

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**ESTUDO TAXONÔMICO DE *Gymnogeophagus meridionalis* REIS &  
MALABARBA 1988 e *G. rhabdotus* (HENSEL 1870)  
(LABRIFORMES, CICHLIDAE)**

**Fidélis Júnio Marra Santos**

**Orientador: Dr. Roberto E. Reis**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE – RS – BRASIL**

**2013**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Estudo Taxonômico de *Gymnogeophagus meridionalis* Reis &  
Malabarba 1988 e *G. rhabdotus* (Hensel 1870)  
(Labriformes, Cichlidae)**

**Fidélis Júnio Marra Santos**  
**Orientador: Dr. Roberto E. Reis**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**PORTO ALEGRE – RS - BRASIL**  
**2013**

*"A água não tem forma constante; um exército também não. Por essas razões, pode-se dizer que quem alcança a vitória se adaptando às circunstâncias é alguém genial"*

Sun Tzu

## AVISO

Esta dissertação é parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre, área de Zoologia, e como tal, não deve ser vista como uma publicação no senso do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (apesar de disponível publicamente sem restrições). Dessa forma, quaisquer informações inéditas, opiniões e hipóteses, assim como nomes novos, **não** estão disponíveis na literatura zoológica. Pessoas interessadas devem estar cientes de que referências públicas ao conteúdo desse estudo, na sua presente forma, somente devem ser feitas com aprovação prévia do autor.

## NOTICE

This dissertation is a partial requirement for the MSc. degree in Zoology and, as such, should not be considered as a publication in the sense of the International Code of Zoological Nomenclature (although it is available without restrictions). Therefore, any new information, opinions, and hypotheses, as well as new names are **unavailable** in the zoological literature. Interested people are advised that any public reference to this study, in its current form, should only be done after previous acceptance of the author.

## Sumário

Agradecimentos .....	III
Resumo .....	IV
Abstract .....	V
<b>1. Introdução</b>	
1.1 Generalidades e Taxonomia dos Peixes da Família Cichlidae .....	1
1.2 Taxonomia do Gênero <i>Gymnogeophagus</i> Ribeiro, 1918 .....	3
<b>2. Material e Métodos</b>	
2.1 Delimitação das bacias hidrográficas .....	6
2.2 Taxonomia	
2.2.1 Morfometria tradicional	
Morfometria bivariada .....	10
Morfometria multivariada .....	12
2.2.2 Morfometria geométrica	
Análise de Relative Warps (RWA) .....	14
2.2.3 Análise de colorido .....	14
2.2.4 Preparação de Esqueletos .....	14
<b>3. Resultados</b>	
3.1 Morfometria bivariada .....	16
3.2 Morfometria tradicional e morfometria geométrica .....	17
3.3 Padrões de colorido .....	26
3.4 Osteologia .....	31
3.5 Diagnose das espécies	
<i>Gymnogeophagus meridionalis</i> Reis & Malabarba 1988 .....	32
<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i> (Hensel 1870) .....	32
<b>4. Discussão .....</b>	<b>33</b>
<b>5. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>35</b>

*Dedico este trabalho aos meus Amados Pais, Jandira e Fidélis (in memoriam), ao meu Irmão, Rogério e a toda a minha Família.*

## **Agradecimentos**

Ao Professor Roberto Esser dos Reis pela oportunidade de trabalhar com Taxonomia Zoológica e por toda a orientação e paciência durante o desenvolvimento deste projeto. É para mim um exemplo de grande Cientista e grande Homem.

Aos meus Pais, Jandira e Fidélis (*in memoriam*), por um amor e carinho infinitos e por todo apoio ao longo da minha vida.

Ao meu irmão, Rogério.

A toda a minha Família.

Aos Professores Carlos Alberto Santos de Lucena e Zilda Margarete Seixas de Lucena.

Ao Professor Luiz Roberto Malabarba pelas fotos e empréstimo de exemplares.

Ao Marco Aurélio Azevedo e Vinicius de Araújo Bertaco pelo empréstimo de exemplares.

À Professora Vivianne Bernardo de Sant' Anna.

À Luana Oliveira dos Santos da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Zoologia – PUCRS.

A Héctor Vera, Edson Pereira, Bárbara Calegari, Guilherme Dutra, Marco Rada, Alejandro Burbano, Maria Laura, Daniela Nuñez, Camila Munareto, Maria Rita, Wiliams Paredes e à Viviane Azevedo.

A todos os bolsistas de iniciação científica do Laboratório de Ictiologia do MCT – PUCRS.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de pesquisa (Processo 130757/2011-0).

## Resumo

O gênero *Gymnogeophagus* foi descrito por Ribeiro em 1918 e apresenta dois importantes caracteres osteológicos – a ausência de supraneurais e a presença de um espinho no alto do primeiro pterigióforo dorsal. As espécies dentro de *Gymnogeophagus* estão divididas em dois grupos monofiléticos: *gymnogenys* e *rhabdotus*. O modo de incubação diferencia os dois grupos. O grupo *gymnogenys* apresenta incubação bucal, enquanto no grupo *rhabdotus* a incubação ocorre no substrato, o que reflete na divisão filogenética. O objetivo deste estudo foi realizar um estudo taxonômico de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus*. Foram examinados exemplares de *G. meridionalis* e exemplares de quatro populações de *G. rhabdotus*, procedentes da bacia do rio Jacuí, bacia do rio Negro, bacia do rio Uruguai e Costeiro. Foram utilizadas morfometria bivariada e multivariada e morfometria geométrica, por análise de Relative Warps. As morfometrias multivariada e geométrica foram utilizadas para análises de componentes principais. Exemplares de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus* de cada uma das quatro populações também foram diafanizados. O padrão de colorido também foi examinado. O resultado da morfometria não diferenciou as quatro populações de *G. rhabdotus* e na análise de componentes principais com base na morfometria multivariada e morfometria geométrica as quatro populações foram representadas sobrepostas. No exame dos exemplares diafanizados também não foi encontrado diferenças significativas. Apesar da morfometria não diferenciar *G. rhabdotus* entre as quatro populações, há um padrão de colorido característico a cada uma delas e esta variação de colorido foi interpretado como um polimorfismo.



## Abstract

The genus *Gymnogeophagus* was described by Ribeiro in 1918 and has two important osteological characters - the absence of supraneurals and the presence of a forward directed spine on top of the first dorsal pterygiophore. The species within *Gymnogeophagus* are divided into two monophyletic groups: *gymnogenys* and *rhabdotus*. The mode of incubation differentiate the two groups. The *gymnogenys* group presents buccal incubation, while in *rhabdotus* group incubation occurs in the substrate, which reflects the phylogenetic division. The objective of this study was to conduct a taxonomic study of *G. meridionalis* and *G. rhabdotus*. Were examined specimens of *G. meridionalis* and specimens of four populations of *G. rhabdotus*, from Jacuí River basin, Negro River basin, Uruguay River basin and the Coastal basin. We used bivariate and multivariate morphometrics and geometric morphometrics, by analysis of Relative Warps. The geometric morphometric and multivariate analyzes were used for principal component analysis. Specimens of *G. meridionalis* and *G. rhabdotus* from the four populations were also cleared and stained. The color pattern was also examined. The morphometric results did not differentiate the four populations of *G. rhabdotus* and the principal components analysis based on multivariate morphometrics and geometric morphometrics the four populations were represented overlapping. In the examination of c&s specimens also did not find significant differences. Despite morphometry has not differentiated *G. rhabdotus* of the four populations, there is a characteristic color pattern in each and this was interpreted as a polymorphism.

## **1. Introdução**

### **1.1 Generalidades e Taxonomia dos Peixes da Família Cichlidae**

A Família Cichlidae pertence à Ordem Labriformes (Wiley & Johnson, 2010) e os ciclídeos formam a família de peixes não Ostariophsi de água doce mais rica do planeta e uma das principais famílias de vertebrados, com pelo menos 1300 espécies e com estimativas que se aproximam de 1900 espécies (Kullander, 1998). Estas estimativas foram apresentadas por Kullander (1998) e, atualmente os ciclídeos apresentam uma riqueza de 1632 espécies, com estimativas de 2159 (Eschmeyer, 2012). São peixes de água doce e ocasionalmente água salgada e estão distribuídos pelas Américas Central e do Sul (uma espécie ocorre até o norte do Texas), Caribe, África, Madagascar, Israel, Síria, litoral da Índia e Sri Lanka (Nelson, 2006).

Ciclídeos são conhecidos por diversos nomes locais, geralmente com um adjetivo para distinguir espécies bem conhecidas. A maioria dos nomes inclui bujurqui (Peru, a maioria dos ciclídeos), acará (Brasil, a maioria dos ciclídeos), mochoroca (Venezuela), mojarra (Equador, Colômbia, toda a América Central), krobia (Suriname), prapra (Guiana Francesa) (Kullander, 2003).

Os ciclídeos são reconhecidos por várias sinapormofias anatômicas claras (Kullander, 2003).

1. A perda de uma associação estrutural principal entre as partes A2 e Aw do músculo adutor da mandíbula e a inserção de músculos em uma grande parte ventral da A2 para a borda posterior do processo ascendente do anguloarticular (Stiassny, 1981).
2. A presença de um tampão cartilaginoso extensivo na margem anterior do segundo epibranchial (Stiassny, 1981).
3. A presença de uma cabeça expandida no quarto epibranchial (Stiassny, 1981).
4. A presença e distribuição de características formas de microbranquiospinhos nos arcos branquiais (Stiassny, 1981).

5. O músculo transverso dorsalis anterior subdividido em quatro partes distintas (Liem & Greenwood, 1981).
6. O estômago com uma extensível bolsa (Zihler, 1982).
7. O estômago com saída do lado esquerdo para o intestino anterior e a primeira espira intestinal está no lado esquerdo (Zihler, 1982).
8. O sagitta apresenta um pseudocolliculum anterocaudal tendo uma parte do comprimento e espessura ventral separado da crista inferior por um sulco longo, profundo e fino (Gaemers, 1985).
9. A presença de pequenas hypapophyses emparelhadas sobre o terceiro e/ ou quarto centro vertebral (Kullander, 1998).

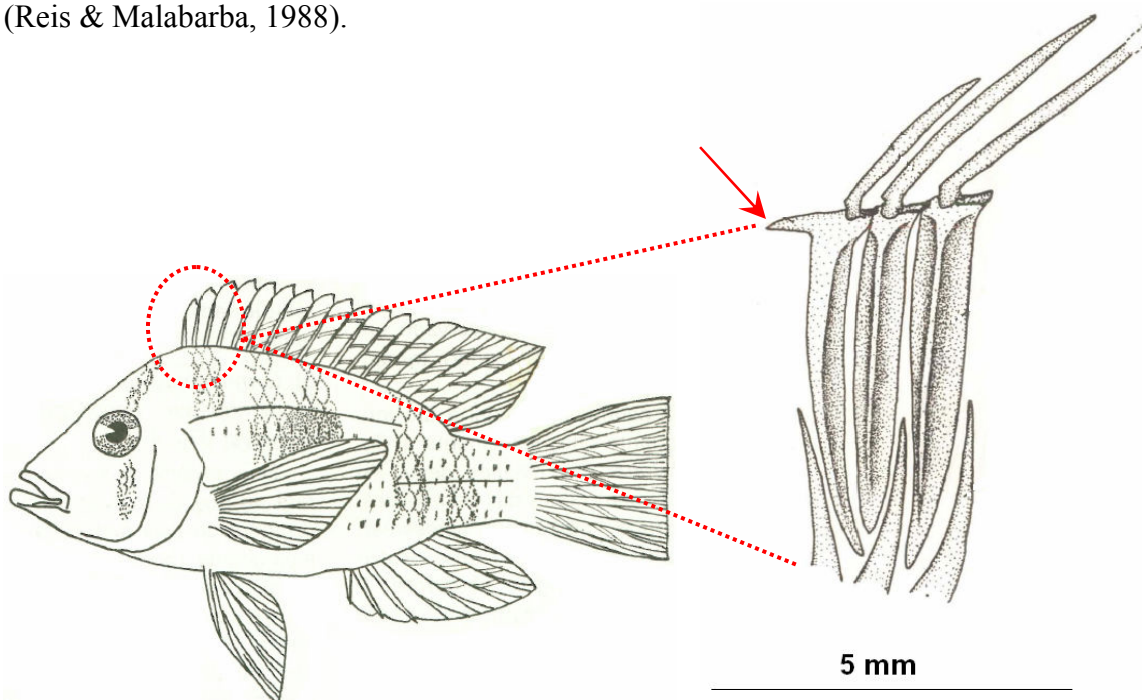
Entre os peixes Neotropicais eles podem ser reconhecidos externamente por possuírem de 7-24 (geralmente 13-16) espinhos na nadadeira dorsal, 2-12 (geralmente 3, raramente mais de 5) espinhos na nadadeira caudal e uma única narina em cada lado da cabeça. A linha lateral é normalmente dividida em uma parte anterior superior terminando abaixo da extremidade da base da nadadeira dorsal e uma porção posterior inferior ao longo do meio do pedúnculo caudal (Kullander, 2003).

Ciclídeos também são muito diversos comportamentalmente. Eles são peixes altamente incomuns, em que todas as espécies fornecem cuidado parental, que se estende além da fase de ovo. Em algumas espécies os machos e as fêmeas fornecem cuidados, enquanto em outras espécies apenas as fêmeas proveem cuidados. Em duas espécies apenas machos prestam cuidados (Wimberger *et al.*, 1998).

Duas formas gerais de cuidado parental podem ser reconhecidos: i) incubadores bucais, que são geralmente polígamos e, geralmente, apenas a fêmea carrega os ovos fertilizados e ovos recém-eclodidos na boca e ii) incubadores de substrato, que normalmente são monogâmicos e ambos os sexos podem cuidar dos ovos. Algumas espécies apresentam ambos os métodos, por exemplo, os ovos são colocados e cuidados sobre o substrato, mas os jovens recém-nascidos são transportados pelos pais na boca (Nelson, 2006).

## 1.2 Taxonomia do Gênero *Gymnogeophagus* Ribeiro, 1918

O gênero *Gymnogeophagus* foi originalmente proposto por Ribeiro, 1918 e incluiu uma única espécie: *G. cyanopterus* (= *G. balzanii*), do Sul do Brasil (Reis & Malabarba, 1988). Apresenta dois importantes caracteres osteológicos – a ausência de supraneurais e a presença de um espinho no alto do primeiro pterigióforo dorsal (Fig. 1) (Reis & Malabarba, 1988).



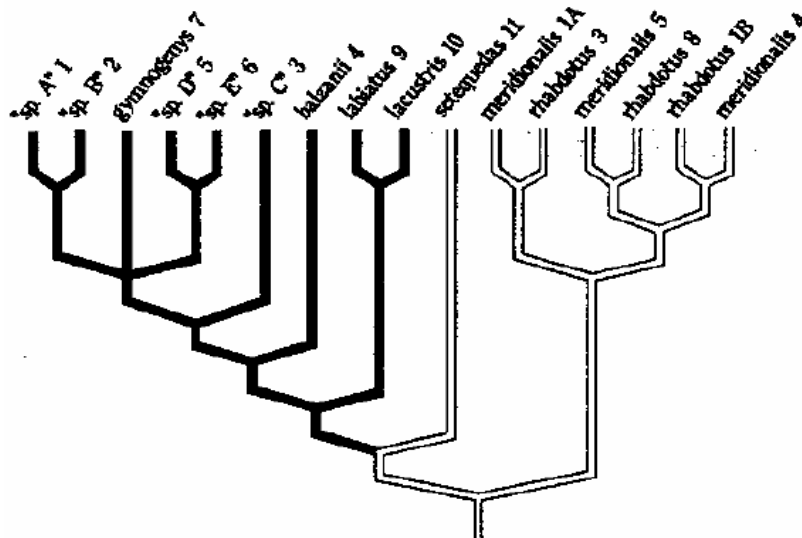
**Figura 1.** Posição do espinho no alto do primeiro pterigióforo dorsal em peixes do gênero *Gymnogeophagus*. Adaptado de Reis & Malabarba (1988) e Buckup & Reis (1985).

*Gymnogeophagus* apresenta 12 espécies válidas, distribuídas pelo Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. A distribuição destas espécies é apresentada por Eschmeyer, 2012: *Gymnogeophagus australis* (Eigenmann 1907). Distribuição: Baixo rio Paraná, Argentina. *Gymnogeophagus balzanii* (Perugia 1891). Distribuição: Bacia do rio Paraná e drenagem do rio Uruguai, Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. *Gymnogeophagus caaguazuensis* Staeck 2006. Distribuição: Baixo rio Paraguai, Paraguai. *Gymnogeophagus che* Casciotta, Gómez & Toresanni 2000. Distribuição: Bacia do rio Paraná, Argentina. *Gymnogeophagus eocenicus* Malabarba, Malabarba & del Papa 2010. Distribuição: Formação Lumbreira, nível Faixa Verde II, na localidade Alemanha, noroeste da Argentina. *Gymnogeophagus gymnogenys* (Hensel 1870). Distribuição: Lagoa dos Patos e drenagens da Lagoa Mirim, rio Uruguai, Argentina, Brasil e Uruguai. *Gymnogeophagus labiatus* (Hensel 1870). Distribuição: Lagoa dos

Patos e drenagens da Lagoa Mirim, Brasil. *Gymnogeophagus lacustris* Reis & Malabarba 1988. Distribuição: Drenagens costeiras no Rio Grande do Sul, Brasil. *Gymnogeophagus meridionalis* Reis & Malabarba 1988. Distribuição: Drenagem do rio Uruguai, no Uruguai e Brasil e pequenas drenagens na Argentina, Argentina, Brasil e Uruguai. *Gymnogeophagus rhabdotus* (Hensel 1870). Distribuição: Drenagem do rio Uruguai e Lagoa dos Patos, Brasil e Uruguai. *Gymnogeophagus setequeadas* Reis, Malabarba & Pavanelli 1992. Distribuição: Bacia do rio Paraná, Argentina, Brasil e Paraguai. *Gymnogeophagus tiraparae* González-Bergonzoni, Loureiro & Oviedo 2009. Distribuição: Bacia dos rios Negro e Tacuarí, Uruguai.

O gênero *Gymnogeophagus* é formado por dois grupos monofiléticos de espécies: grupo *gymnogenys* e grupo *rhabdotus*. Além de variações morfológicas, por exemplo, na quantidade e disposição de séries de escamas e raios e padrões de colorido, há diferença no cuidado parental entre os dois grupos.

O grupo *gymnogenys* apresenta incubação bucal, enquanto no grupo *rhabdotus* a incubação ocorre no substrato. A maioria das espécies (como diagnosticadas atualmente) são incubadores bucais e dimórficos e formam um clado monofilético (Wimberger *et al.*, 1998). O grupo *rhabdotus* apresenta várias formas geográficas com diferenças leves, que Wimberger *et al.* (1998) denominou haplótipos intermediários em *G. rhabdotus* e *G. meridionalis* (Fig. 2).



**Figura 2.** Filogenia de *Gymnogeophagus* apresentada por Wimberger *et al.* 1998. Ramos brancos indicam incubadores de substrato e ramos negros indicam incubadores bucais.

Wimberger *et al.* (1998) reconheceu que a maioria das espécies de *Gymnogeophagus* são incubadoras bucais e dimórficas e formam um clado monofilético. Também, a linhagem dos incubadores de substrato formada por *G. rhabdotus* e *G. meridionalis* é monofilética. Estes padrões comportamentais relacionados ao cuidado parental e modo de incubação delimitam bem os dois grupos de espécies de *Gymnogeophagus*, conforme foi apresentado por Wimberger *et al.* (1998).

*Gymnogeophagus meridionalis* e *G. rhabdotus*, ambos pertencentes ao grupo *rhabdotus*, apresentam características faixas longitudinais de cor azul claro no flanco que não são encontradas em outras espécies de *Gymnogeophagus* e também são desconhecidas em Geophagines fora deste gênero. A presença destas faixas longitudinais é, portanto, assumido ser uma condição derivada (Reis & Malabarba, 1988).

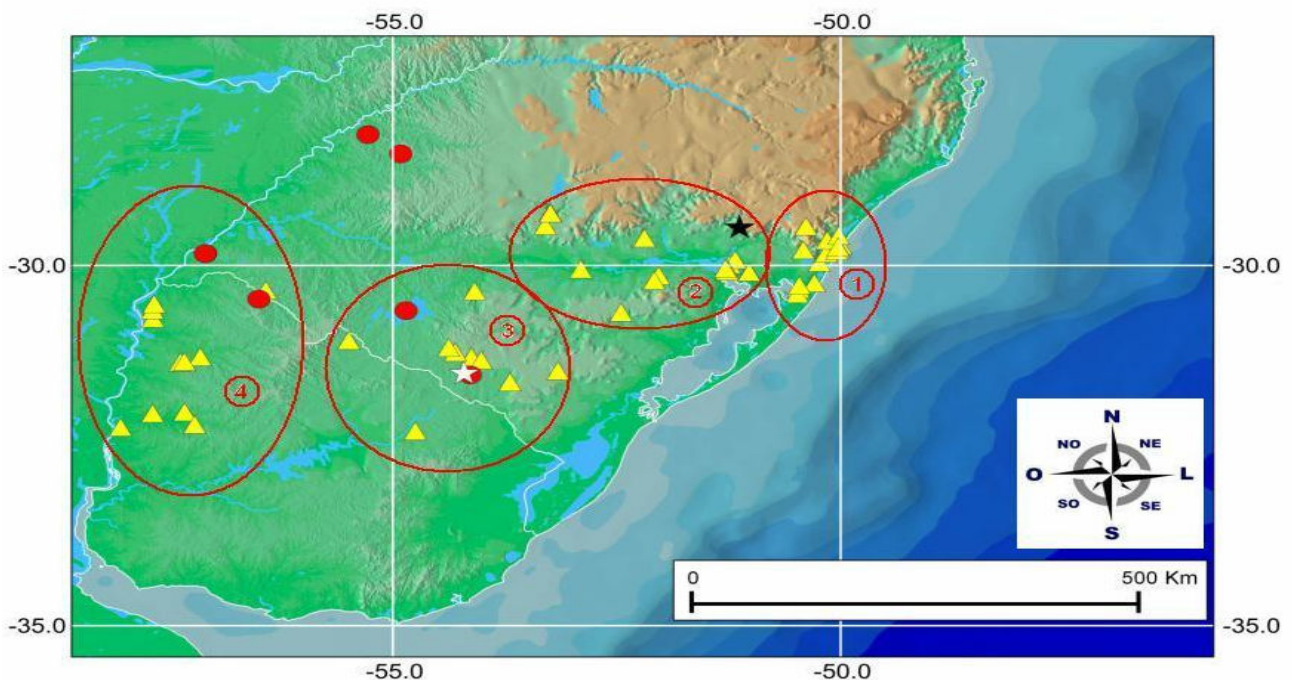
O objetivo deste trabalho é realizar um estudo taxonômico de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus* procedentes das bacias dos rios Jacuí, Negro, Uruguai e Costeiro.

## 2. Material e Métodos

Os espécimes selecionados para a análise morfométrica e de colorido pertencem às seguintes instituições: **MCP** - Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; **UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; **MCN** - Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

### 2.1 Delimitação das bacias hidrográficas

Todos os lotes de *G. rhabdotus* foram separados de acordo com a bacia hidrográfica a que pertencem. As bacias delimitadas foram: Bacia do rio Jacuí, Bacia do rio Negro, Bacia do rio Uruguai e Bacias Costeiras (Fig. 2). A delimitação das Bacias Costeiras foi do município de Terra de Areia até o município de Candiota, ambos no Rio Grande do Sul. As Bacias do Jacuí e Costeiras estão localizadas no Brasil, Rio Grande do Sul, enquanto que as Bacias do Negro e Uruguai estão localizadas no Brasil e no Uruguai.



**Figura 2.** Mapa do sul do Brasil e Uruguai indicando a distribuição dos lotes de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus* examinados. Os círculos com numeração representam a delimitação das quatro bacias hidrográficas. 1) Bacias Costeiras, 2) Bacia do rio Jacuí, 3) Bacia do rio Negro e 4) Bacia do rio Uruguai. Os triângulos amarelos representam *G. rhabdotus* e os círculos vermelhos *G. meridionalis*. A estrela branca é a localidade tipo de *G. meridionalis* e a estrela preta a localidade tipo de *G. rhabdotus*.

Abaixo está a lista dos lotes contendo os espécimes examinados. A lista com os lotes de *G. meridionalis* é apresentada primeiro e, em seguida, a lista com *G. rhabdotus*. A lista dos lotes utilizados nas análises foi organizada na seguinte sequência: número de catálogo do lote, número total de espécimes no lote, número de espécimes examinados do lote entre parênteses, localidade de coleta, data de coleta e nome dos coletores.

***Gymnogeophagus meridionalis*: Rio Grande do Sul:** MCP 46422, 74 (13), (1C&S), Uruguaiana, arroio Felizardo (nascente) (29°50'08"S, 057°05'24"W), 01 Jul 2001, Enrique Q. Chiva: MCP 36872, 2 (1), Aceguá, banhado dos Gabriéis (afluente do rio Negro) na estrada Bagé - Aceguá, a ca. de 20 km ao sul de Bagé (31°31'08"S, 054°08'15"W), 23 Abr 2004, R. E. Reis & outros: MCP 16120, 6 (2), São Luiz Gonzaga, arroio Ximbocuzinho, na estrada São Luiz Gonzaga/ Bossoroca a 4 km da estrada de São Luiz Gonzaga (afl. rio Uruguai), 11 Dez 1992, P. H. Wimberger & outros: MCP 14234, 9 (4), Rosário do Sul, rio Ibicuí da Armada próximo a Campo Seco (drenagem do rio Uruguai), 13 Dez 1989, C. Weber, R. E. Reis & S. Muller: MCP 12543, 2 (1), São Nicolau, arroio Canoin, estrada Pirapó/ São Nicolau, 02 Nov 1988, C. A. S. Lucena & outros: MCP 46430, 22 (7), (1C&S), Uruguaiana, arroio Felizardo (nascente) (29°50'08"S, 057°05'24"W), 01 Jul 2001, E. Q. Chiva. **Uruguai:** MCP 17591, 2 (2), Artigas, Artigas, arroio Arumbeba, cerca de 22 km a SE de Artigas, 20 Fev 1995, R. E. Reis & C. S. Fontana.

***Gymnogeophagus rhabdotus*: Bacias Costeiras, Rio Grande do Sul:** UFRGS 3884, 8 (7), (2C&S), Capão Novo, poças marginais a interpraías, próximo a saída de Capão Novo (29°43'S, 49°56'W), Equipe do laboratório de Ictiologia da UFRGS: MCP 14827, 2 (1), Osório, canal entre a lagoa Emboaba e Emboabinha, na estrada Osório/ Tramandaí, 16 Jan 1991, N. A. Menezes & outros: MCP 14463, 1 (1), Osório, rio Três Forquilhas, divisa de município entre Osório e Torres, 28 Abr 1987, L. A. C. Bergmann & P. V. Azevedo: MCP 13618, 3 (2), Capão da Canoa, sanga afluente da lagoa dos Quadros, próximo a praia do Barco, 01 Out 1989, S. O. Kullander & equipe MCP: UFRGS 2552, 1 (1), Osório, rio Maquiné, entre a foz e a BR 101 (29°43'S, 50°10'W), 03 Mar 1983, C. A. Malabarba, L. R. Malabarba & R. E. Reis: UFRGS 3173, 1 (1), Pinhal, lagoa da Cerquinha, praia do Pinhal (30°14'S, 51°15'59"W), 01 Mar 1981, L. R. Malabarba: MCP 9661, 2 (2), Osório, lagoa dos Quadros, Posto de Piscicultura da Secretaria da Agricultura (29°39'0"S, 50°09'0"W), 27 Jan 1983, C. A. S. Lucena & Z.



M. Lucena: MCP 18290, 1 (1), Terra de Areia, rio Sanga Funda na estrada BR 101, 27 Jan 1983, C. A. S. Lucena & Z. M. Lucena: MCP 13649, 1 (1), Capão da Canoa, canal da Vila Cornélios, entre lagoa Itapeva e lagoa dos Quadros, 01 Out 1989, S. O. Kullander & equipe MCP: MCN 16389, 1 (1), Canela, reservatório de Bugres (29°20.75'S, 50°42.02'W), 28 Nov 2000, P. C. C. Milani, C. J. Mansan & W. R. Koch: MCN 17207, 1 (1), Palmares do Sul, fazenda das Almas (não apresenta coordenadas), 18 Jun 2003, F. G. Becker & outros: MCN 17653, 1 (1), Palmares do Sul, lagoa do Casamento, 24 Nov 2003, F. G. Becker & outros: MCN 17748, 2 (2), Palmares do Sul, fazenda Porteira Velha, 26 Nov 2003, F. G. Becker & outros. **Bacia do rio Jacuí, Rio Grande do Sul:** UFRGS 2494, 4 (3), Santo Antônio, sanga entre Vila Cará e rio dos Sinos (29°46'59"S, 50°25'W), 03 Mar 1983, L. R. Malabarba & R. E. Reis: MCP 26550, 5 (2), Nova Palma, arroio Caemborá próximo a localidade de Caemborá (29°26'50"S, 53°17'50"W), 11 Nov 2000, V. A. Bertaco & outros: MCP 18614, 7 (3), Cachoeira do Sul, lagoas na margem esquerda do rio Jacuí, junto a ponte da estrada de ligação da BR-290 – Cachoeira do Sul, 22 Jan 1996, L. R. Malabarba, J. R. Burns, J. Pezzi: MCP 20227, 4 (2), (1C&S), Porto Alegre, delta do rio Jacuí no Saco da Alemoa, junto a BR 116 (29°59'15"S, 51°14'29"W), 25 Mar 1997, R. E. Reis & outros: MCP 10016, 5 (4), Venâncio Aires, rio Taquari-Mirim, 18 Nov 1983, C. A. Lucena & L. R. Malabarba: MCP 9702, 7 (6), Viamão, foz do arroio da Faxina, 01 Dez 1983, J. Bertolotti & outros: MCP 9395, 6 (6), Canoas, várzea do rio dos Sinos, ponte na estrada Tabai/ Canoas, 16 Set 1983, C. A. Lucena, L. R. Malabarba & R. E. Reis: MCP 9128, 1 (1), Porto Alegre, rio Guaíba na ilha da Ponta Negra, 25 Jan 1982: MCP 9129, 1 (1), Porto Alegre, rio Guaíba na ilha da Ponta Negra, 25 Jan 1982: MCP 9126, 1 (1), Porto Alegre, rio Guaíba na ilha da Ponta Negra, 25 Jan 1982: MCP 9127, 1 (1), Porto Alegre, rio Guaíba na ilha da Ponta Negra, 25 Jan 1982: MCP 9824, 3 (2), Viamão, Lomba do Sabão, 31 Mar 1984, Urbano Kehl: MCP 17376, 100 (1), Minas do Leão, arroio Taquara sob a ponte da estrada BR-290, próximo ao acesso para Minas do Leão, divisa Minas do Leão/ Butiá, 23 Mar 1993, W. Bruschi Junior: MCN 15079, 1 (1), Estrela Velha, rio Jacuí, 10 Dez 1997, M. G. V. da Rocha & outros: MCN 15083, 1 (1), (1C&S), Estrela Velha, rio Jacuí, 10 Dez 1997, M. G. V. da Rocha & outros: MCN 15081, 1 (1), Estrela Velha, rio Jacuí, 10 Dez 1997, M. G. V. da Rocha & outros: MCN 15082, 1 (1), Estrela Velha, rio Jacuí, 10 Dez 1997, M. G. V. da Rocha & outros: MCN 15078, 1 (1), Estrela Velha, rio Jacuí, 10 Dez 1997, M. G. V. da Rocha & outros. **Bacia do rio Negro, Rio Grande do Sul:** UFRGS 8970, 5 (3), Encruzilhada do Sul, açude na

fazenda Cancela III, futuro plantio de eucalipto (61°51'14"S, 30°38'52"W), 15 Dez 2006, J. Anza & R. Hirano: UFRGS 8710, 7 (3), Butiá, arroio na propriedade Cerro Vermelho, 15 Dez 2006, J. Anza & J. Ferrer: MCP 36869, 4 (4), Bagé, riacho afluente do rio Piraizinho (afluente do rio Negro), próximo à Vila San Martin, na estrada BR-293 (31°16'12"S, 54°07'19"W), 24 Abr 2004, R. E. Reis & outros: MCP 36873, 4 (2), (1C&S), Bagé, sanga do acampamento (afluente do rio Negro), na BR-293, a ca. de 24 km a WNW de Bagé (31°12'14"S, 54°18'06"W), 24 Abr 2004, R. E. Reis & outros: MCP 36871, 6 (4), (1C&S), Bagé, arroio Quebramchinho (afluente do rio Negro), a ca. de 10 km a sudeste de Bagé (31°18'50"S, 54°00'44"W), 23 Abr 2004, R. E. Reis & outros: UFRGS 8855, 24 (3), Santa Margarida do Sul, açude na fazenda Santa Margarida (30°21'15"S, 54°05'10"W), 26 Abr 2006, J. Anza & J. Ferrer. **Uruguai:** UFRGS 7263, 8 (2), Melo, Cerro Largo, arroio na rota 26 à 59 km de Melo, entre os arroios Saule e o Fratile Morto, bacia do rio Negro (32°17'39"S, 54°44'59"W), 10 Set 2005, V. Bertaco & outros: UFRGS 7496, 1 (1), Rivera, Rivera, arroio Cuñapiru no km 12,3 da rota 27, drenagem do rio Tacuarembó, bacia do rio Negro (31°02'21"S, 55°29'31"W), 27 Mai 1995, L. R. Malabarba & outros. **Bacia do rio Uruguai, Rio Grande do Sul:** MCP 36868, 28 (5), (2C&S), Quaraí, arroio (afluente do rio Quaraí) na estrada Quaraí para Estação Férrea Baltazar Brum, a ca. de 5 km a NE de Quaraí (30°20'35"S, 56°25'08"W), 25 Abr 2004, R. E. Reis & outros: UFRGS 8405, 37 (1), Bagé, rio Santa Maria na BR-293 entre Bagé e Dom Pedrito, bacia do rio Ibiçuí (31°08'21"S, 54°22'34"W), 30 Mar 2006, L. R. Malabarba & alunos da disciplina Inventário de Fauna 2006/01: **Uruguai:** UFRGS 7934, 11 (3), Paysandu, Paysandu, vale estreito na rota 4, 10 km da rota 26, bacia do rio Quegua Chico (32°01'57"S, 57°19'30"W), 10 Set 2000, V. Bertaco & outros: UFRGS 7803, 1 (1), Salto, Salto, arroio Tangarupá ou afluente deste, na rota 31 entre Salto e Artigas (31°20'28"S, 57°22'17"W), 08 Set 2005, L. R. Malabarba & outros: UFRGS 7802, 8 (1), Paysandu, Paysandu, arroio Carpinchuri, afluente do rio Uruguai, na rota 3 entre as cidades de Salto e Paysandu (37°40'38"S, 57°53'30"W), 20 Set 2005, L. R. Malabarba & outros: UFRGS 8084, 5 (2), Artigas, Artigas, arroio Sarandi, afluente do arroio Yacuy à 3 km da rota 3 (30°43'59"S, 57°40'43"W), 09 Set 2005, L. R. Malabarba & outros: UFRGS 8111, 11 (6), Salto, Salto, arroio da rota 4 afluente do arroio Valentin Grande (31°16'32"S, 57°09'22"W), 08 Set 2005, L. R. Malabarba & outros: UFRGS 7982, 2 (1), Artigas, Artigas, arroio Guaviyú na rota 3, afluente do rio Uruguai (30°37'51"S, 57°41'18"W), 09 Set 2005, V. Bertaco & outros: UFRGS 7917, 14 (2), Paysandu,

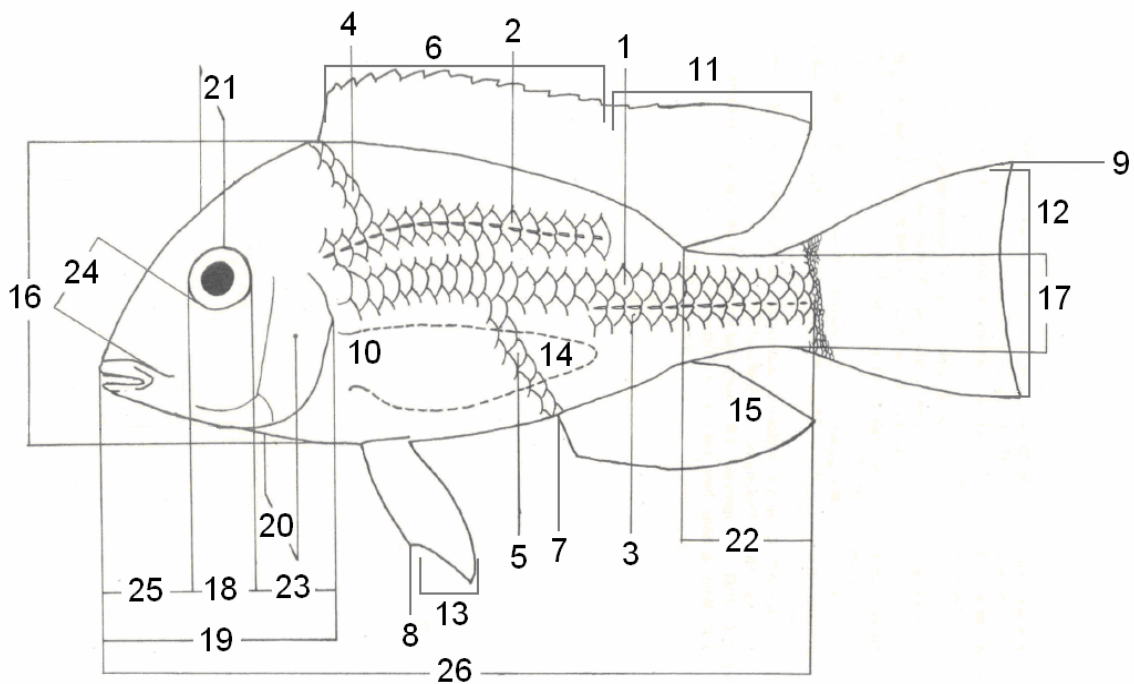
Paysandu, vale estreito na rota 4, em direção à localidade de Guinchón, bacia do rio Queguay Grande (32°12'25"S, 57°12'47"W), 10 Set 2005, V. Bertaco & outros: UFRGS 10077, 1 (1), Artigas, Artigas, arroio Mandiyú na rota 3, afluente do rio Uruguai (30°31'55"S, 57°39'57" W), 09 Set 2005, V. Bertaco & outros: UFRGS 8045, 2 (2), Salto, Salto, arroio das Tunas na rota 31, afluente do rio Arapey Grande (31°20'04"S, 57°19'36"W), 08 Ago 2005, V. Bertaco & outros: UFRGS 7838, 3 (2), Paysandu, Paysandu, vale estreito na rota 26, afluente do Arroyo de Soto, bacia do rio Queguay Grande (32°03'06"S, 57°40'57"W), 10 Set 2005, V. Bertaco & outros.

## **2.2 Taxonomia**

### **2.2.1 Morfometria tradicional**

#### **Morfometria bivariada**

Foram examinados 30 espécimes de *G. meridionalis* e 117 de *G. rhabdotus* para a morfometria bivariada. As medidas foram realizadas com paquímetro de 0,05 mm de precisão e as contagens de escamas com alfinete entomológico sob o estereomicroscópio. A definição das medidas e contagens seguiu Reis & Malabarba (1988) e estão representadas na Fig. 3.



**Figura 3.** Medidas e contagens feitas em *Gymnogeophagus meridionalis* e *G. rhabdotus*. Modificado de Reis & Malabarba (1988).

- 1 – Escamas em uma série longitudinal: primeira fileira de escamas acima da porção inferior da linha lateral
- 2 – Escamas na porção superior da linha lateral: segunda fileira de escamas acima das escamas em série longitudinal
- 3 – Escamas na porção inferior da linha lateral: primeira fileira de escamas abaixo das escamas em série longitudinal
- 4 – Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral: primeira fileira de escamas junto à origem da nadadeira dorsal até a porção superior da linha lateral
- 5 – Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral: primeira fileira de escamas junto à origem da nadadeira anal até a porção superior da linha lateral
- 6 – Espinhos na nadadeira dorsal
- 7 – Espinhos na nadadeira anal
- 8 – Espinhos na nadadeira pélvica
- 9 – Raios não ramificados na nadadeira caudal
- 10 – Raios não ramificados na nadadeira peitoral
- 11 – Raios ramificados na nadadeira dorsal
- 12 – Raios ramificados na nadadeira caudal

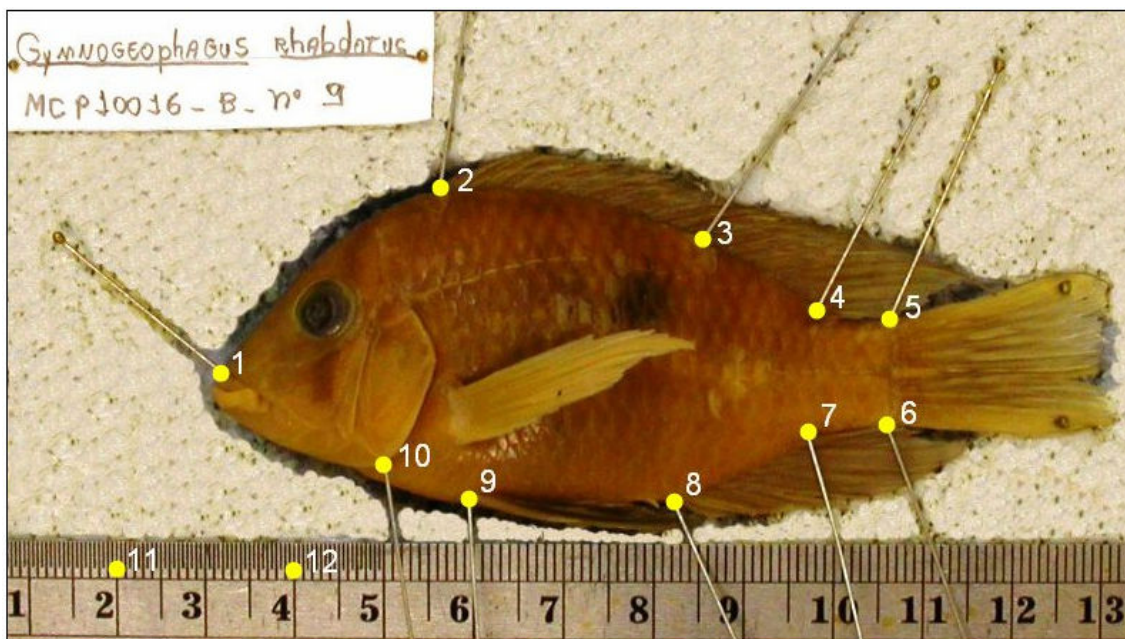
- 13 – Raios ramificados na nadadeira pélvica
- 14 – Raios ramificados na nadadeira peitoral
- 15 – Raios ramificados na nadadeira anal
- 16 – Altura do corpo: tomada na base da cabeça até a origem da nadadeira dorsal
- 17 – Altura do pedúnculo caudal: tomadas no ponto de profundidade máxima até a origem da nadadeira caudal
- 18 – Diâmetro do olho: tomada horizontalmente entre as margens do osso orbital
- 19 – Comprimento da cabeça: a partir do lábio superior para a margem óssea posterior do opérculo
- 20 – Largura da cabeça: tomada no ponto de largura máxima
- 21 – Largura interorbital: tomada no ponto de menor largura óssea
- 22 – Comprimento do pedúnculo caudal: a partir do final da base da nadadeira dorsal para o conjunto hypural
- 23 – Comprimento pós-orbital: a partir da borda posterior da órbita óssea à margem posterior do opérculo
- 24 – Comprimento pré-orbital: a partir da margem inferior da lacrimal (logo acima da maxila) à borda orbital
- 25 – Comprimento do focinho: a partir da projeção de uma linha de margem anterior do lábio superior à borda orbital anterior
- 26 – Comprimento padrão: a partir do lábio superior ao hypural comum

As medidas e contagens de cada espécime foram inseridas no programa DATAX Versão 4.1 (Reis & Fontoura, 1991) para o cálculo dos valores mínimos e máximos das proporções corporais (percentagens com média e desvio padrão). As contagens também são apresentadas como valores mínimos e máximos com média e desvio padrão.

### **Morfometria multivariada**

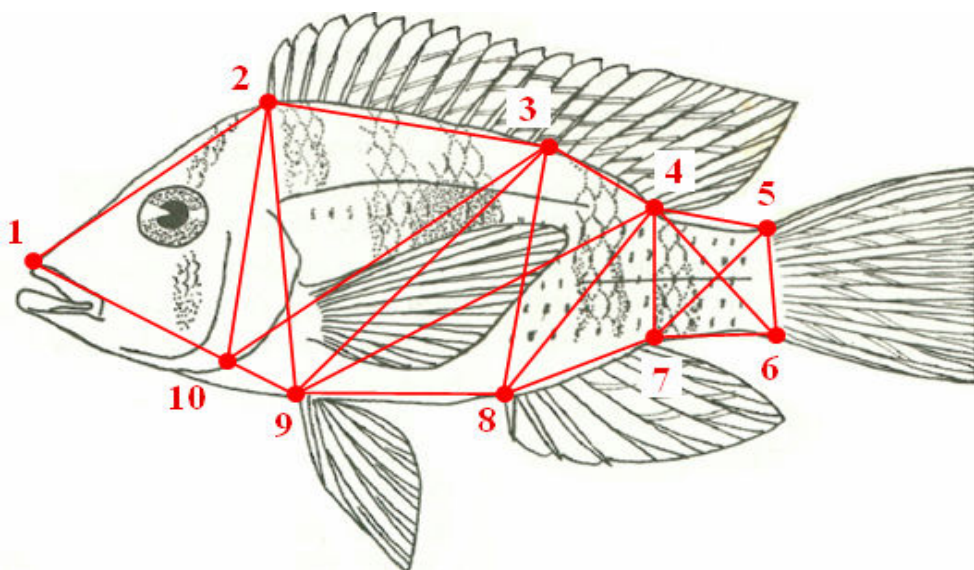
De cada uma das quatro bacias hidrográficas delimitadas (Jacuí, Negro, Costeiros e Uruguai), foram selecionados 20 espécimes de *G. rhabdotus* representantes de cada uma das bacias. Idealmente, *landmarks* são (1) pontos anatômicos homólogos que (2) não alteram as topologias relativas dos outros *landmarks*, (3) fornecem uma cobertura adequada da morfologia, (4) podem ser encontrados repetidamente e são consistentes e (5) estão dentro do mesmo plano (Zelditch *et al.*, 2004). Alfinetes

entomológicos foram utilizados para marcar *landmarks* (Fig. 4) em cada um dos 80 espécimes, que foram fotografados com câmera digital Nikon Coolpix 4500. Uma régua de aço serviu de escala.



**Figura 4.** *Gymnogeophagus rhabdotus* com 10 *landmarks* no corpo, mais dois na régua que serviu de escala.

O programa tpsDig Versão 2.16 (Rohlf, 2010) foi utilizado para digitalizar os *landmarks* e o programa LMdis Versão 1.0 (Reis, 1996) utilizado para extrair as medidas entre os *landmarks*. Foram extraídas 20 medidas com base nas seguintes variáveis morfométricas, conforme apresentado na Fig. 5: 1-2, 1-10, 2-10, 2-3, 9-10, 2-9, 3-10, 3-9, 3-4, 8-9, 3-8, 4-9, 4-8, 7-8, 4-7, 4-5, 6-7, 5-7, 4-6, 5-6.



**Figura 5.** Desenho com 20 medidas a partir dos 10 marcos anatômicos em uma rede de treliça. Adaptado de Buckup & Reis (1985).

As medidas obtidas pelo LMdis foram logaritmizadas e utilizadas para a análise de componentes principais (PCA) com o programa PAST Versão 2.16 (Hammer, Harper & Ryan, 2001).

### **2.2.2 Morfometria geométrica**

#### **Análise de Relative Warps (RWA)**

Na Análise de Relative Warps (RWA) é utilizada a configuração espacial dos *landmarks* no espaço bi ou tridimensional e não há medidas envolvidas. Os *landmarks* demarcados sobre as fotografias com o tpsDig resultaram num arquivo com a posição cartesiana em pixels, dos *landmarks*, construídos no tpsDig.

O programa tpsRelw Versão 1.49 (Rohlf, 2010) gera uma forma de consenso entre as diversas configurações individuais de *landmarks* e extrai os resíduos de cada configuração da forma de consenso (os Relative Warps). Com o resultado da Análise de Relative Warps, foi feita uma análise de componentes principais com o programa PAST Versão 2.16.

### **2.2.3 Análise de colorido**

Para a análise de colorido, foram analisadas fotografias de *Gymnogeophagus rhabdotus* de cada uma das quatro bacias hidrográficas, que apresentavam o colorido natural. Além das fotos, espécimes conservados em álcool também foram examinados. Os padrões de colorido para cada uma das populações foram diagnosticados.

### **2.2.4 Preparação de Esqueletos**

Os espécimes utilizados para a osteologia foram clareados e corados (C&S) conforme as técnicas propostas por Taylor & Van Dyke (1985) e a dissecação conforme Reis & Malabarba (1988). Foram diafanizados 10 espécimes de *Gymnogeophagus*, sendo dois de *G. meridionalis* e oito de *G. rhabdotus*. De cada uma das quatro populações de *G. rhabdotus*, dois exemplares foram diafanizados.

A observação das estruturas ósseas foi realizada com microscópio estereoscópico. Os espécimes foram desarticulados do lado esquerdo do corpo,

seguindo a seguinte ordem de remoção das partes: série infraorbital, mandíbula, suspensório, opérculo, esqueleto branquial, cintura pélvica e cintura peitoral. A nomenclatura osteológica seguiu a descrição apresentada por Reis & Malabarba, 1988.



### 3. Resultados

#### 3.1 Morfometria bivariada

As medidas e contagens realizadas nos espécimes de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus* e calculadas no programa DATAX resultaram em cinco matrizes de morfometria descritiva. A Tabela 1 apresenta o resultado da morfometria descritiva dos 30 espécimes de *G. meridionalis* examinados. As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados da morfometria descritiva dos 117 espécimes de *G. rhabdotus*, das Bacias Costeiras, do Jacuí, do Negro e do Uruguai, respectivamente.

Para as quatro populações de *G. rhabdotus*, a maioria dos caracteres examinados apresentou sobreposição, mas alguns apresentaram pequena variação. Nas contagens, por exemplo, *G. meridionalis* apresentou 22-25 escamas em série longitudinal (média 23.4), 13-20 escamas na porção superior da linha lateral (média 16.4), 7-14 escamas na porção inferior da linha lateral (média 8.7), 12-14 espinhos na nadadeira dorsal (média 13.0). *G. rhabdotus* das Bacias Costeiras apresentou 22-25 escamas em série longitudinal (média 24.2), 10-19 escamas na porção superior da linha lateral (média 16.5), 7-11 escamas na porção inferior da linha lateral (média 8.7), 14-16 espinhos na nadadeira dorsal (média 14.5). *G. rhabdotus* da Bacia do Jacuí apresentou 22-25 escamas em série longitudinal (média 23.9), 15-20 escamas na porção superior da linha lateral (média 17.3), 6-12 escamas na porção inferior da linha lateral (média 8.8), 13-16 espinhos na nadadeira dorsal (média 14.4). *G. rhabdotus* da Bacia do Negro apresentou 22-25 escamas em série longitudinal (média 23.8), 14-18 escamas na porção superior da linha lateral (média 17.0), 8-10 escamas na porção inferior da linha lateral (média 8.8), 13-15 espinhos na nadadeira dorsal (média 14.1). *G. rhabdotus* da Bacia do Uruguai apresentou 22-25 escamas em série longitudinal (média 24.0), 15-19 escamas na porção superior da linha lateral (média 17.0), 8-11 escamas na porção inferior da linha lateral (média 8.8), 13-15 espinhos na nadadeira dorsal (média 14.1). Mesmo nestes caracteres que apresentaram uma pequena variação houve sobreposição.

### 3.2 Morfometria tradicional e morfometria geométrica

Os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) com *G. rhabdotus* das bacias Costeira, do Jacuí, Negro e Uruguai com base em morfometria multivariada (medidas em rede de treliça) e morfometria geométrica (análise de relative warps) são representados na Fig. 6 e Tabela 6, e Fig. 7 e Tabela 7, respectivamente.

Na análise de componentes principais com base na morfometria tradicional, o primeiro componente apresentou 92.2 % de variância e os autovalores foram todos positivos. O primeiro componente principal corresponde a uma direção de aumento do tamanho e, portanto, pode ser interpretado como uma tendência de crescimento (Jolicoeur & Mosimann, 1960), assim, o eixo CP1 não é mostrado no gráfico. A variância do segundo e terceiro componentes principais foi 2.2% e 1.7%, respectivamente, e isto foi interpretado como uma variação na forma do corpo seguindo Bookstein (1989). Os escores para os componentes principais 2 e 3 são apresentados na Fig. 6 e Tabela 6.

Na análise de componentes principais com os partial warps da morfometria geométrica, o primeiro componente apresentou 20.2 % de variância. A variância do segundo e terceiro componentes principais foi 19.1% e 12.5%, respectivamente. Os escores para os componentes principais 1, 2 e 3 são apresentados na Fig. 7. Os componentes principais para as variáveis morfométricas de *Gymnogeophagus rhabdotus* que contribuíram mais para a configuração dos eixos são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 1.** Morfometria descritiva de *Gymnogeophagus meridionalis*.

Caracteres	n	Limites			
		mínimo	máximo	média	desvio padrão
Comprimento padrão (mm)	30	48.1	71.7	59.6	6.443
Porcentagens do Comprimento Padrão					
Altura do corpo	30	29.7	43.8	39.4	2.835
Altura do pedúnculo caudal	30	12.8	17.8	15.1	1.279
Comprimento da cabeça	30	33.9	38.0	36.3	1.240
Comprimento do pedúnculo caudal	30	9.2	13.9	11.7	0.985
Porcentagens do Comprimento da Cabeça					
Diâmetro do olho	30	21.6	36.1	29.0	3.289
Largura da cabeça	30	44.8	62.1	50.7	4.067
Largura interorbital	30	26.5	34.7	29.9	2.335
Comprimento pós-orbital	30	29.0	41.8	33.9	2.865
Comprimento pré-orbital	30	21.9	32.7	27.0	2.902
Comprimento do focinho	30	34.4	50.2	43.2	3.981
Contagens					
Escamas em uma série longitudinal	30	22.0	25.0	23.4	0.932
Escamas na porção superior da linha lateral	30	13.0	20.0	16.4	1.775
Escamas na porção inferior da linha lateral	30	7.0	14.0	8.7	1.388
Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral	30	4.0	5.0	4.0	0.183
Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral	30	8.0	8.0	8.0	0.000
Espinhos na nadadeira dorsal	30	12.0	14.0	13.0	0.525
Espinhos na nadadeira anal	30	3.0	3.0	3.0	0.000
Espinhos na nadadeira pélvica	30	1.0	1.0	1.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira caudal	30	4.0	6.0	4.1	0.365
Raios não ramificados na nadadeira peitoral	30	2.0	3.0	2.9	0.346
Raios ramificados na nadadeira dorsal	30	9.0	11.0	9.9	0.640
Raios ramificados na nadadeira caudal	30	13.0	16.0	13.9	0.571
Raios ramificados na nadadeira pélvica	30	5.0	5.0	5.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira peitoral	30	10.0	11.0	10.2	0.430
Raios ramificados na nadadeira anal	30	8.0	10.0	8.9	0.450

**Tabela 2.** Morfometria descritiva de *Gymnogeophagus rhabdotus* das Bacias Costeiras.

Caracteres	n	Limites			
		mínimo	máximo	média	desvio padrão
Comprimento padrão (mm)	29	37.3	78.1	57.7	12.378
Porcentagens do Comprimento Padrão					
Altura do corpo	29	35.4	42.9	38.9	1.781
Altura do pedúnculo caudal	29	12.0	16.9	14.2	1.319
Comprimento da cabeça	29	35.3	40.9	38.2	1.505
Comprimento do pedúnculo caudal	29	9.2	16.5	12.3	1.622
Porcentagens do Comprimento da Cabeça					
Diâmetro do olho	29	22.4	35.2	27.3	3.165
Largura da cabeça	29	41.9	58.2	50.3	4.158
Largura interorbital	29	23.6	34.5	30.4	3.047
Comprimento pós-orbital	29	30.4	41.1	34.7	2.799
Comprimento pré-orbital	29	20.7	30.4	25.3	2.510
Comprimento do focinho	29	35.6	50.6	43.9	4.171
Contagens					
Escamas em uma série longitudinal	29	22.0	25.0	24.2	0.805
Escamas na porção superior da linha lateral	29	10.0	19.0	16.5	2.148
Escamas na porção inferior da linha lateral	29	7.0	11.0	8.7	0.891
Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral	29	4.0	5.0	4.0	0.186
Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral	29	8.0	8.0	8.0	0.000
Espinhos na nadadeira dorsal	29	14.0	16.0	14.5	0.574
Espinhos na nadadeira anal	29	3.0	3.0	3.0	0.000
Espinhos na nadadeira pélvica	29	1.0	1.0	1.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira caudal	29	3.0	6.0	4.3	0.806
Raios não ramificados na nadadeira peitoral	28	2.0	3.0	3.0	0.189
Raios ramificados na nadadeira dorsal	29	8.0	12.0	9.4	0.870
Raios ramificados na nadadeira caudal	29	11.0	16.0	13.9	0.753
Raios ramificados na nadadeira pélvica	29	5.0	5.0	5.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira peitoral	28	9.0	11.0	10.2	0.476
Raios ramificados na nadadeira anal	29	8.0	10.0	8.6	0.682

**Tabela 3.** Morfometria descritiva de *Gymnogeophagus rhabdotus* da Bacia do Jacuí.

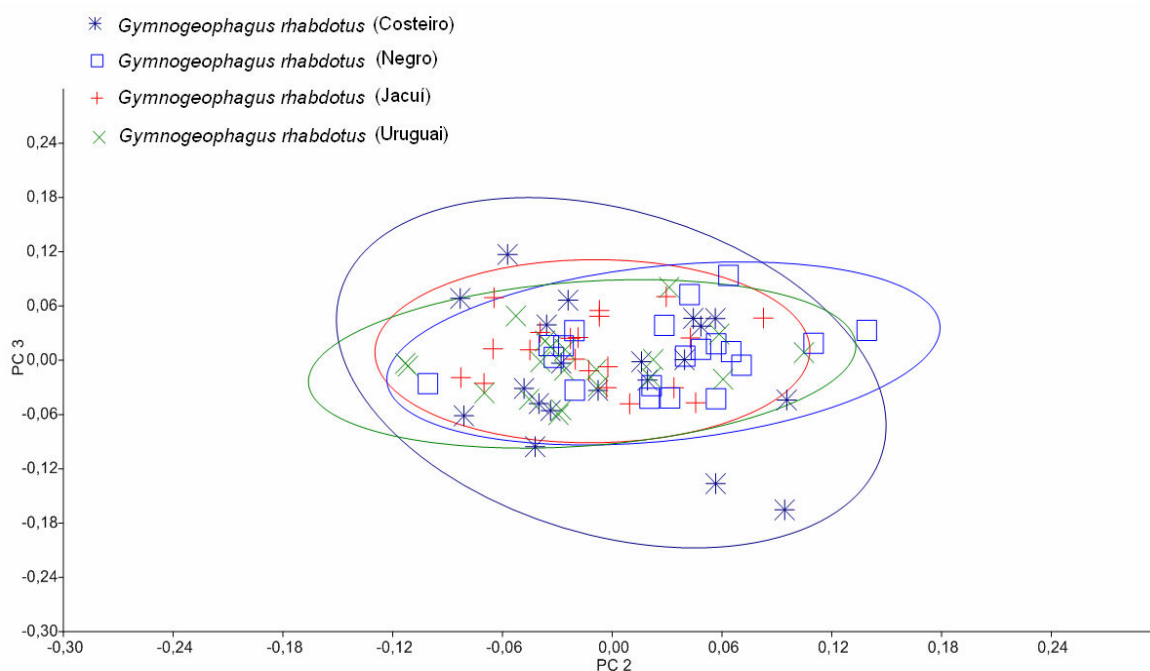
Caracteres	n	Limites			
		mínimo	máximo	média	desvio padrão
Comprimento padrão (mm)	38	46.6	93.3	68.8	11.733
Porcentagens do Comprimento Padrão					
Altura do corpo	38	36.4	44.0	39.4	1.774
Altura do pedúnculo caudal	38	12.6	16.7	14.4	1.203
Comprimento da cabeça	38	34.3	41.4	37.4	1.566
Comprimento do pedúnculo caudal	38	8.3	14.1	11.2	1.189
Porcentagens do Comprimento da Cabeça					
Diâmetro do olho	38	20.6	30.4	24.8	2.473
Largura da cabeça	38	44.4	59.4	51.3	3.908
Largura interorbital	38	24.2	37.8	29.9	2.855
Comprimento pós-orbital	38	29.7	38.1	34.2	2.295
Comprimento pré-orbital	38	21.6	34.2	27.8	3.780
Comprimento do focinho	38	40.6	52.7	46.1	3.236
Contagens					
Escamas em uma série longitudinal	38	22.0	25.0	23.9	0.804
Escamas na porção superior da linha lateral	38	15.0	20.0	17.3	1.416
Escamas na porção inferior da linha lateral	38	6.0	12.0	8.8	1.373
Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral	38	4.0	5.0	4.0	0.162
Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral	38	8.0	9.0	8.1	0.226
Espinhos na nadadeira dorsal	38	13.0	16.0	14.4	0.638
Espinhos na nadadeira anal	38	3.0	3.0	3.0	0.000
Espinhos na nadadeira pélvica	38	1.0	1.0	1.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira caudal	37	4.0	6.0	4.3	0.669
Raios não ramificados na nadadeira peitoral	37	2.0	3.0	3.0	0.164
Raios ramificados na nadadeira dorsal	38	7.0	12.0	9.1	0.727
Raios ramificados na nadadeira caudal	37	12.0	15.0	13.8	0.584
Raios ramificados na nadadeira pélvica	38	5.0	5.0	5.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira peitoral	37	8.0	13.0	10.0	0.943
Raios ramificados na nadadeira anal	38	7.0	9.0	8.5	0.558

**Tabela 4.** Morfometria descritiva de *Gymnogeophagus rhabdotus* da Bacia do Negro.

Caracteres	n	Limites			
		mínimo	máximo	média	desvio padrão
Comprimento padrão (mm)	22	53.8	84.8	68.4	9.778
Porcentagens do Comprimento Padrão					
Altura do corpo	22	33.6	44.8	39.3	2.644
Altura do pedúnculo caudal	22	11.3	17.1	14.4	1.246
Comprimento da cabeça	22	32.2	40.8	37.7	1.848
Comprimento do pedúnculo caudal	22	9.7	15.8	12.3	1.494
Porcentagens do Comprimento da Cabeça					
Diâmetro do olho	22	21.6	32.7	25.2	2.735
Largura da cabeça	22	44.7	57.6	51.4	2.997
Largura interorbital	22	25.7	36.3	30.8	2.401
Comprimento pós-orbital	22	31.1	40.2	34.5	2.313
Comprimento pré-orbital	22	20.6	31.2	27.6	2.595
Comprimento do focinho	22	38.5	52.1	46.6	3.340
Contagens					
Escamas em uma série longitudinal	22	22.0	25.0	23.8	0.853
Escamas na porção superior da linha lateral	22	14.0	18.0	17.0	1.214
Escamas na porção inferior da linha lateral	22	8.0	10.0	8.8	0.501
Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral	22	4.0	5.0	4.0	0.213
Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral	22	8.0	8.0	8.0	0.000
Espinhos na nadadeira dorsal	22	13.0	15.0	14.1	0.560
Espinhos na nadadeira anal	22	3.0	3.0	3.0	0.000
Espinhos na nadadeira pélvica	22	1.0	1.0	1.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira caudal	21	4.0	4.0	4.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira peitoral	21	2.0	3.0	3.0	0.218
Raios ramificados na nadadeira dorsal	22	8.0	10.0	9.3	0.550
Raios ramificados na nadadeira caudal	21	13.0	14.0	14.0	0.218
Raios ramificados na nadadeira pélvica	22	5.0	5.0	5.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira peitoral	21	10.0	11.0	10.3	0.483
Raios ramificados na nadadeira anal	22	7.0	10.0	8.8	0.612

**Tabela 5.** Morfometria descritiva de *Gymnogeophagus rhabdotus* da Bacia do Uruguai.

Caracteres	n	Limites			
		mínimo	máximo	média	desvio padrão
Comprimento padrão (mm)	28	48.7	75.2	61.7	8.457
Porcentagens do Comprimento Padrão					
Altura do corpo	28	35.4	40.8	37.8	1.178
Altura do pedúnculo caudal	28	12.9	17.0	14.5	0.894
Comprimento da cabeça	28	35.0	39.4	37.0	1.281
Comprimento do pedúnculo caudal	28	9.4	15.9	11.8	1.712
Porcentagens do Comprimento da Cabeça					
Diâmetro do olho	28	21.9	32.6	26.1	2.852
Largura da cabeça	28	47.7	56.2	52.0	2.472
Largura interorbital	28	25.1	34.2	28.9	2.530
Comprimento pós-orbital	28	30.2	39.8	34.0	2.739
Comprimento pré-orbital	28	21.3	30.7	26.7	2.501
Comprimento do focinho	28	39.1	51.1	44.8	3.050
Contagens					
Escamas em uma série longitudinal	28	22.0	25.0	24.0	0.637
Escamas na porção superior da linha lateral	28	15.0	19.0	17.0	0.962
Escamas na porção inferior da linha lateral	28	8.0	11.0	8.8	0.787
Escamas entre a origem da nadadeira dorsal e parte superior da linha lateral	28	4.0	5.0	4.1	0.262
Escamas entre a origem da nadadeira anal e parte superior da linha lateral	28	8.0	8.0	8.0	0.000
Espinhos na nadadeira dorsal	28	13.0	15.0	14.1	0.525
Espinhos na nadadeira anal	28	3.0	3.0	3.0	0.000
Espinhos na nadadeira pélvica	28	1.0	1.0	1.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira caudal	28	4.0	4.0	4.0	0.000
Raios não ramificados na nadadeira peitoral	28	3.0	3.0	3.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira dorsal	28	9.0	11.0	9.4	0.573
Raios ramificados na nadadeira caudal	28	14.0	16.0	14.1	0.416
Raios ramificados na nadadeira pélvica	28	5.0	5.0	5.0	0.000
Raios ramificados na nadadeira peitoral	28	9.0	11.0	10.2	0.476
Raios ramificados na nadadeira anal	28	8.0	10.0	8.9	0.416

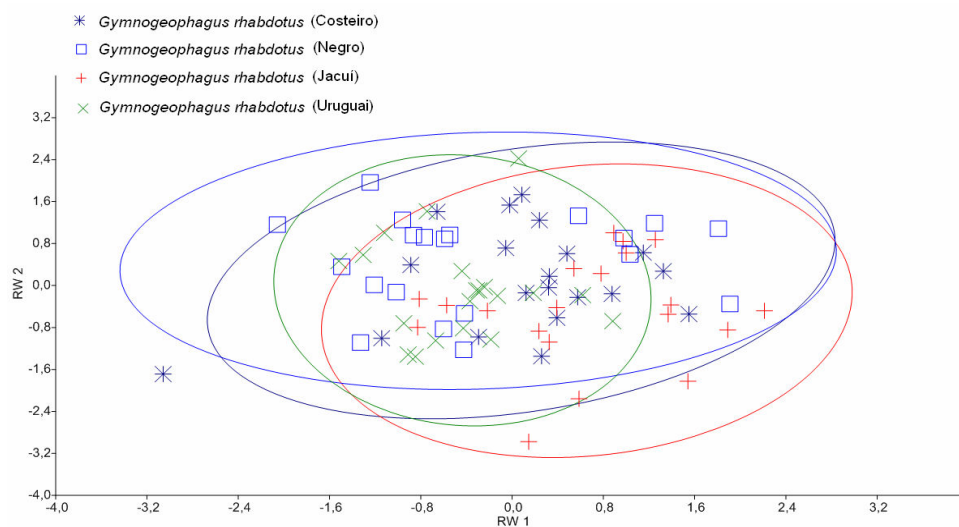


**Figura 6.** Escores obtidos pela Análise de Componentes Principais com base em morfometria tradicional. Quatro populações de *Gymnogeophagus rhabdotus* (Asteriscos = Bacias Costeiras, Quadrados = Bacia do rio Negro, Cruz = Bacia do rio Jacuí e X = Bacia do rio Uruguai). Elipses (95%) para os escores de cada grupo.

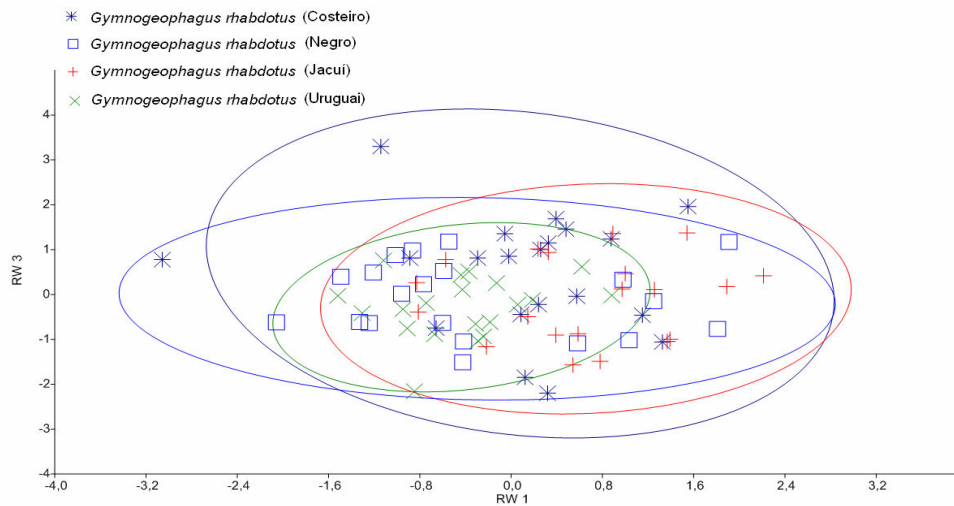
**Tabela 6.** Componentes principais para as variáveis morfométricas multivariadas de *Gymnogeophagus rhabdotus* das Bacias Costeiras, do Jacuí, Negro e Uruguai. Os maiores valores das variáveis dos Componentes Principais 2 e 3 são mostrados em negrito.

Táxon	<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i>	
Variáveis	Eixo 2	Eixo 3
1-2	0,004776	0,07868
1-10	-0,002725	0,1654
2-10	-0,08222	0,03638
2-3	-0,1031	<b>-0,1823</b>
9-10	0,1975	<b>-0,7668</b>
2-9	-0,137	-0,01159
3-10	-0,05313	-0,161
3-9	-0,1592	-0,02137
3-4	<b>-0,1691</b>	<b>0,444</b>
8-9	-0,1542	0,1704
3-8	<b>-0,1641</b>	0,002743
4-9	-0,1362	0,03652
4-8	-0,1198	-0,08616
7-8	<b>-0,1958</b>	-0,1686
4-7	0,02939	0,01492
4-5	<b>0,5981</b>	<b>0,1763</b>
6-7	<b>0,5715</b>	0,1068
5-7	0,1501	0,07942
4-6	0,1913	0,04651
5-6	-0,04207	0,05297

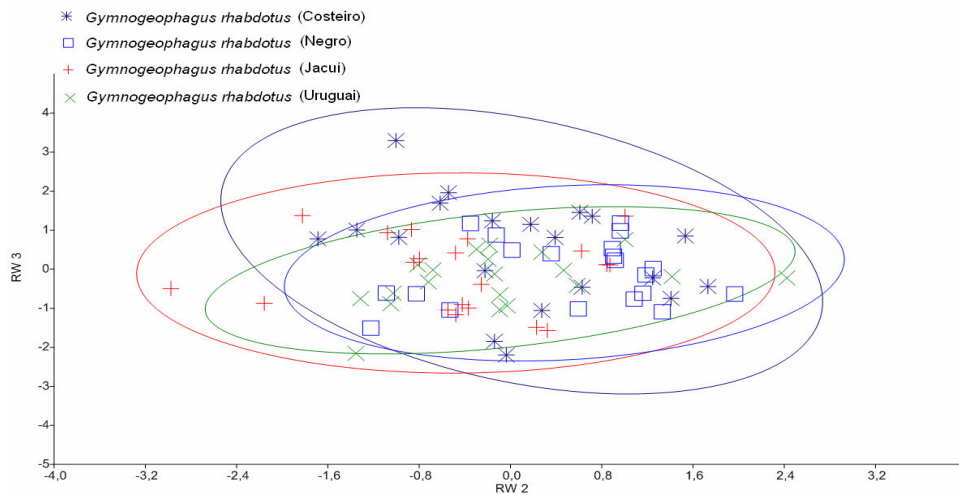




A



B



C

**Figura 7.** Escores obtidos pela Análise de Componentes Principais com base em morfometria geométrica. Quatro populações de *Gymnogeophagus rhabdotus* (Asteriscos = Bacias Costeiras, Quadrados = Bacia do rio Negro, Cruz = Bacia do rio Jacuí e X = Bacia do rio Uruguai). Elipses (95%) para os escores de cada grupo.

**Tabela 7.** Componentes principais para as variáveis morfométricas geométricas de *Gymnogeophagus rhabdotus* das Bacias Costeiras, do Jacuí, Negro e Uruguai. Os maiores valores das variáveis dos Componentes Principais 1, 2 e 3 são mostrados em negrito.

Táxon	<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i>		
Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
1X	-0,007036	0,0146	-0,05876
1Y	-0,05665	-0,0197	0,06239
2X	0,1237	0,06344	-0,0731
2Y	0,05292	-0,0555	-0,04023
3X	<b>0,3033</b>	0,07508	<b>-0,3779</b>
3Y	0,002214	-0,07217	0,1
4X	0,1376	-0,04069	0,2018
4Y	0,2457	-0,1604	0,05805
5X	-0,006319	<b>0,6043</b>	-0,02247
5Y	0,05725	0,1544	0,1664
6X	<b>0,3142</b>	<b>0,2464</b>	<b>0,3866</b>
6Y	0,002766	0,02414	0,07593
7X	0,005958	0,1316	<b>0,6762</b>
7Y	<b>0,2675</b>	<b>0,5878</b>	<b>-0,3119</b>
UniX	<b>-0,7912</b>	<b>0,3072</b>	-0,01885
UniY	-0,08799	-0,2158	-0,2249

### 3.3 Padrões de colorido

#### *Gymnogeophagus meridionalis*

**Colorido em vida.** Faixa escura acima e abaixo da órbita. Pequenas listras azuis abaixo dos olhos e sobre o opérculo. Colorido do corpo amarelo-claro, com quatro faixas escuras transversais no meio do corpo. Sete faixas longitudinais de colorido azul-claro na porção posterior do corpo. Nadadeira dorsal avermelhada, com manchas amarelas na base e translúcida na margem distal e com vários pontos claros distribuídos por toda a nadadeira. Nadadeira caudal amarelada no meio e margeada de vermelho claro, com pontos claros. Nadadeira anal avermelhada, com pontos claros e margem distal translúcida. Nadadeiras pélvicas e peitorais vão do amarelo claro ao translúcido.

**Colorido em álcool (Fig. 8).** Aspecto geral pálido de espécimes preservados. As faixas escuras transversais no meio do corpo tornam-se claras. As faixas longitudinais de colorido azul-claro transformam-se em faixas de colorido marrom-claro ou vermelho escuro. Nadadeira dorsal amarelada, com pontos claros. Nadadeira caudal esbranquiçada, com pontos claros. Nadadeira anal amarelada, com pontos claros. Nadadeira pélvica amarelada. Nadadeira peitoral translúcida. Os pontos claros nas nadadeiras permanecem visíveis nos espécimes preservados em álcool.



**Figura 8.** *Gymnogeophagus meridionalis*, MCP 46422, 60.9 mm CP. Brasil, Rio Grande do Sul, Uruguaiana, arroio Felizardo (nascente).

*Gymnogeophagus rhabdotus* (Costeiro)

**Colorido em vida.** Faixa escura acima e abaixo da órbita. Pequenas listras azuis abaixo dos olhos e sobre o opérculo. Colorido do corpo pardo, com seis faixas escuras transversais. Oito faixas longitudinais de colorido azul-claro na porção posterior do corpo. Nadadeira dorsal amarelada na base e translúcida na margem distal e com várias listras claras distribuídas por toda a nadadeira. Nadadeira caudal amarelada no meio e translúcida nas margens, com listras claras. Nadadeira anal amarelada, com margens vermelho claro e listras claras. Nadadeiras pélvicas amareladas e vermelho claro na base. Nadadeiras peitorais amarelo claro.

**Colorido em álcool (Fig. 9).** Aspecto geral pálido de espécimes preservados. As faixas escuras transversais claras no meio do corpo tornam-se claras. As faixas longitudinais de colorido azul-claro ficam bem claras, com uma tonalidade marrom-claro. As nadadeiras apresentam uma mescla de colorido branco e amarelo e as listras claras permanecem bem visíveis.



**Figura 9.** *Gymnogeophagus rhabdotus*, MCP 14827, 66.6 mm CP. Brasil, Rio Grande do Sul, Osório, canal entre a lagoa Emboaba e Emboabinha, na estrada Osório/Tramandaí.

*Gymnogeophagus rhabdotus* (bacia do Jacuí)

**Colorido em vida.** Muito semelhante ao padrão de colorido da população costeira. Pequenas listras azuis abaixo dos olhos e sobre o opérculo. Faixa escura acima e abaixo da órbita. Colorido do corpo pardo, com seis faixas escuras transversais. Oito faixas longitudinais de colorido azul-claro na porção posterior do corpo. Nadadeira dorsal amarelada na base com manchas vermelhas na margem distal e com várias listras claras distribuídas por toda a nadadeira. Nadadeira caudal amarelada no meio e avermelhada nas margens com listras claras. Nadadeira anal amarelada com listras claras. Nadadeiras pélvicas esbranquiçadas com mancha amarelo claro na margem distal. Nadadeiras peitorais esbranquiçadas.

**Colorido em álcool (Fig. 10).** Aspecto geral pálido de espécimes preservados. As faixas escuras transversais claras no meio do corpo tornam-se claras. As faixas longitudinais de colorido azul-claro ficam bem claras, com um colorido marrom claro. As nadadeiras tornam-se amareladas e as listras continuam bem visíveis.



**Figura 10.** *Gymnogeophagus rhabdotus*, MCP 10016, 78.2 mm CP. Brasil, Rio Grande do Sul, Venâncio Aires, rio Taquari-Mirim.

*Gymnogeophagus rhabdotus* (bacia do Negro)

**Colorido em vida.** Faixa escura acima e abaixo da órbita. Pequenas listras azuis abaixo dos olhos e sobre o opérculo. Colorido do corpo pardo, com seis faixas escuras transversais. Sete faixas longitudinais de colorido azul-claro ao longo do corpo. Nadadeira dorsal esbranquiçada com algumas manchas amarelas na base e listras claras distribuídas por toda a nadadeira. Nadadeira caudal amarelada no meio e avermelhada nas margens com listras claras. Nadadeira anal esbranquiçada com algumas manchas amarelas na base e diversas listras claras. Nadadeiras pélvicas e peitorais de colorido amarelo claro.

**Colorido em álcool (Fig 11).** Aspecto geral pálido de espécimes preservados. As faixas escuras transversais claras no meio do corpo tornam-se claras. As faixas longitudinais de colorido azul-claro ficam bem claras, com um colorido marrom claro. As nadadeiras tornam-se esbranquiçadas com algumas manchas amareladas. As listras nas nadadeiras permanecem bem visíveis.

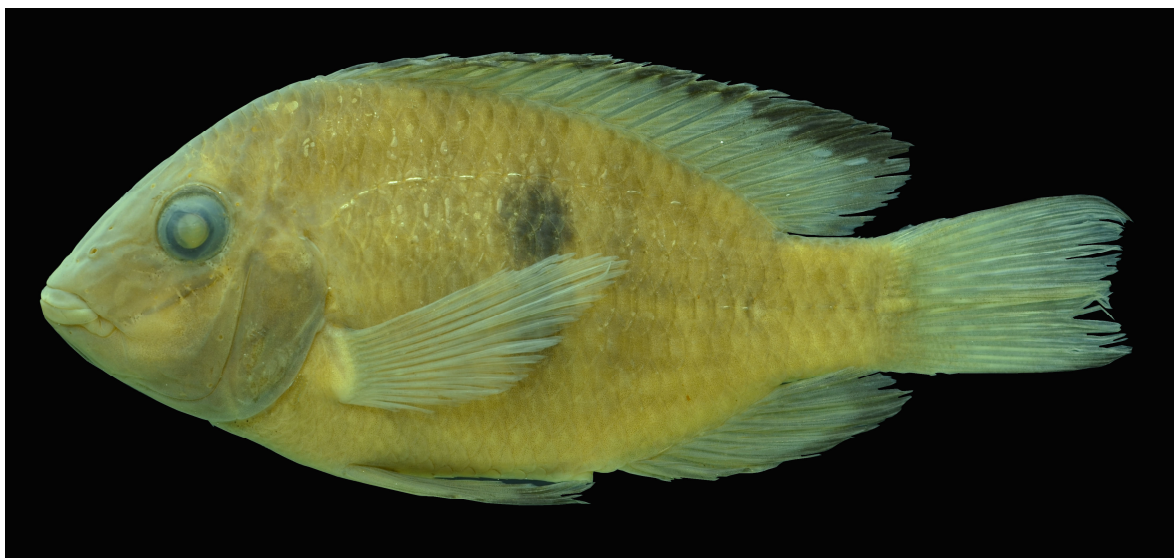


**Figura 11.** *Gymnogeophagus rhabdotus*, UFRGS 8970, 68.8 mm CP. Brasil, Rio Grande do Sul, Encruzilhada do Sul, açude na fazenda Cancela III.

*Gymnogeophagus rhabdotus* (bacia do Uruguai)

**Colorido em vida.** Faixa escura acima e abaixo da órbita. Pequenas listras azuis abaixo dos olhos e sobre o opérculo. Colorido do corpo pardo, com cinco a seis faixas escuras transversais. Seis a oito faixas longitudinais de colorido azul-claro ao longo do corpo. Nadadeira dorsal avermelhada com listras claras. Nadadeira caudal de colorido amarelo claro com margens de cor vermelho fraco e com listras claras. Nadadeira anal avermelhada com listras claras. Nadadeiras pélvicas e peitorais de colorido amarelo claro. Alguns espécimes apresentam uma faixa preta nas margens das nadadeiras dorsal, caudal e anal e esta faixa pode ser visível, apresentar uma tonalidade mais clara ou não estar presente.

**Colorido em álcool (Figs. 12 e 13).** Aspecto geral pálido de espécimes conservados. As faixas escuras transversais claras no meio do corpo tornam-se claras. As faixas longitudinais de colorido azul-claro ficam bem claras, com um colorido marrom claro. As nadadeiras tornam-se amareladas. As listras claras nas nadadeiras permanecem bem visíveis. Alguns espécimes apresentam uma faixa preta na margem distal das nadadeiras dorsal, caudal e anal. Esta faixa pode ser visível, apresentar uma tonalidade mais clara ou não estar presente.



**Figura 12.** *Gymnogeophagus rhabdotus*, forma com a faixa negra na nadadeira dorsal, UFRGS 7934, 72.8 mm CP. Uruguai, Paysandu, Paysandu, vale estreito na rota 4, 10 km da rota 26, bacia do rio Quegua Chico.



**Figura 13.** *Gymnogeophagus rhabdotus*, formas sem a faixa negra na nadadeira dorsal, UFRGS 7934, 45.44 mm CP (acima) e 47.49 mm CP (abaixo). Uruguai, Paysandu, Paysandu, vale estreito na rota 4, 10 km da rota 26, bacia do rio Quegua Chico.

### 3.4 Osteologia

As estruturas desarticuladas e analisadas foram: a série infraorbital, mandíbula, suspensório, opérculo, esqueleto branquial, cintura pélvica e cintura peitoral. Não houve diferenças significativas dessas estruturas, em relação a tamanho, forma e posição, entre cada uma das quatro populações de *G. rhabdotus* conforme a descrição osteológica apresentada por Reis & Malabarba (1988). Algumas características estiveram presentes em todos os espécimes examinados, tanto de *G. meridionalis* quanto de *G. rhabdotus*. Por exemplo, o primeiro infraorbital é fusionado ao lacrimal formando uma placa quadrada com quatro canais com poros sensoriais bem visíveis, denominada lacrimal e os infraorbitais 2 e 3+4 são laminares. A cintura pélvica de todos os espécimes



examinados apresentou um espinho e cinco raios ramificados. A visualização dos raios não ramificados e ramificados foi melhor, mesmo assim durante a contagem a variação no número de raios foi pequena.

### 3.5 Diagnose das espécies

#### ***Gymnogeophagus meridionalis* Reis & Malabarba, 1988**

**Diagnose.** *Gymnogeophagus meridionalis* distingue-se de todos os outros *Gymnogeophagus*, exceto *G. rhabdotus* e *G. setequedas*, por possuir uma série longitudinal com 22-25 escamas (vs. 26-28 escamas em *G. australis*, *G. balzanii*, *G. caaguazuensis*, *G. che*, *G. gymnogenys*, *G. labiatus*, *G. lacustris*, e *G. tiraparae*). Distingue-se de *G. rhabdotus* por possuir pontos bem definidos nas nadadeiras dorsal, caudal e anal (vs. listras em *G. rhabdotus*) e de *G. setequedas* pela ausência de uma conspícua faixa escura e estreita na margem da nadadeira dorsal (vs. presente em *G. setequedas*).

**Distribuição.** Drenagens dos rios Negro e Uruguai, no Brasil e Uruguai.

#### ***Gymnogeophagus rhabdotus* (Hensel 1870)**

**Diagnose.** *Gymnogeophagus rhabdotus* distingue-se de todos os outros *Gymnogeophagus*, exceto *G. meridionalis* e *G. setequedas*, por possuir uma série longitudinal com 22-25 escamas (vs. 26-28 escamas em *G. australis*, *G. balzanii*, *G. caaguazuensis*, *G. che*, *G. gymnogenys*, *G. labiatus*, *G. lacustris*, e *G. tiraparae*). Distingue-se de *G. meridionalis* por possuir listras bem definidas nas nadadeiras dorsal, caudal e anal (vs. pontos em *G. meridionalis*) e de *G. setequedas* por possuir pequenas listras ou pontos alongados na nadadeira caudal (vs. ausentes em *G. setequedas*).

**Distribuição.** Drenagens do rio Jacuí e bacias costeiras no Rio Grande do Sul, Brasil e drenagens dos rios Negro e Uruguai, no Brasil e Uruguai.

#### 4. Discussão

Todos os espécimes examinados de *Gymnogeophagus meridionalis* apresentaram pontos nas nadadeiras dorsal e anal, assim como todos os espécimes de *G. rhabdotus* também apresentaram pequenas listras nas nadadeiras dorsal e anal conforme foi apresentado por Reis & Malabarba (1988). Esta diferença de pontos e listras nas nadadeiras dorsal e anal entre as duas espécies é uma boa característica para a diagnose.

Os exemplares de *G. rhabdotus* examinados pertencem às populações das bacias do rio Jacuí, rio Negro, rio Uruguai e Costeiro. Os espécimes selecionados pertencentes a cada uma destas bacias foram analisados por morfometria tradicional (bivariada e multivariada) e morfometria geométrica (análise de Relative Warps). Duas análises de componentes principais foram realizadas, uma com base na morfometria tradicional e uma com a morfometria geométrica. O resultado destas diferentes técnicas foi a não separação das quatro populações de *G. rhabdotus*, ou seja, a morfometria não apresentou diferenças significativas entre estas populações. A sobreposição é visível na análise de componentes principais representada nas Figs. 6 e 7. Os espécimes diafanizados também não apresentaram diferenças significativas.

A morfometria não separou as quatro populações de *G. rhabdotus*, no entanto, estas populações apresentam padrões de colorido característicos, principalmente os exemplares da bacia do rio Uruguai. O colorido em vida dos exemplares da população da bacia do Jacuí foi muito semelhante ao colorido em vida da população costeira com espécimes de corpo pardo, com seis faixas escuras transversais, oito faixas longitudinais de colorido azul-claro na porção posterior do corpo e nadadeiras dorsal, caudal e anal amareladas.

O colorido em vida dos exemplares da bacia do Negro foi corpo pardo, com seis faixas escuras transversais e sete faixas longitudinais de colorido-azul claro. A nadadeira dorsal é esbranquiçada com manchas amarelas e a caudal amarela com margens avermelhadas. A nadadeira anal esbranquiçada e as nadadeiras pélvicas e peitorais amareladas.

Os exemplares da bacia do Uruguai, além do corpo com faixas transversais escuras e faixas longitudinais azul-claro, apresentaram a nadadeira dorsal e anal avermelhadas e nadadeira caudal, mais as nadadeiras pélvicas e peitorais de colorido amarelo claro. Uma faixa negra na nadadeira dorsal pode estar presente e foi observada

em parte dos espécimes dos lotes examinados. Quando presente, esta faixa pode apresentar uma tonalidade mais escura ou mais clara.

Reis & Malabarba (1988), na revisão do gênero *Gymnogeophagus*, observaram que os espécimes vivos são muito coloridos e com um padrão distinto para cada espécie. A análise de colorido em vida foi realizada por exame de fotografias tiradas de espécimes vivos recém coletados e, de fato, são animais que apresentam uma grande variação de colorido. No decorrer deste estudo, depois do emprego de vários testes, tanto a morfometria tradicional, quanto a morfometria geométrica não separaram as quatro populações examinadas de *Gymnogeophagus rhabdotus* que, no entanto, apresentaram variações nos padrões de colorido, principalmente a população da bacia do Uruguai com espécimes apresentando faixas negras nas nadadeiras dorsais.

Mesmo com esta variação nos padrões de colorido entre as quatro populações de *G. rhabdotus*, o resultado depois de todo o exame de exemplares e testes estatísticos é interpretado como um polimorfismo, onde as populações de *G. rhabdotus* apresentam variações de colorido nas bacias dos rios Jacuí, Negro, Uruguai e Costeiro e, estas diferenças não sendo consideradas suficientemente fixadas e discretas a ponto de serem interpretadas como diferenças específicas. Em relação aos exemplares examinados de *G. meridionalis*, as variações de colorido do corpo e das nadadeiras dorsal, caudal, anal, pélvicas e peitorais foram muito discretas.

Dentro do gênero *Gymnogeophagus*, a maioria das espécies pertence ao grupo *gymnogenys* e, conseqüentemente, a literatura sobre a taxonomia do grupo é maior (Reis *et al.* 1992; Casciotta *et al.* 2000; Staeck, 2006; González-Bergonzoni *et al.* 2009). No grupo *rhabdotus*, a taxonomia de *G. meridionalis* e *G. rhabdotus* para estudos futuros pode ser trabalhada com um esforço ainda maior, contemplando inclusive o emprego de técnicas moleculares e, talvez possa fornecer mais evidências que podem levar a uma conclusão diferente deste estudo e que possa contribuir para uma melhor compreensão da taxonomia destas espécies.

## 5. Referências bibliográficas

Bookstein, F. L. 1989. "Size and Shape": A Comment on Semantics. *Systematic Zoology*, 38: 173-180.

Buckup, P. A. & R. E. Reis. 1985. Conheça os nossos peixes I. *Natureza em revista*, 10: 22-29.

Casciotta, J. R., S. E. Gómez & N. I. Toresanni. 2000. *Gymnogeophagus che*, una nueva especie de la familia Cichlidae de la cuenca del río Paraná (Perciformes, Labroidei). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, 2: 53-59.

Cope, E. D. 1894. On the fishes obtained by naturalist expedition in Rio Grande do Sul. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 33: 84-108.

Eschmeyer, W. N. (ed). 2012. *Catalog of Fishes*. California Academy of Sciences (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).  
Electronic version accessed 3 September 2012.

Gaemers, P. A. M. 1985. Taxonomic position of the Cichlidae as demonstrated by the morphology of their otoliths. *Netherlands Journal of Zoology*, 34: 566-595.

González-Bergonzoni, I., M. Loureiro & S. Oviedo. 2009. A new species of *Gymnogeophagus* from the río Negro and río Tacuarí basins, Uruguay (Teleostei: Perciformes). *Neotropical Ichthyology*, 7: 19-24.

Hammer, O., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.

Hensel, R. 1870. Beiträge zur Kenntniss der Wirbelthiere Südbrasilens. Fische. – *Archiv für Naturgeschichte*, 36: 50-91.

Jolicoeur, P. & J. E. Mosimann. 1960. Size and shape variation in the painted turtle. A principal component analysis. *Growth*, 24: 339-354.

Kullander, S. O. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). Pp. 461-498, In: L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena and C. A. S. Lucena (eds.). Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

Kullander, S. O. 2003. Family Cichlidae. Pp. 609-659, In: R. E. Reis, S. O. Kullander and C. J. Ferraris, Jr (eds.). Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre.

Liem, K. F. & P. H. Greenwood. 1981. A functional approach to the phylogeny of the pharyngognath teleosts. *American Zoologist*, 21: 83-101.

Nelson, J. S. 2006. Family Cichlidae. Pp. 390-392, In: J. S. Nelson. *Fishes of the World*. 4th edition. John Wiley & Sons, New Jersey.

Reis, R. E. 1996. LMdis-version 1.0.

Reis, R. E. & L. R. Malabarba. 1988. Revision of the neotropical cichlid genus *Gymnogeophagus* Ribeiro, 1918, with description of two new species (Pisces, Perciformes). *Revista Brasileira de Zoologia*, 4: 259-305.

Reis, R. E. , L. R. Malabarba & C. S. Pavanelli. 1992. *Gymnogeophagus setequeadas*, a new cichlid species (Teleostei: Labroidei) from middle rio Paraná system, Brazil and Paraguay. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 3: 265-272.

Reis, R. E. & N. F. Fontoura. 1991. DATAx - Biometric Data Management System - version 4.1.

Ribeiro, A. M. 1918. Dois gêneros e três espécies novas de peixes Brasileiros determinados nas coleções do Museu Paulista. *Revista do Museu Paulista*, 10: 787-791.

Rohlf, F. J. 2010. tpsDig - Digitize landmarks and outlines - version 2.16. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.

Staeck, W. 2006. *Gymnogeophagus caaguazuensis* sp. n. - a new species of cichlid fish (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from the drainage of the lower río Paraguay in Paraguay. Zoologische Abhandlungen, Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Tierkunde, 56: 99-105.

Stiassny, M. L. J. 1981. The phyletic status of the family Cichlidae: a comparative anatomical investigation. Netherlands Journal of Zoology, 31: 275-314.

Taylor, W. R. & G. C. Van Dyke. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. Cybium 9: 107-119.

Wiley, E. O. & G. D. Johnson. 2010. A teleost classification based on monophyletic groups. Pp. 123-182, In: J. S. Nelson, H. P. Schultze & M. V. H. Wilson (eds.). Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich.

Wimberger, P. H., R. E. Reis & K. R. Thornton. 1998. Mitochondrial phylogenetics, biogeography, and evolution of parental care and mating systems in *Gymnogeophagus* (Perciforme: Cichlidae). Pp. 509-518, In: L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. Lucena & C. A. S. Lucena (eds.). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

Zihler, F. 1982. Gross morphology and configuration of digestive tracts of Cichlidae: phylogenetic and functional significance. Netherlands Journal of Zoology, 32: 544-571.

Zelditch, M. L., D. L. Swiderski, H. D. Sheets & W. L. Fink. 2004. Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer. Elsevier Academic Press, California.