



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências  
Biológicas**  
UEL

---

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MILENA APARECIDA DOS SANTOS**

**ESTUDO DA VARIAÇÃO MORFOLÓGICA EM  
*Pyrrhulina australis* EIGENMANN & KENNEDY,  
1903 (CHARACIFORMES: LEBIASINIDAE).**

---

Londrina –  
Paraná 2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MILENA APARECIDA DOS SANTOS**

**ESTUDO DA VARIAÇÃO MORFOLÓGICA EM  
*Pyrrhulina australis* EIGENMANN & KENNEDY,  
1903 (CHARACIFORMES: LEBIASINIDAE).**

Monografia apresentada ao  
Curso de Graduação em  
Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual de  
Londrina como um dos  
requisitos à obtenção do  
título de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Fernando C. Jerep

**Londrina Paraná  
2025**

S237e Santos, Milena Aparecida dos.  
ESTUDO DA VARIAÇÃO MORFOLÓGICA EM *Pyrrhulina australis*  
EIGENMANN & KENNEDY, 1903 (CHARACIFORMES: LEBIASINIDAE). /  
Milena Aparecida dos Santos. - Londrina, 2025.  
30 f. : il.

Orientador: Fernando Camargo Jerep.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -  
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas,  
Graduação em Ciências Biológicas, 2025.  
Inclui bibliografia.

1. Morfometria - TCC. 2. Osteologia - TCC. 3. Peixes neotropicais - TCC.  
4. Complexo de espécies - TCC. I. Jerep, Fernando Camargo . II. Universidade  
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências  
Biológicas. III. Título.

CDU 574

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Fernando C. Jerep

Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta

Prof. Dr. Thiago Deruza Garcia

Prof. Dr. José Luís Oliven Birindelli (suplente)

Londrina, 09 de Dezembro de 2025

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa tese à minha família que me apoiou nesse processo, principalmente ao meu filho por me dar uma razão/motivação para continuar toda essa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de iniciar agradecendo à minha família por todo apoio e incentivo ao longo da graduação, especificamente nessa reta final que foi bem desafiadora.

Ao meu noivo Ryan por compreender minha ausência em vários momentos, foi ele quem me apoiou em momentos de desabafos e angústias, sempre me motivando a querer mais e a chegar mais longe, abdicando de tudo por mim e para mim.

Mas gostaria de agradecer principalmente ao meu querido filho Henrico, ele não entende ainda, mas ele foi quem me deu forças para seguir, ele foi e será sempre minha maior motivação e alegria para buscar algo melhor para nós.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus professores pelas correções e ensinamentos que me auxiliaram em um melhor desempenho acadêmico, e também aos colegas de laboratório, que me ajudaram na pesquisa.

Por último mas não menos importante, às minhas colegas de graduação Ana Lívia, Eloisa, Julia e Rebeca, que tornaram esses 5 anos de graduação mais leves e felizes, onde nós dividimos angústias e muitas felicidades, uma amizade que com certeza persistirá para o resto da vida.

SANTOS, Milena Aparecida dos. **Estudo da Variação Morfológica em *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Characiformes: Lebiasinidae)**. 2025. 30 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

## RESUMO

*Pyrrhulina australis* é uma espécie de peixe amplamente distribuída na América do Sul, recentemente identificada como um complexo de espécies crípticas. Este estudo investigou a variação morfológica e osteológica entre populações das bacias do Alto Paraná e do rio Paraguai, visando contribuir para a elucidação taxonômica do grupo. Foram analisados 60 exemplares (30 de cada bacia), submetidos à análise morfométrica, contagens merísticas e diafanização para visualização do esqueleto. A Análise de Componentes Principais (PCA) revelou uma separação significativa entre as populações, principalmente ao longo do PC2, influenciada por caracteres como comprimento do focinho, distância interorbital e altura do corpo. Os exemplares do Alto Paraná apresentaram corpo e cabeça ligeiramente maiores. Contudo, os caracteres merísticos (escamas da linha lateral, raios de nadadeiras) e a osteologia craniana e pós-craniana mostraram-se completamente conservados e sobrepostos entre as bacias. Os resultados indicam uma diferenciação morfométrica consistente, possivelmente relacionada à plasticidade fenotípica ou a um estágio inicial de divergência populacional. No entanto, mais evidências são necessárias para corroborar a hipótese de que se trata de espécies distintas. O estudo fornece uma base morfológica detalhada para futuras investigações taxonômicas integrativas no complexo *P. australis*.

**Palavras-chave:** Morfometria; Osteologia; Diafanização; Complexo de espécies; Peixes neotropicais.

SANTOS, Milena Aparecida dos. **Study of Morphological Variation in *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Characiformes: Lebiasinidae)**. 2025. 30 pgs. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

## ABSTRACT

*Pyrrhulina australis* is a widely distributed fish species in South America, recently identified as a cryptic species complex. This study investigated morphological and osteological variation among populations from the Upper Paraná and Paraguay River basins, aiming to contribute to the taxonomic elucidation of the group. A total of 60 specimens (30 from each basin) were analyzed, subjected to morphometric analysis, meristic counts, and clearing and staining for skeleton visualization. Principal Component Analysis (PCA) revealed significant separation between the populations, primarily along PC2, influenced by characters such as snout length, interorbital distance, and body depth. Specimens from the Upper Paraná exhibited slightly larger bodies and heads. However, meristic characters (lateral line scales, fin rays) and cranial and postcranial osteology were found to be completely conserved and overlapping between the basins. The results indicate consistent morphometric differentiation, possibly related to phenotypic plasticity or an initial stage of population divergence. Nevertheless, further evidence is required to corroborate the hypothesis that they represent distinct species. The study provides a detailed morphological foundation for future integrative taxonomic investigations within the *P. australis* complex.

**Keywords:** Morphometry; Osteology; Clearing and Staining; Species Complex; Neotropical Fishes.

## SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	1-2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2- 5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	5-12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12-23
5. CONCLUSÕES.....	23-24
REFERÊNCIAS.....	24-30

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Pyrrhulina australis* foi descrita no século XX, em 1903, por Eigenmann & Kennedy, com localidade em Arroyo Trementina, Concepción - Paraguay, sendo popularmente conhecida como “pirrulina” ou então “charutinho” (Van Der Laan & Albert, 2017). As pirrulinas são peixes pequenos que podem variar entre 35-80 mm de comprimento total. Dentre o grupo das pirrulinas, destaca-se a *Pyrrhulina australis*, uma espécie amplamente distribuída pela América do Sul, ocorrendo nas bacias dos rios da Prata, Paraguai, Amazonas e Uruguai, além de países como Brasil, Bolívia, Peru e Guiana Francesa (Weitzman & Weitzman, 2003; Buckup; Menezes; Ghazzi, 2007).

Considerada uma espécie amplamente distribuída e com taxonomia pouco estudada, recentemente *P. australis* foi identificada como um complexo de espécies crípticas, com pelo menos seis linhagens evolutivas distintas (Souza et al., 2023). Sendo assim, esse trabalho tem como proposta colaborar com a investigação da taxonomia de *P. australis*, através do estudo anatômico comparativo do seu sistema esquelético e morfologia externa, visto que atualmente há um cenário de ameaça crescente de extinção e o reconhecimento de novas espécies se faz urgente (Abel et al., 2008; Manel et al., 2020).

Este trabalho baseia-se na importância do estudo osteológico para a sistemática e filogenia de peixes, uma vez que o esqueleto é uma fonte valiosa de informações evolutivas. Além disso, a caracterização anatômica de *P. australis* pode fornecer dados essenciais para futuras pesquisas taxonômicas, ecológicas e biogeográficas, bem como para a conservação da biodiversidade

neotropical.

A hipótese central deste trabalho é que as populações de *P. Australis* das bacias do Alto Paraná e Paraguai apresentam diferenças morfológicas osteológicas significativas, que podem corroborar com a identificação de espécies crípticas dentro do complexo, associadas a processos evolutivos distintos, como isolamento geográfico ou adaptações locais.

O objetivo deste trabalho é descrever a morfologia externa e a osteologia de *Pyrrhulina australis*, por meio da Identificação e caracterização morfológica da espécie, comparando duas populações de bacias hidrográficas diferentes (Bacia do Alto Paraná e Paraguai), e posteriormente apresentar um catálogo de imagens do esqueleto dos espécimes para melhor comparação e compreensão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Pyrrhulina australis* foi descrita inicialmente como *Pyrrhulina australe* por Eigenmann & Kennedy (1903), com base em exemplares coletados no Arroyo Trementina, Paraguai, tendo as seguintes coordenadas: 23°4'2"S, 57°3'1"W. O holótipo (CAS 60490) e parátipos estão depositados na California Academy of Sciences (CAS) e em outras instituições (Ibarra; Stewart, 1987). Posteriormente, Ortega & Vari (1986) corrigiram a nomenclatura para *Pyrrhulina australis*, ajustando o gênero gramatical, prática seguida em revisões posteriores (Britski et al., 1999; Zarske; Géry 2001).

O gênero *Pyrrhulina* pertencente a família Lebiasinidae (conhecidos como peixes-lápis) e à subfamília Pyrrhulininae, abrange peixes pequenos neotropicais distribuídos pelas bacias hidrográficas da América do Sul,

especificamente na Amazônia, Paraguai e do Prata (Weitzman; Weitzman, 2003). A Bacia do rio da Prata/Platina abrange uma vasta área no sul da América do Sul, incluindo o Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina, sendo no Brasil especificamente as regiões hidrográficas do Paraguai, do Paraná e do Uruguai.

A família Lebiasinidae possui características como corpo alongado e comprimido lateralmente (Weitzman; Weitzman, 2003), nadadeira dorsal posicionada posteriormente, próximo a caudal (Eigenmann; Kennedy, 1903), além de possuir um padrão de coloração com faixas ou manchas laterais, o que pode variar entre as populações (Souza et al., 2023).

Estudos e técnicas osteológicas, como os de Weitzman (1962) e Taylor & Van Dyke (1985), fornecem bases para investigação de características morfológicas em Lebiasinidae, incluindo características cranianas e de nadadeiras que auxiliam na distinção de *Pyrrhulina* de gêneros próximos (e.g., *Copella*, *Nannostomus* e *Lebiasina*), como observado em *Pyrrhulina brevis* - Steindacher 1876. Winterbottom (1974) complementou essas análises com descrições da musculatura estriada, útil para comparações intra-familiares.

Além dos aspectos nomenclaturais, compreender a distribuição da espécie é essencial para contextualizar sua diversidade e variações populacionais. *Pyrrhulina australis* tem uma ampla distribuição geográfica, incluindo bacias como do Paraguai, Prata e Amazonas, abrangendo Brasil, Bolívia, Paraguai, Peru e Uruguai (Weitzman; Weitzman, 2003). Sua presença em habitats lentos e riachos com vegetação marginal sugere adaptação a ambientes estruturalmente complexos (Netto-Ferreira; Marinho 2013). Entretanto, estudos recentes indicam que sua distribuição pode ser mais restrita do que se presumia, com variações populacionais significativas (Koerber, 2014;

Souza et al., 2023).

A convivência de *Pyrrhulina australis* com outras espécies de peixes na mesma região, como os representantes da família Characidae (por exemplo, o gênero *Astyanax*, Dagosta; Marinho, 2022) e da subfamília Cheirodontinae (Fink; Weitzman, 1974; Jerep; Malabarba, 2014), demonstra a necessidade de pesquisas que comparem os nichos ecológicos dessas espécies em seus ambientes naturais.

Tradicionalmente, a identificação de *P. australis* baseava-se em caracteres quantitativos e morfológicos (Eigenmann; Kennedy, 1903). No entanto, análises moleculares recentes revelaram diversidade críptica dentro da espécie. Souza et al. (2023) utilizaram DNA barcoding (COI) e identificaram linhagens geneticamente distintas em diferentes bacias como a do rio Amazonas, rio Paraguai (Pantanal) e rio Uruguai, sugerindo a possível existência de espécies não descritas. Estudos como os de Casciotta et al. (2003) e Pugedo et al. (2016) reforçam a necessidade de abordagens integrativas (morfologia + genética) para esclarecer limites específicos em Lebiasinidae. Neste cenário, a técnica de diafanização (Taylor; Van Dyke, 1985) tem sido instrumental fundamental nesses estudos, por permitir a visualização de estruturas críticas para diagnóstico.

A espécie *Pyrrhulina macrolepis* foi descrita por Ahl & Schindler (1937) como uma espécie distinta, com base em exemplares do Río Pilcomayo, Argentina (25°08'60"S, 58°08'60"W), apresentando como características diagnósticas um maior número de escamas na linha lateral (32-33 vs 28-30 em *P. australis*) e padrão de coloração mais contrastante. Entretanto, revisões taxonômicas posteriores demonstraram que essas diferenças representavam

variações intraespecíficas. Zarske & Géry (2004), através de análise comparativa de 120 exemplares de museu (incluindo o holótipo ZSM 5866 de *P. macrolepis*), constataram sobreposição completa nos caracteres quantitativos e morfométricos, além de distribuição geográfica contínua entre os táxons.

Estudos moleculares recentes (Souza et al., 2023) corroboraram com esses achados, mostrando menos de 1% de divergência genética (COI) entre populações identificadas como "*macrolepis*" e "*australis*", valor típico de variação intraespecífica em Lebiasinidae. Assim, foi confirmado que ambas são a mesma espécie, sendo *P. macrolepis* atualmente considerada um sinônimo júnior de *P. australis* (Zarske & Géry, 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de morfologia e osteologia de *P. australis* foi realizado com exemplares previamente coletados nas Bacias do Alto Paraná e Bacia do Paraguai preservados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

A Bacia do Alto Paraná, é uma subdivisão estratégica da Bacia do Rio da Prata, possui abrangência nacional e internacional, distribuindo-se por três países sul-americanos. O Brasil possui a maior parcela de sua área de drenagem, correspondendo a aproximadamente 70% do total (ANA, 2022). No Paraguai, a bacia está majoritariamente contida na Região Oriental do território, enquanto na Argentina sua extensão compreende a província de Misiones e uma parcela menor da província de Corrientes, localizada no nordeste argentino (Celeste; Queiroz, 2020).

A Bacia do Rio Paraguai (também componente da Bacia do

Prata) abrange territórios do Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina. No Brasil, sua área concentra-se principalmente no Bioma Pantaneiro, localizado nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (ANA, 2022). No Paraguai, o Rio Paraguai percorre o país longitudinalmente, onde drena as regiões Ocidental (Chaco) e Oriental, onde concentra-se a maior parte da população e atividade econômica (Vila; Brusquetti, 2018). Na Bolívia, a bacia se estende pela planície do Chaco Boliviano, na Argentina adentra a Província de Formosa, e também em Corrientes e Chaco (Paz; Rosso, 2020).

A coleta e análise de dados foram feitos no Laboratório de Ictiologia (LIC) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) com o material fornecido pelo MZUEL, onde inicialmente foram selecionados seis lotes da espécie *Pyrrhulina australis* para cada bacia hidrográfica, sendo assim, seis lotes referentes a Bacia do Alto Paraná (MZUEL 13725, MZUEL 16690, MZUEL 20353, MZUEL 11117, MZUEL 09625 e MZUEL 11116) e seis lotes referentes a Bacia do Paraguai (MZUEL 21802, MZUEL 22741, MZUEL 22337, MZUEL 22404, MZUEL 22352 e MZUEL 22722). Após a separação dos lotes, foi escolhido de forma aleatória 5 (cinco) exemplares de cada lote (Figura 1), para posteriormente serem analisados corretamente.



**Figura 1.** Cinco exemplares do lote MZUEL 22337, referente a Bacia do Alto Paraná, vista lateral direita para demonstrar a identificação com as respectivas etiquetas.

As contagens merísticas e medidas morfométricas seguiram os critérios propostos por Fink & Weitzman (1974), com adaptações conforme Netto-Ferreira e Marinho (2013) e Dagosta e Marinho (2022). Além disso, os espécimes passaram por análise anatômica detalhada, sendo submetidos ao procedimento de diafanização (Taylor e Van Dyke 1985), o que consiste na coloração diferencial de ossos (vermelho de alizarina) e cartilagens (azul de alciano), seguida pela clarificação dos tecidos moles com hidróxido de potássio (KOH) e glicerina, permitindo a visualização detalhada das estruturas esqueléticas.

Para as medidas morfométricas foi utilizado paquímetro digital (precisão de 0,01 mm) e lupa estereoscópica de ampliação variável de até 50x,

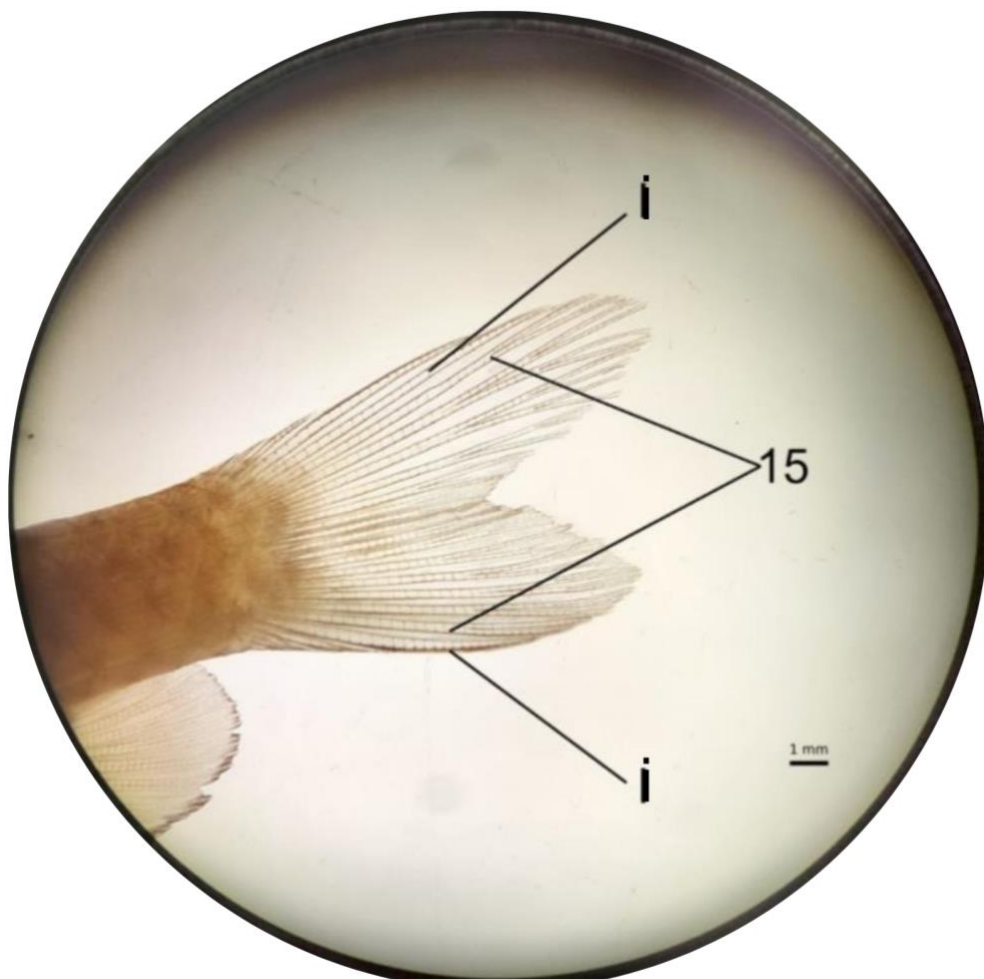
o que permitiu uma observação precisa das estruturas ósseas e a captura de imagens de alta resolução.

As medidas feitas foram: comprimento padrão (distância da ponta do focinho á base da nadadeira caudal), a altura do corpo na origem da nadadeira dorsal, e as distâncias lineares entre o focinho e as origens das nadadeiras anal, pélvica e dorsal, além do comprimento da nadadeira dorsal, o comprimento e a profundidade do pedúnculo caudal, o comprimento da nadadeira anal e sua base, a distância entre as origens das nadadeiras pélvica e anal, o comprimento das nadadeiras pélvica e peitoral, e a distância entre a origem da nadadeira peitoral e a pélvica.

Na região cefálica, foram registrados o comprimento total da cabeça (da ponta do focinho ao opérculo), o diâmetro horizontal do olho, a distância entre a ponta do focinho e a margem anterior do olho, e a distância interorbital, todas essas feitas usando o paquímetro e lupa estereoscópica Zeiss, já o comprimento da mandíbula superior e inferior, pré-maxilar e maxilar foram medidas pela lupa Leica, sendo todas feitas do lado esquerdo a modo para padronizar. Além das medidas, foram feitas as contagens das Séries da linha lateral, escamas entre a nadadeira dorsal e pélvica, escamas pré-dorsais, fileiras de escamas ao redor do pedúnculo caudal, raios da nadadeira pélvica, peitoral, dorsal, anal e caudal (número romano minúsculo i ou ii representa o número de raios indivisos, já o número arábico representa os raios ramificados - Figura 2), também do lado esquerdo dos espécimes usando lupa estereoscópica.

As medidas obtidas foram contabilizadas e transformadas em porcentagem do comprimento padrão e comprimento da cabeça para a população da bacia do rio Paraguai (Tabela 1) e do rio Paraná (Tabela 2), e para

comparação, as medidas foram resumidas em tabelas apresentando os valores mínimo, máximo, média e o desvio padrão dos exemplares. Posteriormente às contagens e as medidas efetuadas, foram separados cinco exemplares da Bacia do Alto Paraná e cinco da Bacia do Paraguai para o processo de diafanização, permitindo melhor visualização, pois devido ao seu processo de digestão enzimática (tripsina) dos tecidos, permite melhor análise das estruturas esqueléticas.



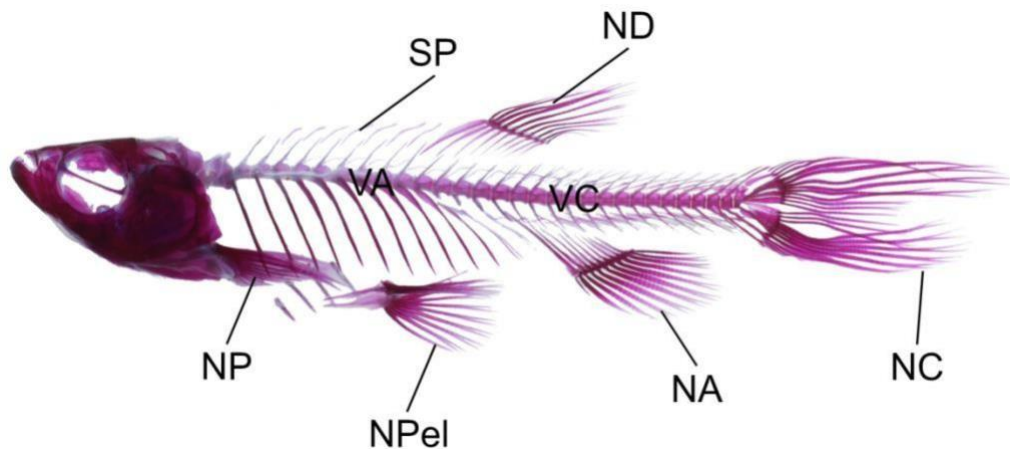
**Figura 2.** Raios da nadadeira caudal contagem  $i+15+i$  do exemplar referente ao lote MZUEL 09625. Escala = 1mm.

A diafanização seguiu sete etapas principais. Inicialmente, os

exemplares já se encontravam preservados em uma certa concentração de álcool (70%) a modo de preservar seu corpo e estruturas. A 2ª etapa seria a desidratação, onde os exemplares passaram por diversas concentrações de álcool de forma crescente para a água ser removida de forma gradual sem danificar os espécimes, sendo as concentrações 50%, 70%, 95% e por último 100%, ou seja, o álcool absoluto (todas essas porcentagens foram trocadas entre 12h-24h). A 3ª etapa consiste na coloração, 9-30g de Alcian Blue (azul de alcian), responsável por corar a cartilagem, para isso foi usado 8GX em 100mL de solução de ácido acético glacial (20%) + álcool etílico absoluto (80%), onde ficou mais aproximadamente de 2 a 3 dias, mas geralmente 12h a 24h é o suficiente. A 4ª e a 5ª etapas foram responsáveis pelo clareamento e limpeza, respectivamente, onde para clarear foi usado 10% peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em solução de KOH (hidróxido de potássio) e a etapa de limpeza consiste no processo de digestão com Tripsina (0,45g em 400ml de 30% de solução de Bórax saturado dissolvido em água destilada), onde a mesma é responsável por digerir tecidos, proteínas e pigmentos do animal, o deixando transparente para posteriormente pigmentar a coloração, esse processo deve e foi acompanhado de perto, verificado de 12h em 12h, para que o animal não fique com um aspecto muito gelatinoso, o que dificultaria contagens posteriores. A 6ª etapa se dá pela coloração dos ossos, foi usado 0,5% de KOH + Alizarina red S (0,1% de Alizarina red S em água destilada), onde ficou cerca de 2 a 3 dias também para corar por inteiro e fixar bem a cor. E por último, a 7ª etapa é o processo de armazenamento na glicerina, onde foi feito uma etapa crescente da porcentagem de glicerina em meio a 0,5% de KOH, sendo assim, começamos com 20% de glicerina + 80% de KOH 0,5%, após 24h foi trocado para 30% de glicerina + 70% de KOH 0,5%,

após 24h foi trocado para 40% de glicerina + 60% de KOH 0,5%, onde foi estagnado nessa porcentagem pois é melhor para trabalharmos. Antes de todo o processo da diafanização, foi feita a retirada de todas as vísceras do animal, incluindo os olhos, e após o processo e antes da armazenagem em glicerina, foi retirada o restante das escamas que ficaram, para melhor visualização.

Concluído o processo de diafanização e com os exemplares devidamente corado, foram realizadas as contagens de Raios branquiostegais, Supraneural, Vértex da região caudal e região abdominal (Figura 3).



**Figura 3.** Esqueleto completo da espécie *Pyrrhulina australis*, vista lateral esquerda do animal diafanizado. MZUEL 13725 - CP do exemplar 30,26 mm, Bacia do Paraguai - Mato Grosso do Sul. NP = nadadeira peitoral; NPel = nadadeira pelvica; ND = nadadeira dorsal; NA = nadadeira anal; NC = nadadeira caudal; SP = supraneural; VA = vertebrae abdominais; VC = vertebrae caudais.

Após a finalização das contagens, todas as medidas obtidas foram padronizadas proporcionalmente, assegurando que nenhuma variável apresentasse desvio padrão superior a 4,0. Em seguida, os dados morfométricos log-transformados foram submetidos à análise por meio do

software PAST 4.03, utilizando-se a Análise de Componentes Principais (PCA) para avaliar padrões de variação morfométrica entre os exemplares.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfométrica e merística resultou em grande sobreposição das variações entre as populações da bacia do rio Paraguai e do alto rio Paraná (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1** - Medidas morfométricas dos exemplares da Bacia do Paraguai (n=30). Valores referentes a porcentagens do comprimento padrão (CP) e do comprimento da cabeça. DP = Desvio Padrão.

	<b>Medidas</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>MED 1</b>	Comprimento Padrão (mm)	23,61	33,44	29,53	2,53
	<b>Porcentagens do CP</b>				
<b>MED 2</b>	Altura na origem da nadadeira dorsal	20,07	24,65	22,68	1,23
<b>MED 3</b>	Focinho á origem da nadadeira anal	71,33	78,62	74,72	1,76
<b>MED 4</b>	Focinho à origem da nadadeira pélvica	48,38	54,33	51,41	1,55
<b>MED 5</b>	Focinho à origem nadadeira dorsal	58,33	66,41	61,73	1,99
<b>MED 6</b>	Origem da nadadeira dorsal à base caudal	36,26	42,92	40,27	1,61
<b>MED 7</b>	Comprimento da nadadeira dorsal	21,02	27,73	24,95	1,64
<b>MED 8</b>	Comprimento do pedúnculo caudal	16,17	22,11	19,18	1,43
<b>MED 9</b>	Profundidade do pedúnculo caudal	10,45	13,10	11,78	0,76
<b>MED 10</b>	Comprimento da nadadeira anal	17,78	24,29	21,27	1,76
<b>MED 11</b>	Comprimento da base da nad. anal	9,64	19,62	12,24	2,09
<b>MED 12</b>	Origem da nadadeira pélvica para a anal	21,59	29,43	24,74	1,80
<b>MED 13</b>	Comprimento da nadadeira pélvica	16,11	21,11	18,81	1,23

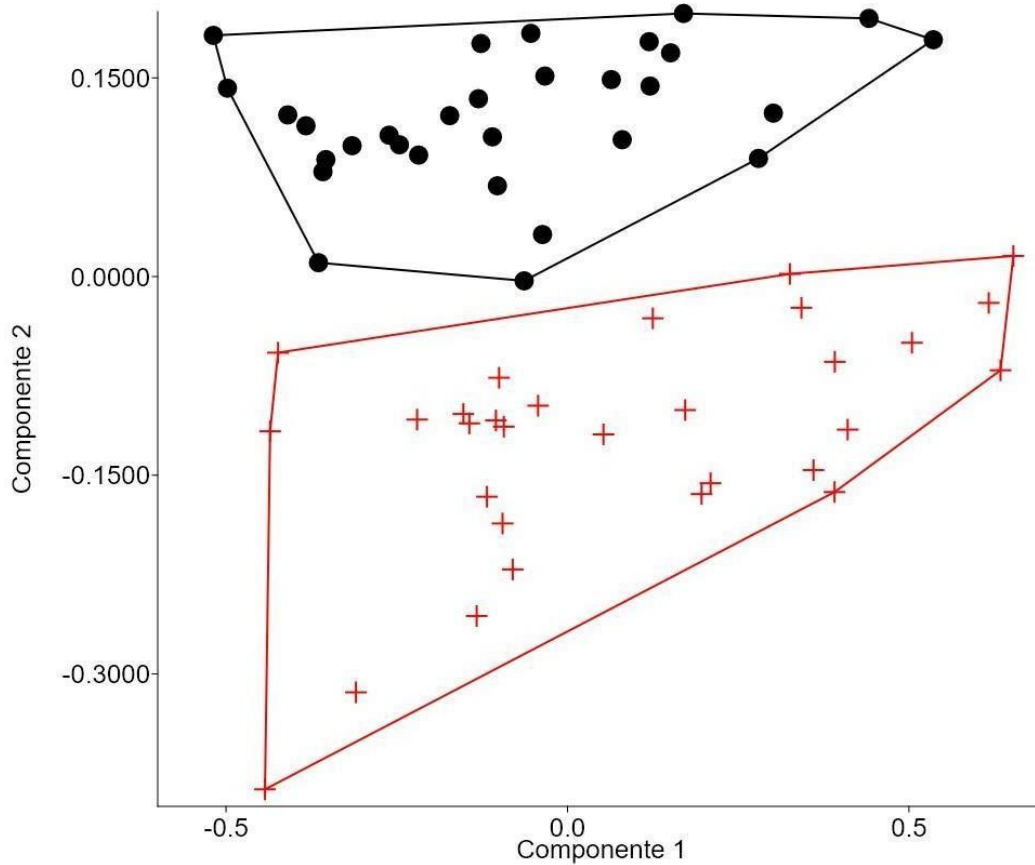
<b>MED 14</b>	Origem da nadadeira peitoral à pélvica	21,49	28,89	25,33	1,96
<b>MED 15</b>	Comprimento da nadadeira peitoral	18,54	24,21	21,05	1,54
<b>MED 16</b>	Origem do focinho à barbatana peitoral	24,57	29,50	27,03	1,19
<b>MED 17</b>	Comprimento da cabeça (CC)	16,24	22,44	19,02	1,57
<b>Porcentagem do CC</b>					
<b>MED 18</b>	Diâmetro do olho horizontal	39,72	54,48	46,73	3,77
<b>MED 19</b>	Distância da ponta do focinho ao olho	26,86	40,00	33,55	3,70
<b>MED 20</b>	Distância interorbital	49,92	63,34	57,76	4,00
<b>MED 21</b>	Comprimento da mandíbula superior	15,80	25,31	21,44	2,53
<b>MED 22</b>	Comprimento da mandíbula inferior	23,40	33,14	28,43	2,64

**Tabela 2** - Medidas morfométricas dos exemplares da Bacia do Alto Paraná (n=30). Valores referentes a porcentagens do comprimento padrão do comprimento da cabeça. DP = Desvio Padrão.

<b>Medidas</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>MED 1</b>	Comprimento Padrão – CP (mm)	22,32	34,7	28,32	3,52
<b>Porcentagens do CP</b>					
<b>MED 2</b>	Altura na origem da nadadeira dorsal	24,09	27,55	25,93	0,98
<b>MED 3</b>	Focinho á origem da nadadeira anal	68,37	76,99	73,88	1,67
<b>MED 4</b>	Focinho à origem da nadadeira pélvica	47,09	52,80	50,35	1,19
<b>MED 5</b>	Focinho à origem nadadeira dorsal	56,21	62,97	60,21	1,47
<b>MED 6</b>	Origem da nadadeira dorsal a base caudal	37,87	47,44	42,64	1,74
<b>MED 7</b>	Comprimento da nadadeira dorsal	20,72	27,10	24,19	1,40
<b>MED 8</b>	Comprimento do pedúnculo caudal	15,34	23,06	19,61	1,59
<b>MED 9</b>	Profundidade do pedúnculo caudal	10,39	13,81	11,97	0,77
<b>MED 10</b>	Comprimento da nadadeira anal	17,85	25,43	21,01	2,22

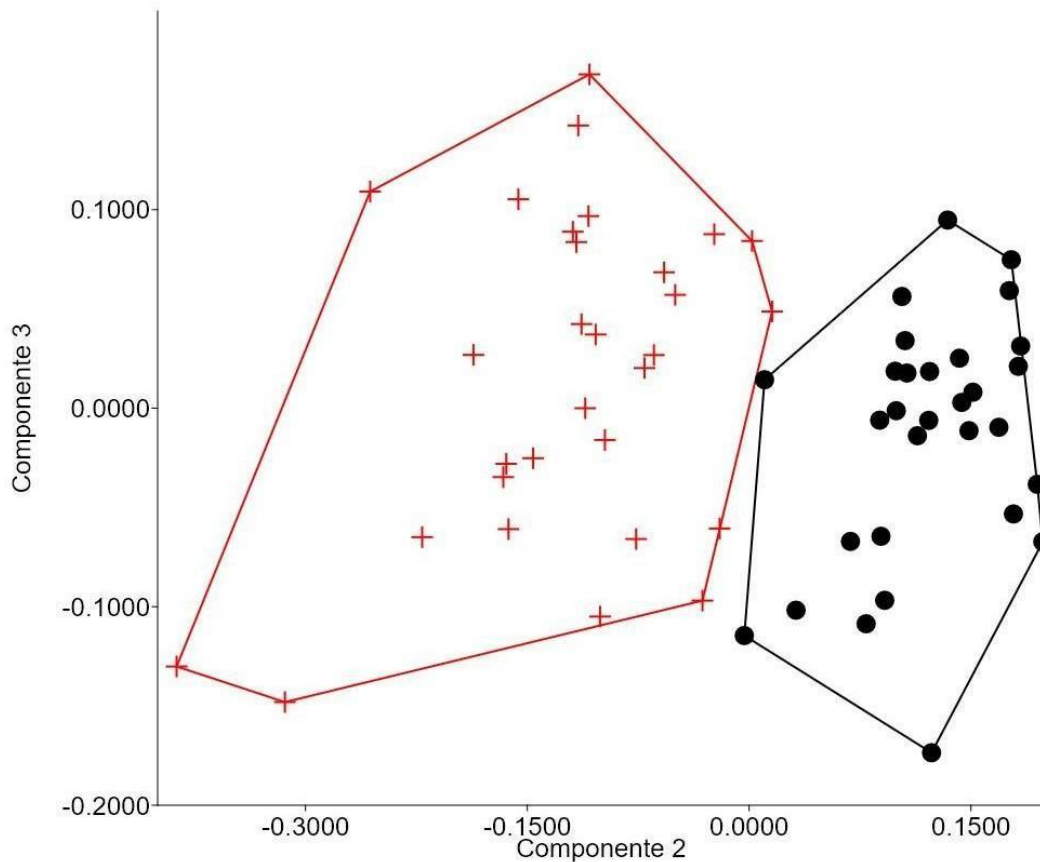
<b>MED 11</b>	Comprimento da base da nad. anal	7,87	14,39	10,94	1,44
<b>MED 12</b>	Origem da nadadeira pélvica para a anal	23,11	28,14	25,30	1,14
<b>MED 13</b>	Comprimento da nadadeira pélvica	15,23	21,16	17,65	1,33
<b>MED 14</b>	Origem da nadadeira. peitoral à pélvica	22,02	27,38	24,57	1,21
<b>MED 15</b>	Comprimento da nadadeira peitoral	16,90	21,82	19,81	1,30
<b>MED 16</b>	Origem do focinho à barbatana peitoral	24,60	28,83	26,69	1,04
<b>MED 17</b>	Comprimento da cabeça (CC)	18,22	25,00	20,69	1,45
<b>Porcentagem do CC</b>					
<b>MED 18</b>	Diâmetro do olho horizontal	30,74	45,39	39,55	3,68
<b>MED 19</b>	Distância da ponta do focinho ao olho	19,59	26,27	20,56	2,96
<b>MED 20</b>	Distância interorbital	47,22	51,59	44,61	3,83
<b>MED 21</b>	Comprimento. da mandíbula superior	18,88	27,63	21,75	2,72
<b>MED 22</b>	Comprimento da mandíbula inferior	23,01	34,04	25,72	3,46

Os resultados da PCA mostraram uma separação morfométrica definida entre os exemplares, indicando variação consistente na forma corporal entre as bacias. A Análise de Componentes Principais (Figura 4), evidenciou um padrão claro de distinção morfométrica entre os exemplares de *P. australis* provenientes das bacias do Paraguai e do Alto Paraná. Os pontos referentes às duas populações formaram agrupamentos separados no espaço multivariado definido pelos componentes PC1 e PC2, com mínima sobreposição entre eles. Esse resultado indica que as diferenças observadas nas medidas corporais são consistentes o suficiente para discriminar morfometricamente os indivíduos conforme sua origem hidrográfica.



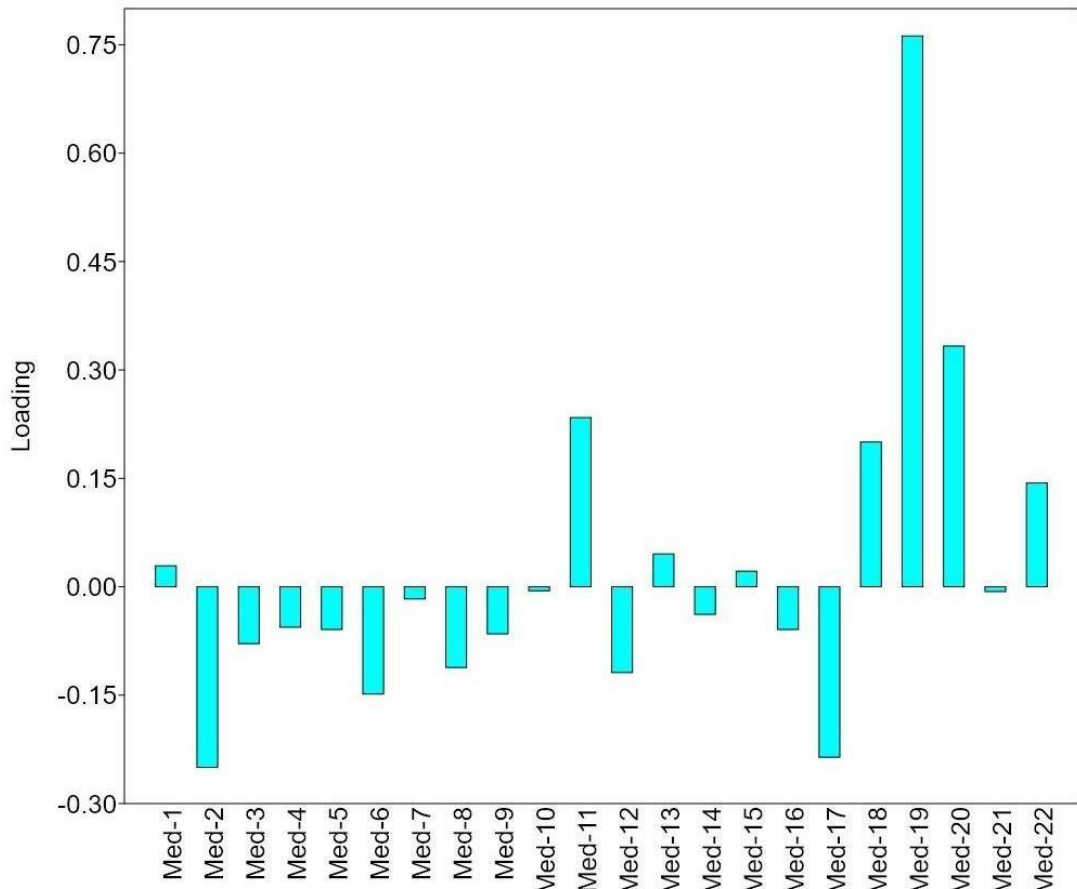
**Figura 4.** Gráfico de Ordenação da Análise de Componentes Principais (PC1 vs PC2) para os caracteres morfométricos de *Pyrrhulina australis* das bacias do Paraguai (pontos pretos) e Alto Paraná (cruzes vermelhas).

Tal padrão sugere que combinações específicas de medidas corporais diferenciam as populações de forma consistente. O PC1 representa 70,81% de variância total, e representa principalmente a variação intra-populacional, uma vez que não há separação entre os grupos ao longo deste componente. O gráfico PC2 (15,04% de variância) versus PC3 (04,09% de variância) (Figura 5) reforça a separação populacional expressa na PC2.



**Figura 5.** Gráfico de dispersão da Análise de Componentes Principais (PC2 vs. PC3) para os caracteres morfométricos de *Pyrrhulina australis*, onde a Bacia Paraguai (pontos pretos) e Alto Paraná (cruzes vermelhas)

As medidas que mais influenciaram a separação das duas populações na PC2 foram a distância da ponta do focinho ao olho (Med-19, com 0,762), distância interorbital (Med-20, com 0,333), profundidade da origem da nadadeira dorsal (Med-02, com - 0,249), comprimento da base da nadadeira anal (Med-11, 0,234) e comprimento da cabeça (Med-17, - 0,235).



**Figura 6.** Peso/Loadings das medidas morfométricas na PC2: - 2: Altura do corpo na origem da nadadeira dorsal; 11: Comprimento da base da nadadeira anal; 17: Comprimento da cabeça; 19: Distância da ponta do focinho ao olho; 20: Distância interorbital.

A segregação identificada pela PCA fornece suporte estatístico para diferenças morfométricas sutis, mas consistentes. Como proposto na literatura, o primeiro componente principal frequentemente concentra variação associada ao tamanho e ao formato corporal geral em peixes (Bookstein et al., 1985; Reis et al., 1990). As cargas fatoriais atribuídas às variáveis no PC2 sugerem que a diferenciação está vinculada a caracteres como altura do corpo, comprimento da cabeça e posicionamento das nadadeiras. Esses resultados corroboram observações iniciais de que os exemplares do Alto Paraná tendem

a apresentar corpo ligeiramente mais alto e cabeça proporcionalmente mais longa em relação ao comprimento padrão. Alterações na profundidade corporal são frequentemente associadas a adaptações ecológicas em Characiformes e refletem pressões seletivas ambientais (Géry, 1977; Langeani et al., 2007).

A consistência dos agrupamentos observados, com cada população formando clusters discerníveis, indica que tais diferenças não representam variação individual aleatória, mas sim tendências de separação morfológica. Agrupamentos separados em PCA são interpretados como possíveis indícios de diferenciação populacional ou específica em peixes, frequentemente relacionados a barreiras geográficas ou gradientes ambientais (Cadrin, 2000; Tolley et al., 2005).

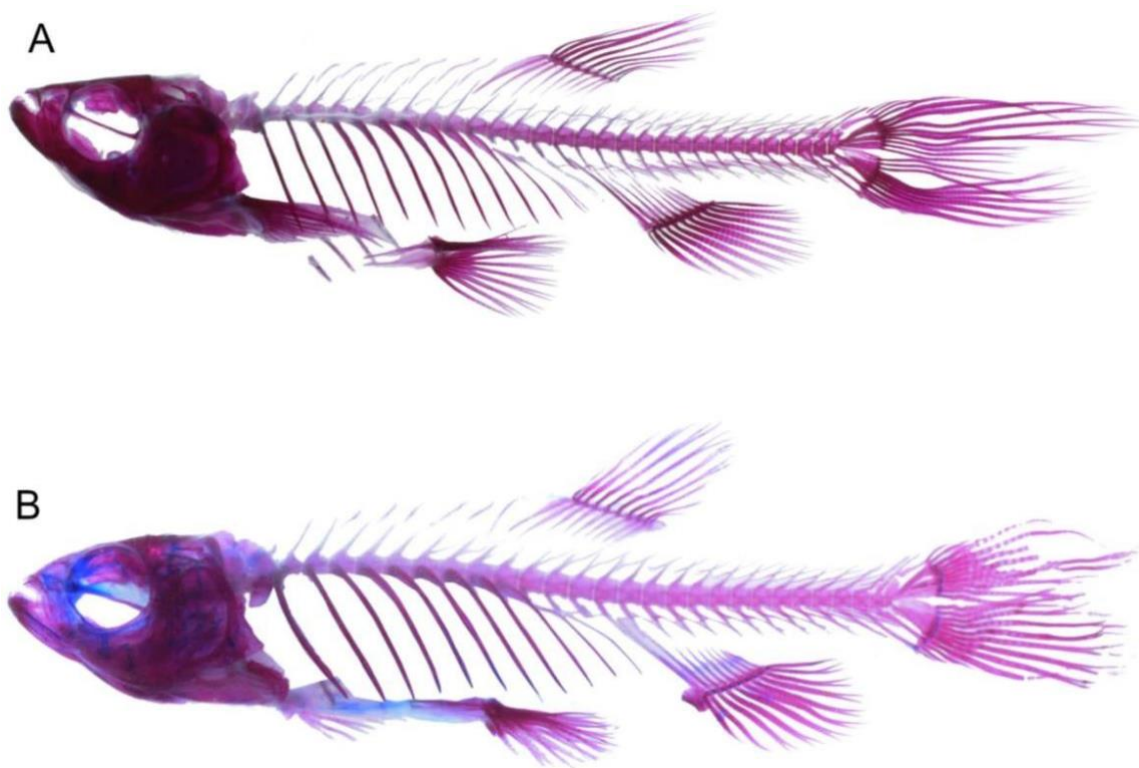
Apesar da separação detectada pela PCA, a análise direta das 30 medidas morfométricas obtidas de 60 exemplares (30 de cada bacia) revelam ampla semelhança entre as populações, ainda que com algumas diferenças dignas de investigação. De modo geral, os valores médios são amplamente sobrepostos. O comprimento padrão (CP) variou de 23,61 a 32,44 mm na Bacia do Paraguai (média de 29,53 mm) e de 22,32 a 34,70 mm na Bacia do Alto Paraná (média de 28,32 mm), evidenciando que ambas as populações apresentam porte semelhante, conforme descrito para a espécie (Netto-Ferreira; Marinho, 2013).

Entre as diferenças observadas, destaca-se a altura do corpo na origem da nadadeira dorsal, ligeiramente maior no Alto Paraná (25,93% do CP) em comparação à do Paraguai (22,68% do CP). Embora pequena, tal diferença pode estar associada a condições ambientais distintas. Em Characiformes, populações de ambientes lênticos tendem a apresentar corpos mais altos, uma

possível resposta adaptativa ao regime hidrodinâmico (Langeani et al., 2007). O Alto Paraná superior inclui trechos influenciados por reservatórios, ambientes predominantemente lênticos, enquanto o Pantanal, na Bacia do Paraguai, combina extensas áreas lênticas e lóticicas (ANA, 2022).

O comprimento da cabeça também apresentou média maior no Alto Paraná (20,69% do CP) em relação ao Paraguai (19,02% do CP). Variações cranianas costumam refletir diferenças no regime alimentar (Wills, 2001), sugerindo que recursos distintos entre os ambientes possam influenciar a morfologia. Entretanto, a ampla sobreposição dos valores indica que a relevância biológica dessa variação ainda requer investigação ecológica adicional.

Medidas relacionadas às nadadeiras, como comprimentos das nadadeiras peitoral e pélvica, exibiram variação mínima e permaneceram dentro do intervalo esperado para *Pyrrhulina* (Eigenmann; Kennedy, 1903). As figuras 7A e 7B corroboram esses achados, evidenciando o padrão corporal alongado e comprimido lateralmente característico de Lebiasinidae (Weitzman; Weitzman, 2003), sem diferenças visuais marcantes entre as populações.



**Figura 7.** Vista lateral de *Pyrrhulina australis*. (A) Exemplar da Bacia do Paraguai (MZUEL 13725) - CP: 30,26 mm. (B) Exemplar da Bacia do Alto Paraná (MZUEL 22741) - CP: 30,20 mm. Observa-se o padrão corporal conservado, com nadadeira dorsal posicionada posteriormente.

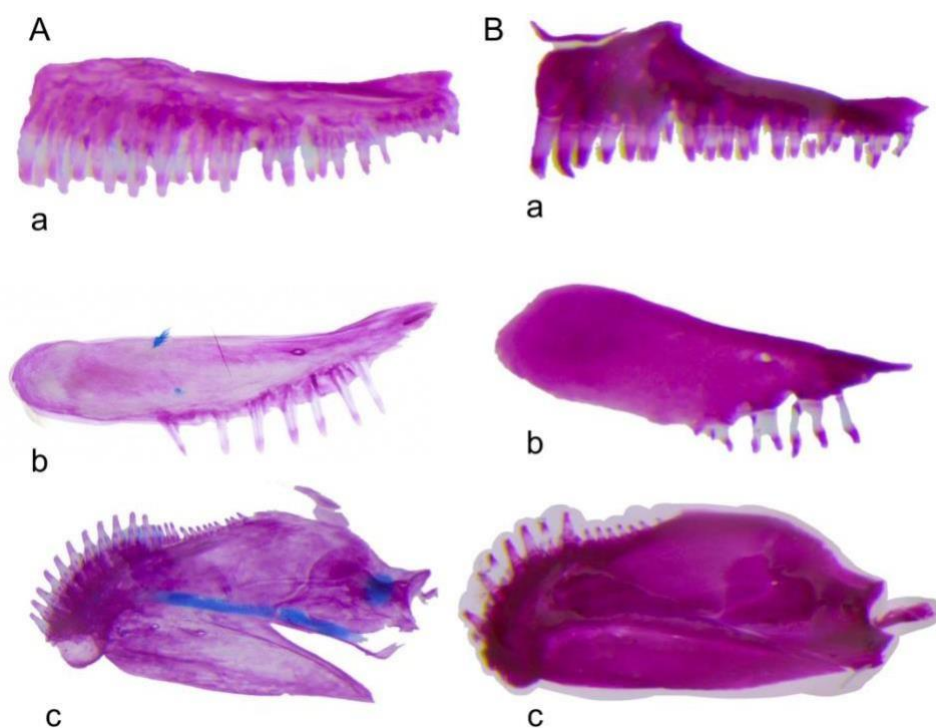
Os caracteres merísticos, geralmente mais conservados e de maior relevância taxonômica, reforçam a hipótese de que os exemplares pertencem à mesma unidade taxonômica. A série da linha lateral variou entre 21 e 24 escamas no Paraguai (moda = 23) e entre 18 e 23 no Alto Paraná (moda = 22), com a maior parte dos exemplares concentrada entre 21 e 23 escamas, valores compatíveis com a diagnose de *P. australis* (Eigenmann; Kennedy, 1903; Zarske; Géry, 2004). O exemplar com 18 escamas no Alto Paraná provavelmente representa variação individual rara ou erro de contagem.

A contagem de raios das nadadeiras mostrou padrão idêntico

entre as populações (ii+7 na dorsal e i+7/i+8 na anal), correspondendo exatamente ao descrito para a espécie (Netto-Ferreira; Marinho, 2013). A contagem caudal (i+14+i a i+16+i) também permaneceu dentro da variação esperada.

A análise osteológica realizada por meio da diafanização dos exemplares reforça essa homogeneidade, não revelando quaisquer caracteres diagnósticos capazes de distinguir as populações. O crânio, os elementos do arco hióide, o aparelho opercular, a contagem vertebral e a disposição dos supraneurais apresentaram consistência total entre os exemplares.

O crânio em vista lateral exibiu a mesma configuração geral, com a mesma proporção e disposição dos ossos cranianos, como o pré-maxilar, maxilar e dentário (**Figura 8A e 8B**). A morfologia dos ossos que compõem o arco hióide e o opérculo também se mostrou conservada.



**Figura 8** - Pré-maxilar (a), maxilar (b) e dentário (c), respectivamente, de *P. australis*.

(A) Exemplar da Bacia do Alto Paraná (MZUEL 22741) e (B) Exemplar da Bacia do Paraguai (MZUEL 13725). Comprimento longitudinal das estruturas: (A)a - 0,785 mm; (A)b - 0,844 mm; (A)c - 1,517 mm. (B)a - 0,785 mm; (B)b - 0,859 mm; (B)c - 1,645 mm.

Esse padrão, divergência morfométrica combinada à conservação merística e osteológica, caracteriza diferenciação intraespecífica (Winans, 1984). Caracteres merísticos, determinados durante a embriogênese, são menos influenciados por condições ambientais pós-natais e, portanto, mais conservados evolutivamente (Swaine & Holtby, 1989). Da mesma forma, a estrutura osteológica tende a permanecer estável dentro de gêneros ou complexos proximamente relacionados (Weitzman, 1962; Vari, 1977). Esse cenário é típico de populações submetidas a pressões ambientais distintas, mas ainda em fase inicial de divergência, nas quais a plasticidade fenotípica pode alterar proporções corporais sem modificar elementos estruturais mais conservados (Wimberger, 1992; Robinson & Wilson, 1994). Também é compatível com isolamento geográfico recente, no qual diferenças métricas surgem antes da fixação de variações discretas (Avice, 2000).

O padrão observado, variação morfométrica acompanhada de estabilidade merística, permite duas hipóteses principais: (1) plasticidade fenotípica induzida por gradientes ambientais, especialmente diferenças hidrológicas e alimentares entre as bacias (Webb, 1984; Day et al., 1994); e (2) adaptação local decorrente de isolamento geográfico entre Paraguai e Alto Paraná, sistemas separados por divisor de águas (Pavanelli & Caramaschi, 2003), possivelmente iniciando um processo de diferenciação populacional (Endler, 1977; Schuluter, 2000).

Os resultados obtidos acrescentam evidências morfológicas importantes ao entendimento do complexo *P. australis*. Eles mostram que, mesmo em linhagens geneticamente próximas (Souza et al., 2023), podem existir assinaturas morfológicas consistentes detectáveis por análises multivariadas. Isso sugere que parte da diversidade considerada “críptica” no grupo pode ser revelada por abordagens morfométricas estatisticamente orientadas (Bickford et al., 2007). A combinação entre a discriminação via PCA e a conservação de caracteres merísticos tradicionais indica que uma eventual revisão taxonômica poderá demandar a reavaliação dos caracteres diagnósticos prioritários, como observado em outros grupos de peixes neotropicais (Lucena & Kullander, 1992; Benine et al., 2009).

Desse modo, o presente estudo fornece uma base morfológica abrangente que servirá de suporte para investigações futuras, seja em abordagens taxonômicas tradicionais, seja em análises integrativas com dados genéticos. A caracterização osteológica detalhada aqui apresentada constitui um referencial sólido para a interpretação de novas evidências no contexto evolutivo e taxonômico do complexo *P. australis*.

## **5. CONCLUSÕES**

Diante do trabalho apresentado, com base nas análises morfométricas, merísticas e osteológicas, conclui-se que as populações de *P. australis* das bacias dos rios Alto Paraná e Paraguai são semelhantes na maioria das características morfológicas analisadas. No entanto, a Análise de Componentes Principais (PCA) demonstrou a existência de variação morfométrica consistente e significativa entre os grupos, indicando diferenciação populacional. Caracteres como a distância da ponta do focinho ao olho, a

distância interorbital e a altura do corpo na origem da nadadeira dorsal foram os principais responsáveis por tal separação. A completa sobreposição dos caracteres merísticos (como a contagem de escamas da linha lateral e raios das nadadeiras) e a conservação das estruturas osteológicas evidenciam que não há caracteres diagnósticos discretos que sustentem o reconhecimento de espécies distintas. Análises moleculares poderiam auxiliar no reconhecimento de que as populações são espécies distintas, ou se o padrão observado, de divergência métrica com estabilidade em caracteres estruturais, é variação intraespecífica, possivelmente impulsionada por plasticidade fenotípica em resposta a diferentes condições ambientais ou por um estágio inicial de isolamento geográfico.

Dessa forma, os resultados morfológicos não corroboram a hipótese de que se trata de espécies crípticas distintas, mas sim de populações de uma mesma espécie que começam a exibir sinais de diferenciação. Este trabalho fornece uma base anatômica sólida e ressalta a necessidade de abordagens integrativas, combinando dados morfológicos com genéticos, para uma compreensão definitiva dos limites específicos dentro do complexo *P. australis*.

## REFERÊNCIAS

**ABEL, D. C. et al.** Cryptic species diversity in neotropical fishes: implications for conservation. *Conservation Biology*, v. 22, n. 4, p. 856-865, 2008.

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil).** Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022. Brasília, DF: ANA, 2022. Disponível em:

<https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 1 out. 2025.

**AHL, E.; SCHINDLER, O.** Über eine neue Fischart der Gattung *Pyrrhulina* aus Argentinien. *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, v. 74, n. 16, p. 140, 1937.

**AVISE, J. C.** Phylogeography: the history and formation of species. Harvard: Harvard University Press, 2000.

**BENINE, R. C. et al.** A new species of *Moenkhausia* (Characiformes: Characidae) from the rio Amazonas basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, n. 2, p. 169-174, 2009.

**BICKFORD, D. et al.** Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 22, n. 3, p. 148-155, 2007.

**BOOKSTEIN, F. L. et al.** Morphometrics in evolutionary biology. Philadelphia: The Academy of Natural Sciences, 1985.

**BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S.** Peixes do Pantanal: manual de identificação. 2. ed. Brasília: Embrapa, 1999.

**BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S.** Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

**CADRIN, S. X.** Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 10, p. 91-112, 2000.

**CASCIOTTA, J. R. et al.** *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903

(Characiformes, Lebiasinidae) en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, v. 5, n. 2, p. 121-126, 2003.

**CELESTE, A.; QUEIROZ, P. I. A. (Orgs.).** Hidrologia e recursos hídricos: estudos aplicados à bacia do Alto Paraná. São Paulo: Edusp, 2020.

**DAGOSTA, F. C.; MARINHO, M. M.** New small-sized species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from the upper rio Paraguai basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 20, n. 1, e210127, 2022.

**DAY, T.; PRITCHARD, J.; SCHLUTER, D.** Ecology and genetics of phenotypic plasticity: a comparison of two sticklebacks. *Evolution*, v. 48, n. 5, p. 1723-1734, 1994.

**EIGENMANN, C. H.; KENNEDY, C. H.** On a collection of fishes from Paraguay, with a synopsis of the American genera of cichlids. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 55, p. 497-537, 1903.

**ENDLER, J. A.** Geographic variation, speciation, and clines. Princeton: Princeton University Press, 1977.

**FINK, W. L.; WEITZMAN, S. H.** The so-called Cheirodontin fishes of Central America with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, n. 172, p. 1-46, 1974.

**GÉRY, J.** Characoids of the world. Neptune City: T.F.H. Publications, 1977.

**HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D.** PAST: Paleontological Statistics Software Package. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, p. 1-9, 2001.

**IBARRA, M.; STEWART, D. J.** Catalogue of type specimens in the ichthyological

collection of the California Academy of Sciences. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, n. 144, p. 1-23, 1987.

**JEREP, F. C.; MALABARBA, L. R.** A new species of *Serrapinnus* Malabarba, 1998 (Characidae: Cheirodontinae) from Rio Grande do Norte State, northeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 12, n. 2, p. 301-308, 2014.

**KOERBER, S.** On the distribution of *Pyrrhulina australis* (Characiformes: Lebiasinidae) in South America. *Ichthyological Contributions of PecesCriollos*, v. 32, p. 1-8, 2014.

**LANGANI, F. et al.** Variação geográfica e plasticidade fenotípica em *Astyanax altiparanae*. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 97, n. 3, p. 230-236, 2007.

**LUCENA, C. A. S.; KULLANDER, S. O.** The *Crenicichla* species of the Uruguai River drainage. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 3, n. 2, p. 97-160, 1992.

**MANEL, S. et al.** Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity. *Nature Communications*, v. 11, n. 1, p. 692, 2020.

**NETTO-FERREIRA, A. L.; MARINHO, M. M.** New species of *Pyrrhulina*. *Zootaxa*, v. 3664, n. 3, p. 369-376, 2013.

**ORTEGA, H.; VARI, R. P.** Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. *Smithsonian Contributions to Zoology*, n. 437, p. 1-25, 1986.

**PAZ, C.; ROSSO, J. J.** The Paraguay River Basin. In: *Rivers of South America*. Cham: Springer, 2020. p. 153-175.

- PAVANELLI, C. S.; CARAMASCHI, E. P.** Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna from the Segredo Reservoir. *Acta Scientiarum*, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2003.
- PUGEDO, M. L. et al.** Integrative taxonomy supports new candidate fish species in a poorly studied neotropical region: the Jequitinhonha River Basin. *Genetica*, v. 144, n. 3, p. 341-349, 2016.
- REIS, R. E. et al.** Variação geográfica em *Oligosarcus hepsetus*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 50, n. 2, p. 301-312, 1990.
- ROBINSON, B. W.; WILSON, D. S.** Character release and displacement in fishes. *The American Naturalist*, v. 144, n. 4, p. 596-627, 1994.
- SCHLUTER, D.** The ecology of adaptive radiation. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- SOUZA, T. B. D. et al.** DNA barcoding of *Pyrrhulina australis*. *Neotropical Ichthyology*, v. 21, e230037, 2023.
- STRAUSS, R. E.** Evolutionary allometry and variation in body form in *Corydoras*. *Systematic Zoology*, v. 34, n. 4, p. 381-396, 1985.
- SWAIN, D. P.; HOLTBY, L. B.** Differences in morphology and behavior between juvenile coho salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 46, p. 1406-1414, 1989.
- TAYLOR, W. R.; VAN DYKE, G. C.** Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, v. 9, n. 2, p. 107- 119, 1985.

**TOLLEY, K. A. et al.** Morphological variation in two chameleons. *African Journal of Herpetology*, v. 54, n. 2, p. 127-139, 2005.

**VAN DER LAAN, R.; ALBERT, J. S. (Eds.)**. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. 2017. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Acesso em: 1 out. 2025.

**VARI, R. P.** Notes on the characoid subfamily Iguanodectinae. *American Museum Novitates*, v. 2612, p. 1-6, 1977.

**VILA, I.; BRUSQUETTI, F.** The Paraguay-Paraná waterway. In: *Water, Power and Identity*. Routledge, 2018. p. 89-107.

**WEBB, P. W.** Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *American Zoologist*, v. 24, p. 107-120, 1984.

**WEITZMAN, S. H.** The osteology of *Brycon meeki*. *Stanford Ichthyological Bulletin*, v. 8, n. 1, p. 1-77, 1962.

**WEITZMAN, M.; WEITZMAN, S. H.** Family Lebiasinidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S.; FERRARIS JR., C. J. (Eds.). *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 241-251.

**WILLS, M. A.** Morphological disparity: a primer. In: ADRAIN, J. M. et al. (Eds.). *Fossils, phylogeny, and form*. New York: Springer, 2001. p. 55-144.

**WIMBERGER, P. H.** Plasticity of fish body shape. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 45, n. 3, p. 197-218, 1992.

**WINANS, G. A.** Multivariate morphometric variability in Pacific salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 41, n. 8, p. 1150-1159, 1984.

**WINTERBOTTOM, R.** A descriptive synonymy of the striated muscles of the Teleostei. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 125, p. 225-317, 1974.

**ZARSKE, A.; GÉRY, J.** *Pyrrhulina australis* und *P. macrolepis* – zwei Arten oder eine? *Aquaristik Fachmagazin*, v. 33, n. 5, p. 10-14, 2001.

**ZARSKE, A.; GÉRY, J.** Zur Identität von *Pyrrhulina macrolepis*. *Zoologische Abhandlungen*, v. 54, p. 47-52, 2004.