

## Diferenciação Morfológica entre Populações de *Corydoras aeneus* Gill (1858) (Siluriformes, Callichthyidae) em riachos das bacias hidrográficas dos Rios Paraná e Paraguai

Alexandro Cezar Florentino<sup>1\*</sup> e Yzel Rondon Suárez<sup>2</sup>

1. Laboratório de Aquicultura e Pesca, Embrapa - Amapá, Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 5, 2600, Macapá, AP, Brasil. \*E-mail: alexandrocezar@gmail.com

2. Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Laboratório de Ecologia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rod. Dourados-Itahum, km 12, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: alexandrocezar@unifap.br

**RESUMO:** No presente estudo analisamos a existência de diferenciação na morfologia de populações isoladas de *Corydoras aeneus* (Gill, 1858). Quatorze caracteres morfométricos foram utilizados para a avaliação na morfologia de 14 populações isoladas das bacias dos rios Paraná e Paraguai. Verificamos a existência de diferenciação morfológica com auxílio da Análise de Função Discriminante. Utilizamos o teste de Mantel para observar se existia relação entre a similaridade morfológica e a distância geográfica. Após, realizamos uma análise de entre a similaridade morfológica e as características ambientais dos riachos. Constatamos, que existe diferença significativa na morfologia das espécies entre os locais (Wilk's Lambda= 0,02;  $F_{(182,935)} = 1,92$ ;  $p < 0,001$ ). Existe correlação significativa entre a morfologia das espécies e as características dos locais coletados (Mantel  $r = 0,62$ ,  $p = 0,01$ ). As diferenças na morfologia das populações foram congruentes com as diferenças nas características dos riachos estudados. Desta forma, ao longo do tempo evolutivo foram selecionados os indivíduos que apresentavam características que conferiam maior adaptação às características ambientais, independente da distância geográfica entre estas populações estudadas.

**Palavras-chave:** variação geográfica, peixes, riachos, morfometria.

### Morphological differentiation among populations *Corydoras aeneus* Gill (1858) (Siluriformes, Callichthyidae) in streams of the basins of the Paraná and Paraguay Rivers

**ABSTRACT:** This study analyzes the existence of differentiation in morphology of isolated populations of *Corydoras aeneus* (Gill, 1858). Fourteen morphometric characters were used to evaluate the morphology of 14 isolated populations of the basins of the Paraná and Paraguay rivers. We verified the existence of morphological differentiation with the aid of discriminant function analysis. We used the Mantel test to see if there was a correlation between morphological similarity and geographical distance. After, we conducted an analysis between morphological similarity and the environmental characteristics of streams. The results indicated that there is significant difference in the morphology of the species between sites (Wilk's Lambda= 0,02;  $F_{(182,935)} = 1,92$ ;  $p < 0,001$ ). There is significant correlation between the morphology of the species and characteristics of listed sites (Mantel  $r = 0,62$ ,  $p = 0,01$ ). The differences in the morphology of the populations were consistent with the differences in the characteristics of the studied streams. Thus, over evolutionary time individuals were selected who had characteristics that conferred greater adaptation to environmental characteristics, independently of the geographic distance between the populations studied.

**Keywords:** Geographic Variation, Fishes, Streams, Morphometry.

### 1. Introdução

Os ecossistemas aquáticos continentais são dinâmicos, produtivos e, em sua maioria, suportam uma diversificada ictiofauna. Entretanto, os pequenos riachos estão sujeitos a constantes impactos (i.e. poluição, fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas) que podem acarretar em alterações da ictiofauna. Compreender as diferenças na ecomorfologia das espécies em diferentes ambientes permite um melhor entendimento das interações entre os organismos aquáticos e o seu meio, cada vez mais sujeito aos efeitos antrópicos e naturais.

A biologia evolutiva tem como principal objetivo descrever a variabilidade e a associação entre traços biológicos e interpretar como os padrões observados se originam em consequência da interação de fatores endógenos e exógenos (DINIZ-FILHO, 2000; MARTIN e PFENNIG, 2009; RUIZ-C et al., 2011). As técnicas de

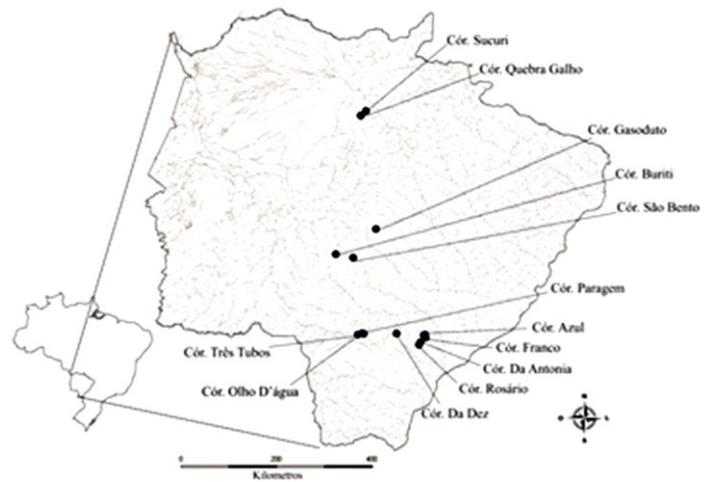
morfometria multivariada, tem sido empregadas para evidenciar a diferenciação da forma do corpo em relação ao tamanho dos peixes, permitindo que as relações entre indivíduos ou grupos possam ser facilmente detectadas e interpretadas (BEMVENUTI, 2002; SHIBATA & HOFFMAN, 2005; GARCÍA- ALZATE et al., 2010; GARCÍA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2012). Entretanto, poucos estudos quantificam a importância das características ambientais sobre os aspectos da morfologia de populações de peixes neotropicais (CASTRO, 1999). Com o passar do tempo evolutivo, as populações de peixes isoladas nos riachos de cabeceiras podem apresentar divergências morfológicas como consequência (ou não) da mudança da frequência gênica. A persistência do isolamento pode levar à manutenção das diferenças e a especiação por meio da incompatibilidade reprodutiva (CASTRO, 1999).

O gênero *Corydoras* Lacépède, 1803 é composto por 143 espécies (Reis, 2003) amplamente distribuída pela América do Sul (SHIBATTA; HOFFMAN, 2005). Estes Siluriformes pertencem à família Callichthyidae e junto com *Aspidoras* e *Brochis* formam a subfamília Corydoradinae (NELSON, 2006). *Corydoras aeneus* (Gill, 1858) é um peixe facilmente diferenciado de seus congêneres pelo padrão de coloração alaranjado com flancos esverdeados e pelo ventre amarelo (HUYSENTRUYT; ADRIAENS, 2005). É uma espécie encontrada na maior parte nas nascentes dos rios da Bacia do Paraná, assim como em várias outras grandes bacias da América do Sul (Brito, 2003). Alimenta-se de invertebrados no fundo dos riachos, e apresenta atividade alimentar predominantemente diurna (CASATTI, 2002). É uma espécie muito popular no comércio de peixes ornamentais (HUYSENTRUYT; ADRIAENS, 2005).

Diversos estudos tem sido desenvolvidos com *C. aeneus*, abordando aspectos morfológicos, ontogenéticos e fisiológicos (HUYSENTRUYT et al., 2009). Neste contexto, o presente estudo visa contribuir para um melhor conhecimento das diferenças morfológicas e merísticas de *C. aeneus* associadas as características dos habitats. Foi investigada a ocorrência de diferenças morfológicas em populações isoladas de *C. aeneus*, quantificada a importância das variáveis morfológicas utilizadas na discriminação das diferentes populações, que posteriormente foram correlacionadas com algumas características ambientais dos riachos da bacia dos rios Paraná e Paraguai.

## 2. Material e Métodos

O Estado de Mato Grosso do Sul é banhado por duas importantes bacias hidrográficas brasileiras (Paraguai e Paraná), sendo sua porção Leste ocupada principalmente pela sub-bacia do rio Ivinhema, enquanto a porção Oeste é ocupada pela bacia do rio Paraguai (Figura 1). As coletas foram realizadas entre os anos de 2001 e 2004 utilizando tela de isca (1,2x0,8m) confeccionada com tela mosquiteiro (2 mm de abertura) sendo realizados 20 lances por local em um trecho de aproximadamente 100 m. Foram realizadas amostragens de peixes em 14 riachos pertencentes às bacias dos rios Paraná e Paraguai (Figura 1). Entre os locais coletados 5 riachos encontram-se na região de Ivinhema, 4 na região de Dourados, 2 na bacia do rio Taquarizinho (Coxim) e 3 na Região de Sidrolândia, incluindo riachos que correm para a bacia do rio Vacaria e Taquarussú (afluente do rio Aquidauana). Após as coletas os peixes foram fixados em formol a 10% e posteriormente transferidos para etanol 70% no laboratório de Ecologia do CInAM/UEMS.



**Figura 1.** Riachos amostrados na bacia hidrográfica dos rios Paraguai e Paraná, Mato Grosso do Sul.

Quatorze variáveis morfométricas foram mensuradas com auxílio de paquímetro de 0,1 mm de precisão. As variáveis morfométricas foram: comprimento padrão, altura máxima do corpo, largura máxima do corpo, comprimento do pedúnculo caudal, altura do pedúnculo caudal, comprimento da cabeça, largura da cabeça, altura da cabeça, diâmetro do olho, comprimento do focinho, comprimento nadadeira da peitoral, distâncias entre as orbitas (interorbital), altura do olho e comprimento da nadadeira pélvica, conforme descrito por WINEMILLER (1991) e BEAMORD (2000). Para cada ponto de amostragem foram obtidas medidas de pelo menos 3 exemplares, procurando sempre que possível obter dados de no máximo 10 indivíduos por amostragem. Ao todo foram medidos 122 exemplares, sendo 92 da bacia do Paraná e 30 da bacia do Paraguai.

Cada riacho amostrado teve algumas características anotadas (profundidade, largura, transparência da água, tipo de sedimento e velocidade média da água), sendo que a profundidade e a largura foram obtidos com auxílio de trenas enquanto que a transparência foi obtida pelo disco de secchi, tipo de sedimento e velocidade foram categorizados em ordem crescente. A metodologia aqui apresentada foi modificada do trabalho de SUÁREZ et al. (2004).

Parte dos exemplares de *C. aeneus* que foram analisados encontram-se depositados na coleção do laboratório de Zoologia da Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (Unidade de Ivinhema) e no Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental (CINAM/UEMS).

## 3. Análise de dados

A existência de diferenciação morfológica foi verificada através de uma Análise de Função Discriminante conforme REIS et al. (1990). Os dados padronizados das características dos riachos amostrados, foram utilizados na geração de uma matriz de distância euclidiana entre os locais, para utilização

no teste de Mantel. Utilizamos a distância generalizada de Mahalanobis entre as populações como matriz de distância morfológica na realização de testes de Mantel entre as matrizes de morfologia e características dos riachos. Foi utilizada a matriz de distância geográfica entre os locais procurando verificar se existe relação entre as características dos riachos e as características morfométricas das populações e se existe influência regional sobre a morfologia das populações. A matriz de distância geográfica entre os locais foi obtida através de plotagem da localização dos riachos em uma base cartográfica (1:1.000.000).

A matriz de Mahalanobis foi utilizada também para a realização de uma análise de agrupamento, através do método de ligação UPGMA (Unweighted Pair Group Method Average), permitindo visualizar a similaridade entre as populações.

#### 4. Resultados

Os riachos apresentaram uma largura variando de 0,50 m a 6 metros, a profundidade variou de 0,20 a

1,50 m. A velocidade da água foi categorizada em 5 níveis, o tipo de sedimento em 3 e a transparência da água em 4 níveis (Tabela 1). Por meio da Análise de Função Discriminante foi constatado que existe diferença morfológica significativa entre as populações estudadas (Wilk Lambda= 0,02;  $F_{(182,935)} = 1,92$ ;  $P < 0,001$ ). A primeira raiz canônica explicou 35% da variação na morfologia das populações e a segunda raiz explicou 18% (Tabela 2).

As variáveis mais importantes na diferenciação entre as populações na primeira raiz canônica (raiz<sub>1</sub>) foram: comprimento padrão, comprimento da cabeça, altura do olho, e comprimento da nadadeira pélvica, influenciando positivamente; altura máxima do corpo, largura máxima do corpo, largura da cabeça, altura da cabeça, influenciando negativamente. Na segunda raiz canônica (raiz<sub>2</sub>), as variáveis mais importantes foram: altura máxima do corpo e altura da cabeça, influenciando positivamente e diâmetro do olho, altura do pedúnculo caudal, comprimento da nadadeira peitoral influenciando negativamente (Tabela 2).

**Tabela 1.** Características dos riachos coletados nas bacias dos rios Paraná e Paraguai, Mato Grosso do Sul.

Bacia	Riachos	Variáveis ambientais				
		Largura	Profundidade	Velocidade	Tipo de Sedim.	Transp. da Água
PR	Rosário	2,5	0,8	3	1	4
PR	Franco	0,5	0,5	1	2	4
PR	Da mata	0,5	0,5	2	1	2
PR	Gasoduto	2	0,8	1	1	3
PR	3tubos	1,2	0,8	1	2	2
PR	Paragem	0,8	0,8	2	3	2
PR	Olho d'água	2	0,4	2	3	4
PR	Da Dez	5	0,7	1	1	1
PA	Buriti	4	0,2	3	3	3
PR	São Bento	6	1,5	4	3	1
PA	Sucuri	6	0,7	1	1	0
PA	Quebra Galho	2,5	0,7	1	1	0
PR	Antônia	1	0,3	2	3	3
PR	Azul	2	1	3	1	0

Bacias: (PR) Paraná; (PA) Paraguai. Velocidade da água: (1) baixa; (2) média; (3) média/alta; (4) alta. Sedimento: (1) areia/argila; (2) areia mais seixos freqüentes; (3) seixos. Transparência da água: (0) nenhuma visibilidade; (1) visibilidade entre 10 e 30 cm; (2) visibilidade entre 30 e 50 cm; (3) visibilidade entre 50 e 80 cm; (4) visibilidade a 180 cm.

Através da Análise de agrupamento das populações realizada com a matrix de Malanahobis observamos a formação de três grupos de populações; o córrego São Bento (Grupo C) o que mais se diferencia dos demais, sendo que as demais populações se dividem em dois outros sub-grupos, compostos por uma sobreposição de locais, pertencentes às duas bacias estudadas (Paraná e Paraguai) (Figura 4).

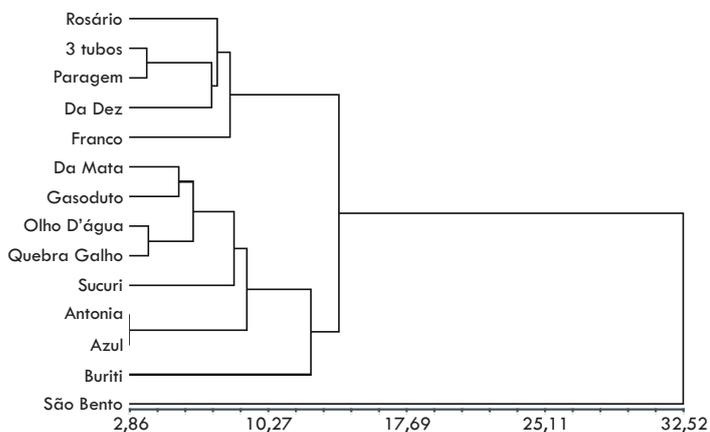
Os indivíduos das populações que compõem o grupo "A" apresentaram maiores valores médios de altura máxima do corpo, largura máxima do corpo, altura da cabeça e comprimento do pedúnculo caudal,

por outro lado apresentaram menores valores de comprimento padrão, comprimento da nadadeira pélvica, distância interorbital, levando à diferenciação morfológica em relação ao grupo B (Figura 4).

Através do teste de Mantel, constatamos que existe correlação entre as características morfológicas das populações e as características dos riachos (Mantel  $r = 0,62$ ,  $P < 0,01$ ) e que não existe relação entre a proximidade geográfica entre os riachos e a similaridade na morfologia das populações (Mantel  $r = -0,02$ ,  $P = 0,42$ ).

**Tabela 2.** Coeficientes Canônicos para as variáveis morfométricas das populações em diferentes riachos nas bacias dos rios Paraná e Paraguai, Mato Grosso do Sul.

Variáveis	Raiz <sub>1</sub>	Raiz <sub>2</sub>
Comprimento Padrão	0,545	-0,255
Altura Máxima do Corpo	-0,434	0,309
Largura Máxima do Corpo	-0,407	-0,166
Comprimento da Pedúnculo Caudal	-0,249	0,021
Altura do Pedúnculo Caudal	-0,102	-0,377
Comprimento da Cabeça	0,372	-0,033
Largura da Cabeça	-0,779	0,006
Altura da Cabeça	-1,043	0,289
Diâmetro do Olho	-0,218	-0,425
Comprimento do Focinho	-0,042	0,171
Altura do Olho	0,314	-0,236
Comprimento da Nadadeira Peitoral	-0,031	-0,507
Distância Interorbital	0,293	0,062
Comprimento da Nadadeira Pélvica	0,612	-0,251
Percentual de Explicação do Eixo	0,35	0,18

**Figura 4.** Dendrograma de similaridade na morfologia das populações em diferentes riachos nas bacias dos rios Paraná e Paraguai, Mato Grosso do Sul.

## 5. Discussão

As análises de morfometria, em particular de peixes teleosteos, tem sido a fonte primária de informação para estudos taxonômicos e evolutivos (GARCÍA-ALZATE, 2011). As populações de *Corydoras aeneus* analisadas apresentaram variações morfométricas importantes para sua identificação. Estas diferenças foram observadas com análises multivariadas, que são mais recomendadas do que análises unidimensionais, tais como as de índices ou de proporções corporais (SHIBATA e HOFFMANN, 2005). A variação dos caracteres morfológicos em *C. aeneus* deste estudo evidenciou diferenças morfológicas entre as populações estudadas e uma correlação com as características ambientais dos riachos. Desta maneira os dados observados sugerem que ambientes com características semelhantes estejam selecionando indivíduos que apresentam caracteres morfológicos semelhantes, e que não existe relação entre a morfologia e a distância geográfica entre as populações estudadas. Desta forma, estes resultados

indicam que fenótipos mais adaptados às características locais foram selecionados, ainda que não se tenha informações sobre a diferenciação genotípica entre estas populações.

Vários estudos tem sido realizados com o intuito de quantificar as variações morfológicas em populações de peixes, (REIS et al., 1990; GARAVELHO, 1992; GUSMÃO e PAVANELLI, 1996; ZAWADZKI et al., 1996; DYNES et al., 1999; CAMARGO et al., 2003; SHIBATA e HOFFMAN, 2005; GARCÍA-ALZATE, 2011; RUIZ-C et al., 2011; ALMEIDA et al., 2012) enfocando desde dimorfismo sexual até variações geográficas interpopulacionais. Entretanto, praticamente inexistem trabalhos relacionando as variações morfológicas com características ambientais, contudo DINIZ-FILHO (1994) estudando populações da abelha *Apis mellifera* na América do Sul, encontrou diferenças morfológicas (tamanho) variando latitudinalmente, sugerindo que estas seriam adaptações às menores temperaturas no sul do continente, similar ao encontrado por DINIZ-FILHO et al. (1998) para a abelha Jataí *Tetragonisca angustula angustula* no centro-oeste e sudeste do Brasil. DOUGLAS e MATTHEWS (1992) e SUÁREZ (2004) encontraram correlação significativa entre morfologia e distribuição espacial das espécies de peixes de riachos. O segundo autor trabalhando no rio Iguatemi (Bacia do rio Paraná), sugeriu que a morfologia das espécies pode ser utilizada como preditora de sua distribuição espacial o que reforça e corrobora a influência das características dos riachos estudados sobre a morfologia de *C. aeneus*.

SHIBATA e HOFFMANN (2005) estudando caracteres morfométricos e merísticos para avaliação morfológica em *Corydoras paleatus* evidenciaram que, análises morfométricas populacionais podem ser úteis na análise da diversidade biológica de uma determinada região. Sugeriram também que as diferenças morfométricas aliadas ao isolamento geográfico são indícios da ação de diferentes processos evolutivos sobre as populações estão sujeitas a diferentes processos seletivos. E de acordo com a hipótese ecomorfológica, os atributos ecomorfológicos de cada espécie devem refletir características importantes de sua ecologia, e portanto, deve ser um indicativo de seus hábitos e adaptações a diferentes habitats (Casatti, 2006) Dessa forma, pode se afirmar que as características dos ambientes estudados estejam selecionando grupos morfológicos semelhantes, corroborando com nossos resultados.

DYNES et al. (1999) estudando variações morfológicas e genéticas em *Salvelinus fontinalis* (Salmonidae) constataram diferenças morfológicas entre as subpopulações de regiões pelágicas e litorâneas para dois lagos analisados, no entanto, em apenas um destes lagos as diferenças morfológicas eram acompanhadas de diferenças genéticas,

sugerindo que as mudanças na oferta de recursos alimentares estejam selecionando as formas mais adaptadas aos ambientes estudados apresentando-se em estágio inicial de divergência evolutiva, caminhando para a especiação. Sugestão esta que, pelo menos a nível morfológico poderia ser aceita para *C. aeneus* nos riachos estudados. Desta maneira, no presente trabalho constatamos que as populações de *C. aeneus* são morfológicamente diferentes, e estas são congruentes com as diferenças nas características dos riachos. E ao longo do tempo evolutivo, direcionou os indivíduos que apresentavam características que conferiam maior adaptação às características ambientais, independente da distância geográfica entre estas populações.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem a FUNDECT (Process: 489/02) e a UEMS pelo suporte financeiro.

## 7. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F. S.; LIMA, S.M.; ANDRADE, L. H. C.; SÚAREZ, Y. R.. Differentiation of neotropical fish species with statistical analysis of Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy data. **Applied Spectroscopy**, v. 66, p. 782-785, 2012.
- BEAUMORD, A. C. **The ecology and ecomorphology of fish assemblages of the Paraná-Paraguay river basin in Brazil**. 123f. (Ph.D. Dissertation). University of California, Santa Barbara, USA, 2000.
- CAMARGO, W. N.; ELY, J. S.; SORGELOOS, P. Morphometric characterization of thalassohaline *Artemia franciscana* populations from the Colombian Caribbean. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1-6, 2003.
- CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do parque estadual morro do diabo, bacia do alto paraná, sudeste do brasil. **Biota Neotropica**, v.2, n.2, p. 1-14, 2002.
- CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.4 n.2, p. 203-214, 2006.
- CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Eds) **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6; Rio de Janeiro: PPGR-UFRJ. p. 139-155, 1999.
- DINIZ FILHO, J. A. F. **Metodos filogenéticos comparativos**. Ribeirão Preto: Holos, 2000.
- DINIZ FILHO, J. A. F. **Varição geográfica de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Brasil**. 1994. 125 f.Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista/UNESP, Rio Claro-SP, 1994.
- DINIZ-FILHO, J.; BALESTRA, R.; RODRIGUES, F. M.; ARAÚJO, E. D. Geographic variation of *Tetragonista angustula angustula* Latreille (Hymenoptera, Meliponinae) in central and southeastern Brazil. **Naturalia**, v. 23, p. 193-208, 1998.
- DOUGLAS, M. E.; MATTHEWS, W. J. Does morphology predict ecology? Hypothesis testing within a freshwater stream fish assemblage. **Oikos**, v. 65, p. 213-224, 1992.
- DYNES, J.; MAFNAN, P.; BERNATCHEZ, L.; RODRIGUEZ, M. A. Genetic and morphological variation between two forms of lacustrine brook charr. **Journal of Fish Biology**, v. 54, p. 955-972, 1999.
- GARAVELHO, J. C.; REIS, S. F.; STRAUSS, R. E.. Geographic variation in *Leporinus friderici* (bloch) (pices: ostariophysi: anostomidae) from the paraná-paraguay and amazon river basins. **Zoologica Scripta**, v. 21, n. 2, p. 197-200, 1992.
- GARCÍA-ALZATE, C.A.; RUIZ-C, R.I.; ROMÁN-VALENCIA, C.; GONZÁLEZ, M.I.; LOPERA, D.X. Morfología de las especies de *Hyphessobrycon* (Characiformes: Characidae), grupo heterorhabdus, en Colombia. **Revista de Biología Tropical**, v. 59, n. 2, p.709-725, 2011.
- HUYSENTRUYT, F.; ADRIAENS, D. Descriptive osteology of *Corydoras aeneus* (Siluriformes: Callichthyidae). **Cybio**, v. 29, n.3, p. 261-273, 2005.
- HUYSENTRUYT, F.; MOERKERKE, B.; DEVAERE, S. ADRIAENS, D. Early development and allometric growth in the armoured catfish *Corydoras aeneus* (Gill, 1858). **Hydrobiologia**, v. 627, n. 1, p. 45-54, 2009.
- MARTIN, R.A.; PFENNIG, D. W. Disruptive selection in natural populations: The roles of ecological specialization and resource competition. **The American Naturalist**, v.174, p. 268-281, 2009.
- REIS R.E., KULLANDER S.O., FERRARIS-JÚNIOR C.J. Check list of the freshwater fishes of south and central América. 1 ed., Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.
- REIS, S. F.; PESSOA, L. M.; STRAUSS, R. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographic differentiation. **Revista Brasileira Genética**, v. 13, n. 3, p. 509-520, 1990.
- RUIZ-C., R. I.; C. ROMÁN-VALENCIA; B. E. HERRERA-M.; O. E. PELÁEZ; A. Ermakova-A.. "Variación morfológica de las especies de *Astyanax*, subgénero *Zyogaster* (Teleostei, Characidae)." **Animal Biodiversity and Conservation**, v. 34, n. 1, p. 47-66, 2011.
- SHIBATTA, O.; HOFFMANN, A. C. Variação geográfica em *Corydoras paleatus* (Jensns) (Siluriformes, Callichthyidae) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 366-371.
- SÚAREZ, Y. R. **Estrutura das comunidades de peixes na bacia do rio Iguatemi-MS**. 2004. 96 f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista/UNESP, Rio Claro-SP, 2004.
- ZAWADZKI, C. H.; PAVANELLI, C. S.; FERREIRA-JUNIOR, H.. Caracterização morfológica e distribuição das espécies da família doradidae (pisces: siluriformes) no alto e médio Paraná: registros e comentários. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 39, n. 2, p. 409-417, 1996.
- WINEMILLER, K. O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, v. 61, n. 4, p. 343-365, 1991.