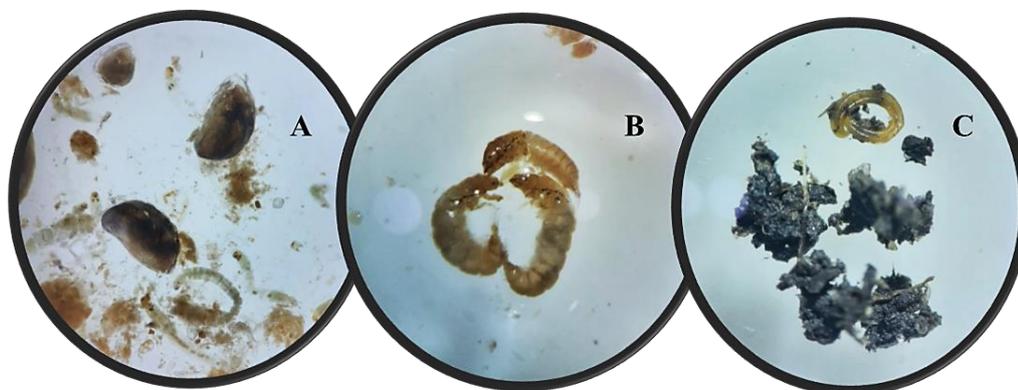


Figura 7. Itens alimentares presentes nos estômagos analisados de *Leporinus* sp. 2. A. larvas de insetos e gastrópode, B. larvas de insetos aquáticos, C. grãos de areia, restos vegetais e nematoide.

## Características osteológicas

Os complexos osteológicos foram dissecados e estão ilustrados a seguir. Além disso, a anatomia osteológica de *Leporinus* sp. 2 foi comparada às outras espécies do gênero, já descritas anteriormente, e as diferenças encontradas foram mencionadas no texto, onde também estão ressaltadas as características presentes e que são distintas das descritas e consideradas como generalizadas em Anostomidae (WINTERBOTTOM, 1980; SIDLAUSKAS & VARI, 2008; SIDLAUSKAS et al., 2021).

A série infraorbital de *Leporinus* sp. 2 apresenta fusão nos infraorbitais 4 e 5. Além disso, o infraorbital 1 é estreito na porção dorsal e largo com margem arredondada, na porção ventral, sobreposto pelo antorbital, dorsalmente, e pelo infraorbital 2, póstero-ventralmente, canal sensitivo ligeiramente vertical, alcançando o antorbital (Figura 8).

Antorbital relativamente grande e fino, lembrando um L invertido (figura 8), como o observado em *Leporinus fasciatus* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008), com flange direcionado horizontalmente correndo ventralmente a abertura nasal, antorbital termina distintamente anterior a abertura anterodorsal do canal sensorial do infraorbital 1, canal sensorial presente na porção que se sobrepõe ao infraorbital 1.

O pré-maxilar tem três dentes em cada lado incisiformes com borda reta à triangular, formato ligeiramente convexo; os dentes diminuem em tamanho no sentido sínfise-lateral (figura 8). O dentário apresenta 4 dentes, os dentes possuem borda arredondada, em formato de colher, diminuem em tamanho no sentido sínfise-lateral.

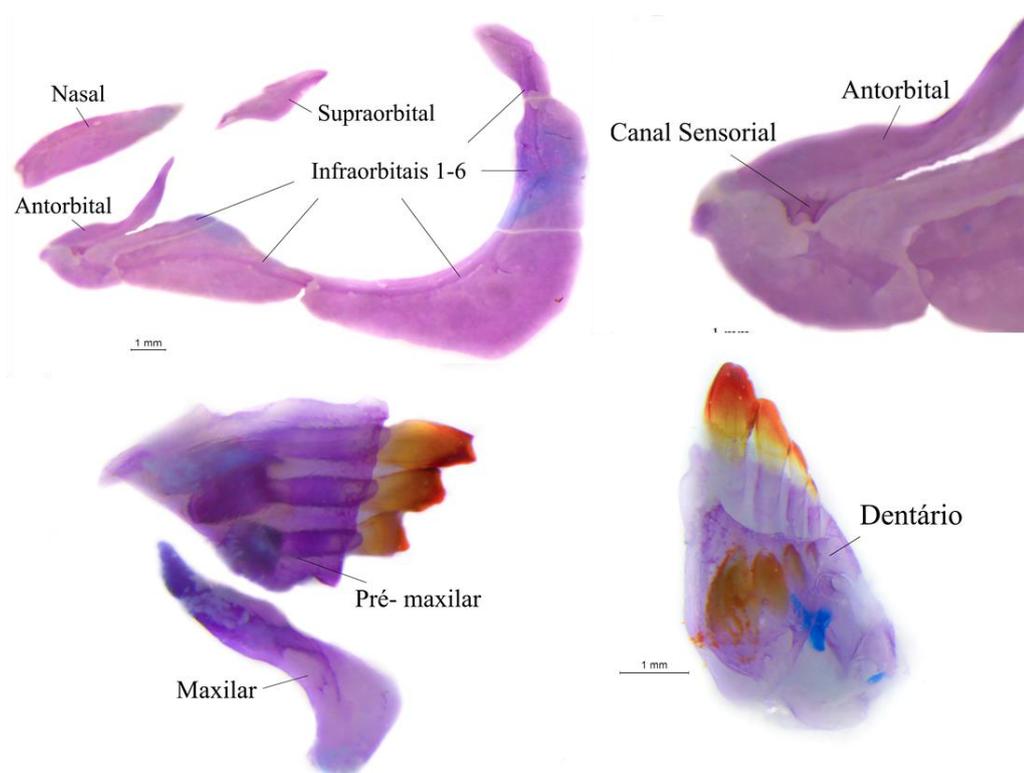


Figura 8. *Leporinus* sp. 2, LIA, 008151, 110,49 mm CP, detalhe da série infraorbital, vista do canal sensorial no antorbital, maxilas (com pré-maxilar, maxilar e dentário em vista lateral).

*Leporinus* sp. 2 tem um mesetmóide estreito, a porção anterior do o mesetmóide corre paralelo, ou quase paralelo, ao o eixo longitudinal do corpo e apresenta um eixo ventral em formato de gancho em vista lateral, condição semelhante em *Leporinus fasciatus* e *Inesperanos nattereri* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008; SIDLAUSKAS et al., 2021) respectivamente. O processo lateral da porção anterior do mesetmóide é similar a maioria dos anostomídeos, sendo plana ou ligeiramente curvada. O aparelho Weberiano inclui elementos centrais associados a quatro vértebras abdominais como encontrado em peixes Ostariophysi (SIDLAUSKAS & VARI, 2008).

Suspensório apresenta autopalatino arredondado e curvado para baixo (figura 9), o ectopterigoide é relativamente pequeno e transversal em relação ao eixo do corpo. O pré-operculo em formato de L, com a presença do canal sensorial e o simplético de tamanho moderado. Na composição do arco hióide, há presença de quatro raios branquiostégios (figura 9), como o descrito para anostomídeos (WINTERBOTTOM, 1980; SIDLAUSKAS & VARI, 2008). Nos arcos branquiais, o osso ceratobranquial 5 possui 2 fileiras de dentes completa com 20 dentes e a placa dentígera faringobranquial possui 24 dentes. A morfologia dos dentes faríngeos é similar à descrita para espécies de *Leporinus* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008).

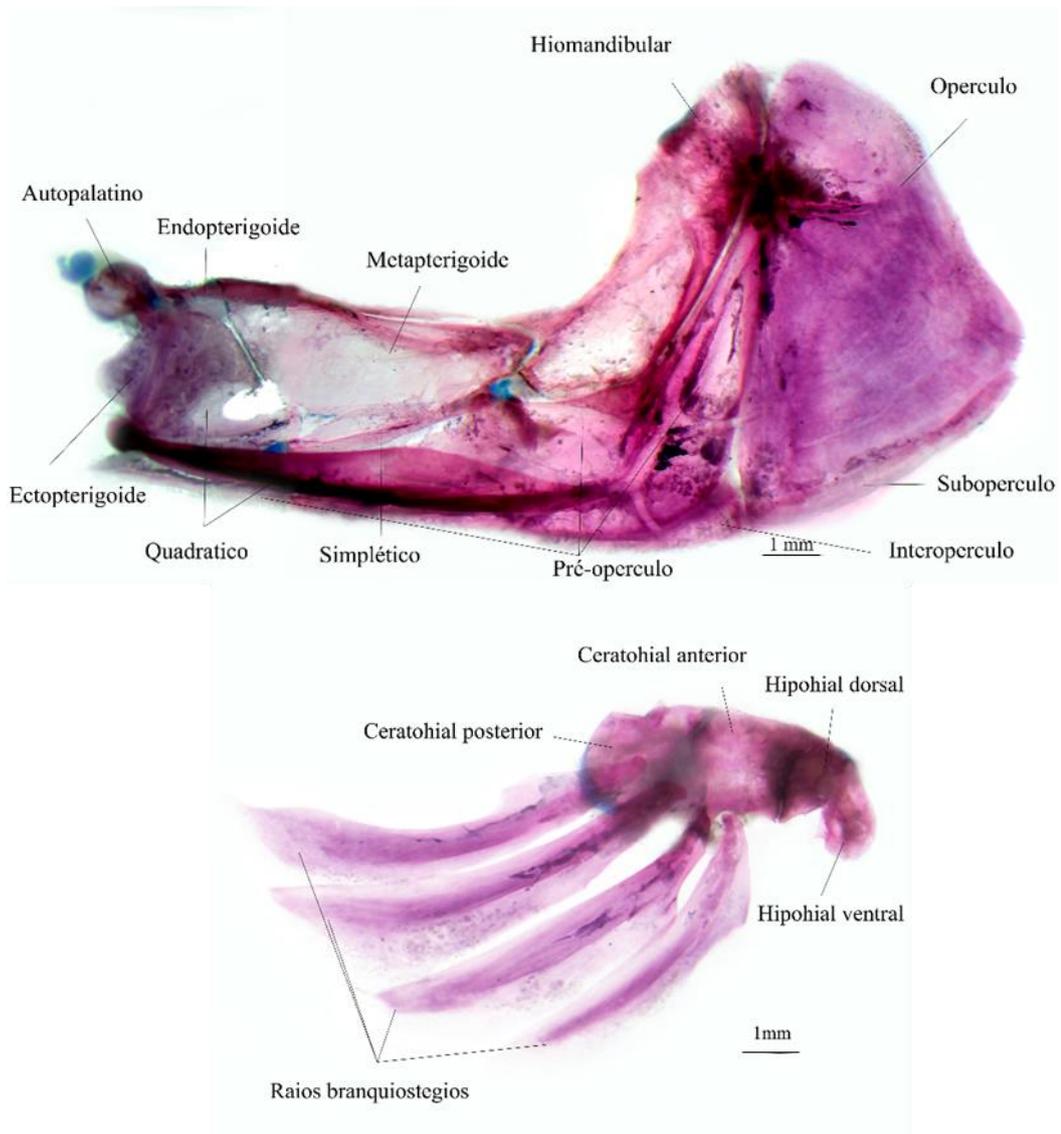


Figura 9: *Leporinus* sp.2 LIA 008151, 73,77 mm CP. Vista lateral em detalhes do suspensório e serie opercular, raios braquiostegios em vista medial.

A morfologia dos ossos da cintura pélvica e cintura peitoral seguem o padrão generalizado em Anostomidae (WINTERBOTTOM, 1980; SIDLAUSKAS *et al.*, 2021)

e presente nas espécies de *Leporinus* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008). No esqueleto caudal a cartilagem opistural da nadadeira caudal é visível externamente no exemplar diafanizado de *Leporinus* sp. 2 sendo similar à observada nos representantes do gênero *Leporinus* (SIDLAUSKAS, 2008). A nadadeira dorsal e a anal também tem a mesma morfologia descrita para outros membros de Anostomidae (SIDLAUSKAS, 2008).

### Análise Molecular

Um total de 560 pares de bases (pb) do gene COI foram analisadas, todas as espécies foram razoavelmente bem amostradas em termos de localidades. Não encontramos inserções, deleções ou códons de terminação nestas sequências, indicando que todas as regiões amplificadas correspondem a uma porção funcional do gene COI. Os valores para as distâncias genéticas intra e interespecífica para as espécies utilizadas nessa análise são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Distância genética baseada em sequências do gene COI e no modelo K2P. Os valores na diagonal em vermelho representam a variação intra-específica; os valores em azul representam o desvio padrão; os valores em preto representam a variação inter-específica.

	<i>L.</i> <i>friderici</i>	<i>L. fasciatus</i>	<i>L.</i> <i>unitaeniatus</i>	<i>L.</i> <i>geminis</i>	<i>L.</i> <i>sidlauskasi</i>	<i>L.</i> <i>vanzoi</i>	<i>Leporinus</i> sp. 2 .
<i>L. friderici</i>	<b>0,18</b>	1,26	1,78	1,53	1,78	1,70	1,62
<i>L. fasciatus</i>	10,64	<b>0,21</b>	1,67	1,57	1,73	1,66	1,54
<i>L. unitaeniatus</i>	14,54	12,28	<b>0,15</b>	1,83	0,81	0,72	0,72
<i>L. geminis</i>	10,49	12,11	14,17	<b>0,00</b>	1,80	1,84	1,78
<i>L. sidlauskasi</i>	13,27	12,36	3,28	14,12	<b>n/c</b>	0,54	0,81
<i>L. vanzoi</i>	12,79	11,94	2,95	14,35	1,53	<b>n/c</b>	0,68
<i>Leporinus</i> sp. 2	12,88	11,02	2,73	13,95	3,09	2,66	<b>0,09</b>

A análise de distância genética indicou que as espécies de *Leporinus* estudadas diferem entre si, entre 1,53 a 14,17% de distância, e que há uma baixa variação genética dentro das espécies, variando de 0,0 e 0,21% (Tabela 3). Os menores valores de divergência genética para *Leporinus* sp. 2 foram observados entre *L. unitaeniatus* e *L. vanzoi* 2,73% e 2,66% respectivamente.

A análise filogenética realizada através de Inferência Bayesiana mostrou que a espécie utilizada neste trabalho forma grupo monofilético com *L. sidlauskasi*, *L. vanzoi* e *L. unitaeniatus*, reforçando o que já havia sido observado na análise de divergência genética. De acordo com nossos resultados, *Leporinus* sp. 2, é uma linhagem endêmica

do rio Xingu, grupo irmã de *L. unitaeniatus* dos rios Araguaia e Tocantins (Figura 10), apresentando uma menor distância genética em relação às outras espécies.

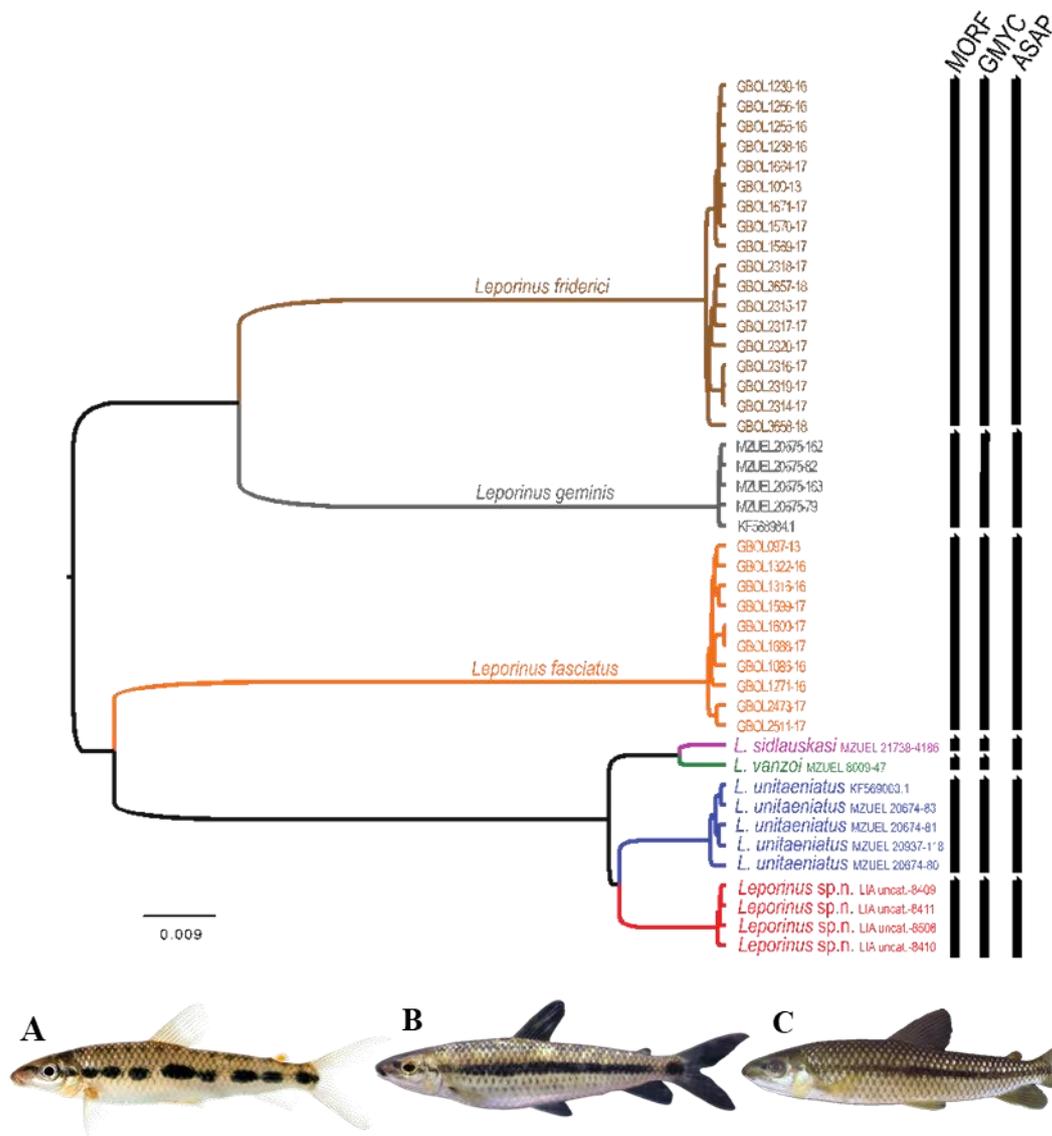


Figura 10. Árvore de máxima credibilidade por análise Bayesiana realizada no BEAST v.2.6 baseado na sequência do gene COI. No lado direito estão resumidas as análises de delimitação de espécies baseada em morfologia (MORF), e dados moleculares (métodos GMYC e ASAP). Abaixo encontram-se as espécies relacionadas a espécie nova. A. *Leporinus sp.2.*, B. *Leporinus vanzoi*, C. *Leporinus sidlauskasi*.

## 5. DISCUSSÃO

Exemplares da espécie nova de *Leporinus* podem ser facilmente confundidos com outras espécies do gênero, como por exemplo *L. vanzoi*, *L. unitaeniatus*, *L. britskii*, *L.*

*microphthalmus*, *L. octomaculatus*, *L. microphysus*, *L. guttatus*, *L. marcgravii*, principalmente pelo pequeno porte e padrão de colorido. Apesar disso, a espécie nova do rio Xingu difere facilmente das supracitadas, pela presença de três dentes no pré-maxilar (vs. quatro em *L. unitaeniatus*) e pelas 16 séries de escamas ao redor do pedúnculo caudal (vs. 12 em *L. microphthalmus*, *L. octomaculatus*, *L. microphysus*, *L. guttatus*, *L. marcgravii*). Embora a coloração possa ser interpretada como indicativo de uma relação próxima entre as espécies, o colorido em *Leporinus* é considerado uma característica homoplástica em muitos casos (SIDLAUSKAS & VARI, 2008, BIRINDELLI & BRITSKI, 2013).

Além disso, o arranjo desalinhado e formato ovalado e desigual das máculas escuras sobre a linha lateral, estendendo-se do olho ao término do pedúnculo caudal é completamente único. Em *L. britskii*, por exemplo, as máculas são maiores, completamente alinhadas e com início posterior à cabeça (as máculas ainda formam uma faixa contínua em alguns indivíduos). Já em *L. octomaculatus*, as máculas são maiores, arredondadas, completamente alinhadas e também não se estendem anteriormente na cabeça. As máculas de *L. marcgravii* e *L. microphthalmus* são grandes e retangulares.

A osteologia é uma ferramenta extremamente útil e eficaz para identificação de espécies de peixes e para entender como elas evoluíram. Embora no gênero *Leporinus* esses caracteres sejam muito bem preservados, em *Leporinus* sp. 2 o principal caráter discriminatório é a presença do canal sensorial estendido sobre a porção anterior do antorbital (Figura 7), e a fusão nos infraorbitais 4 e 5. O formato do antorbital em foice é similar ao encontrado em *Abramites*, *Anostomoides*, *Laemolyta*, *Leporinus*, *Pseudanos*, *Rhytiodus* e *Schizodon* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008). No entanto, a presença da extensão do canal sensorial sobre a porção ântero-ventral do antorbital é uma característica única entre os anostomídeos. Em Characiformes, esta condição foi registrada apenas para *Bryconops* (CHERNOFF; MACHADO-ALLISON, 1999) e *Iguanodectes* (MIRANDE, 2010; PASTANA et al., 2019).

A fusão nos infraorbitais 4 e 5 de *Leporinus* sp. 2 é um caráter presente em algumas espécies de *Leporinus*, sendo observado em *L. guttatus*, *L. octomaculatus* e *L. reticulatus* (Birindelli et al., 2009), e em algumas espécies de *Hypomasticus* incluindo *H. megalepis*, *H. despaxi* (SIDLAUSKAS & VARI, 2008) e *H. lineomaculatus* (Gutuzzo & Birindelli no prelo). Todas estas espécies possuem a boca subinferior ou inferior o que indica que a fusão dos infraorbitais 4 e 5 pode estar relacionada à abertura mais ventral da boca.

Nossos resultados mostram que a delimitação de *Leporinus* sp. 2 com base em dados moleculares foi congruente com os dados morfológicos. As espécies *L. vanzoi*, *L. sidlauskasi* e *L. unitaeniatus* são as espécies mais próximas à espécie nova, com uma distância genética entre 2,66% e 3,04%.

A relação próxima entre *Leporinus* sp. 2 e *L. unitaeniatus* havia sido proposta inicialmente por Zuanon (1999), com base na similaridade da morfologia e nos padrões de colorido similares destas espécies. Na época, *Leporinus vanzoi* e *L. sidlauskasi* ainda não haviam sido descobertas.

Apesar de *Leporinus* sp. 2 não constar na lista de peixes ameaçadas a construção de barramentos nos rios, como a Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte no rio Xingu, alterou a distribuição conhecida de algumas espécies, sendo a maior preocupação para sua preservação (SABAJ PÉREZ 2015; WINEMILLER et al. 2016; CHAVES 2020). Uma outra preocupação é a mineração Belo Sun que está prevista para ser instalada na região da volta grande do rio Xingu. Empreendimentos como estes podem influenciar na dinâmica do rio, sendo extremamente prejudicial para a conservação das espécies reofllicas, que necessitam de áreas de corredeiras íntegras.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui uma espécie nova de *Leporinus* é descrita, sendo ela de pequeno porte e possivelmente endêmica da bacia do rio Xingu. A espécie possui um padrão de colorido único, composto por máculas ovaladas desalinhadas desde a cabeça ao pedúnculo caudal. Duas características osteológicas foram observadas na espécie nova. A primeira, exclusiva em Anostomidae, é a extensão do canal da linha lateral do infraorbital 1 sobre o antorbital. A segunda, presente em alguns congêneres e espécies de *Hypomasticus*, é a fusão dos infraorbitais 4 e 5.

Os dados moleculares baseados em DNA Barcode corroboram a distinção da espécie nova de *Leporinus*, e permitem reconhecer as espécies *L. unitaeniatus*, *L. sidlauskasi* e *L. vanzoi*, como as mais próximas à espécie nova, com distância genética em torno de 3% em relação à espécie nova.

Apesar de endêmica do rio Xingu e de ser uma espécie que apresenta preferência por ambientes correntosos, a ampla distribuição e relativa abundância da espécie em alguns locais permitem reconhecer que a espécie não está atualmente ameaçada de extinção.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLENDORF, F. W.; HOHENLOHE, P. A.; LUIKART, G. Genomics and the future of conservation genetics. **Nature Reviews Genetics**, v. 11, n. 10, p. 697–709, 2010.

ASSEGA, F. M.; BIRINDELLI, J. L. O. Taxonomic revision of the genus *Anostomoides* (Characiformes: Anostomidae). **Zootaxa** (ONLINE), v. 4646, p. 124-144, 2019.

BIRINDELLI, J. L. O. et al. A New Species of *Hypomasticus* from Eastern Brazil Based on Morphological and Molecular Data (Characiformes, Anostomidae). **Copeia**, v. 108, p. 416-425, 2020.

BIRINDELLI, J. L. O.; BRITSKI, H. A. Two new species of *Leporinus* (Characiformes: Anostomidae) from the Brazilian Amazon, and redescription of *Leporinus striatus* Kner 1858. **Journal of Fish Biology**, v. 83, n. 5, p. 1128–1160, 2013.

BIRINDELLI, J. L. O.; BRITSKI, H. A. New species of the genus *Leporinus* Agassiz (Characiformes: Anostomidae) from the rio Curuá, rio Xingu basin, Serra do Cachimbo, Brazil, with comments on *Leporinus reticulatus*. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, p. 1-9, 2009.

BUCKUP, P. A., et al. Inventário da ictiofauna da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. In: Castilhos, Z.C.; Buckup, P. A. (Org.). Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011, v. p. 163-174.

DRUMMOND A.J, BOUCKAERT R.R. Bayesian evolutionary analysis with BEAST. **Cambridge University Press**; 2015.

BOUCKAERT, R, et al. (2019) BEAST 2.5: An advanced software platform for Bayesian evolutionary analysis. **PLoS Comput Biol** 15(4): e1006650.

BURNS, M. D.; FRABLE, B. W.; SIDLAUSKAS, B. L. A New Species of *Leporinus* (Characiformes: Anostomidae), from the Orinoco Basin, Venezuela. **Copeia**, v. 2014, n. 2, p. 206–214, 2014.

CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. **Ecotropica**, v. 10, p. 123–147, 2004.

CHAVES, M. S. Revisão taxonômica de Scobinancistrus Isbrücker & Nijssen, 1989 (Loricariidae Hypostominae) uma abordagem integrativa para delimitação das espécies do gênero. Versão final.pdf. **Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior)**, INPA, p. 136F, 2020.

DAGOSTA, F. C.; PINNA, M. DE. The Fishes of the Amazon: Distribution and Biogeographical Patterns, with a Comprehensive List of Species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 431, p. 163, 2019.

DAHDL, W.M. et al. The Teleostei anatomy ontology: anatomical representation for genomics age. **Systematic Biology** 59: 369–383. 2010.

DRUMMOND, A. J. et al. Bayesian coalescent inference of past population dynamics from molecular sequences. **Molecular Biology and Evolution**, v. 22, n. 5, p. 1185–1192, 2005.

Edgar, R.C. MUSCLE: Multiple Sequence Alignment with High Accuracy and High Throughput. *Nucleic Acids Research*, 32, 1792-1797. 2004. <http://dx.doi.org/10.1093/nar/gkh340>

FITZGERALD, D. B. et al. Diversity and community structure of rapids-dwelling fishes of the Xingu River: Implications for conservation amid large-scale hydroelectric development. **Biological Conservation**, v. 222, n. August 2017, p. 104–112, 2018.

FOWLER, H. W. Fishes from the Rupununi River, British Guiana. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 66, n. 2, p. 229–284, 1914.

GÉRY J. Characoids of the World. 672 p. **Neptune City: TFH Publications**, 1977.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; DENMARK, P. National knowledge resource consortium -a national gateway of S&T on-line resources for CSIR and DST laboratories. **Current Science**, v. 105, n. 10, p. 1352–1357, 2013.

HEBERT, P. D. N. et al. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1512, p. 313–321, 2003.

JÉZÉQUEL, C. et al. A database of freshwater fish species of the Amazon Basin. **Scientific Data**, v. 7, n. 1, p. 1–9, 2020.

PEREIRA, L. H. G. et al. Can DNA barcoding accurately discriminate megadiverse neotropical freshwater fish fauna? **BMC Genetics**, v. 14, p. 1–14, 2013.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2021. <http://qgis.osgeo.org>

RAMIREZ, J. L. et al. Testing monophyly of the freshwater fish *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) through molecular analysis. **Journal of Fish Biology**, v. 88, n. 3, p. 1204–1214, 2016.

RAMIREZ, J. L. et al. Revealing hidden diversity of the underestimated neotropical ichthyofauna: DNA barcoding in the recently described genus *MegaLeporinus* (characiformes: Anostomidae). **Frontiers in Genetics**, v. 8, n. OCT, p. 1–11, 2017.

RAMIREZ, J. L.; BIRINDELLI, J. L. O.; GALETTI, P. M. A new genus of Anostomidae (Ostariophysi: Characiformes): Diversity, phylogeny and biogeography based on cytogenetic, molecular and morphological data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 107, p. 308–323, 2017.

SABAJ PEREZ, M. Where the Xingu Bends and Will Soon Break. **American Scientist**, v. 103, n. 6, p. 395, 2015.

SANTOS, G. M. DOS; JEGU, M. Inventário Taxonômico Dos Anostomídeos (Pisces, Anostomidae) Da Bacia Do Rio Uatumã-Am, Brasil, Com Descrição De Duas Espécies Novas. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 3, p. 151–184, 1996.

SAMBROOK J, RUSSEL D.W. Molecular cloning: A laboratory manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2001.

SIDLAUSKAS, B. L. et al. Total evidence phylogenetic analysis reveals polyphyly of Anostomoides and uncovers an unexpectedly ancient genus of Anostomidae fishes (Characiformes). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 1829, p. 1–44, 7 jun. 2021.

SIDLAUSKAS, B. L.; VARI, R. P. Phylogenetic relationships within the South American fish family Anostomidae (Teleostei, Ostariophysi, Characiformes). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 154, n. 1, p. 70–210, 2008.

SIDLAUSKAS, B. L.; VARI, R. P. Diversity and distribution of anostomoid fishes (Teleostei: Characiformes) throughout the Guianas. **Cybium**, v. 36, n. 1, p. 71–103, 2012.

STEINER, C. C. et al. Conservation genomics of threatened animal species. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 1, p. 261–281, 2013.

TAYLOR, W.; VANDYKE, G. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. **Cybium** (Paris), 1985.

VARI, R. P. Phylogenetic relationships of the families Curimatidae, Prochilodontidae, Anostomidae, and Chilodontidae (Pisces, Characiformes). **Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 378, p. 1–60, 1983.

WARD, R. D. et al. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 360, n. 1462, p. 1847–1857, 2005.

WINTERBOTTOM, R. Systematics, osteology and the phylogenetic relationships of fishes of the Ostariophysan subfamily Anostominae (Characoidei, Anostominae) /. [s.l: s.n.]. 1980.

ZUANON, J. A. S. História Natural da Ictiofauna de Corredeiras do Rio Xingu, na região de Altamira, Pará, 1999.

WEITZMAN, S.H. 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. **Stanford Ichthyological Bulletin** 8: 3-77.

WINEMILLER, K.O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.