

**SOBRE A IDENTIDADE DAS POPULAÇÕES ALOPÁTRICAS DE *ASTYANAX*
(CHARACIFORMES, CHARACIDAE) DAS FORMAÇÕES FURNA 1
E FURNA 2 DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA,
PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL**

**ON THE IDENTITY OF *ASTYANAX* ALLOPATRIC POPULATIONS
(CHARACIFORMES, CHARACIDAE) FROM FURNA 1 AND FURNA 2
FORMATIONS OF THE PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA,
PONTA GROSSA, PARANÁ, BRAZIL**

Oscar Akio Shibatta¹, Roberto Ferreira Artoni²

¹ Autor para contato: Universidade Estadual de Londrina - UEL, Museu de Zoologia, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, PR, Brasil; (43) 3714631; e-mail: shibatta@uel.br

² Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Departamento de Biologia Estrutural, Molecular e Genética, Campus em Uvaranas, Ponta Grossa, PR

Recebido para publicação em 02/08/2005

Aceito para publicação em 05/09/2005

RESUMO

No Parque Estadual de Vila Velha encontram-se populações isoladas de lambaris em depressões doliniformes conhecidas como furnas. Essas populações, identificadas provisoriamente como *Astyanax fasciatus*, constituem um interessante instrumento para estudos evolutivos, uma vez que o isolamento populacional é considerado uma das chaves para o processo de especiação. Para este estudo foram comparadas as populações de Furna 1, Furna 2, Lagoa Dourada e rio Tibagi, empregando-se 10 caracteres merísticos e a análise morfométrica multivariada das variáveis canônicas livres do tamanho em onze variáveis morfológicas. As populações que mais se diferenciaram morfometricamente das demais foram Furna 2 e Lagoa Dourada, mas as de Furna 1 e rio Tibagi apresentaram grandes semelhanças. Entre os caracteres merísticos houve diferenciações populacionais principalmente entre as modas do número de escamas circumpedunculares e do número de raios da nadadeira anal. Apesar dessas pequenas diferenças morfométricas e merísticas, consideramos que as populações analisadas pertencem a uma mesma espécie, o que corrobora os estudos genéticos que indicam isolamento recente dessas populações.

Palavras-chave: Bacia do rio Tibagi, conservação, lambari, morfometria multivariada

ABSTRACT

In the Parque Estadual de Vila Velha there are isolated populations of “lambaris” in doliniform depressions known as furnas. Those populations, provisorily identified as *Astyanax fasciatus*, constitute an interesting instrument for evolutionary studies, since populational isolation is considered one of the keys of the speciation process. For this study, populations of Furna 1, Furna 2, Lagoa Dourada and rio Tibagi were compared, by means of 10 meristic characters and 11 morphological variables for a size-free canonical morphometric multivariate analysis. The populations that more differed morphometrically of others were those from Furna 2 and Lagoa Dourada, while Furna 1 and rio Tibagi presented great similarity. Among the meristic characters there was a populational differentiation mainly in the number of scales around the caudal peduncle and the number of anal-fin rays. In spite of those small morphometric and meristic differences, the analyzed populations were considered as belonging to a same species, which confirms genetic studies that indicate recent isolation of those populations.

Key words: Tibagi River basin, conservation, tetras, multivariate morphometrics

Introdução

O gênero *Astyanax* é um dos mais especiosos da ordem Characiformes, com 86 espécies descritas e distribuídas em praticamente todos os cursos de água da região Neotropical (Lima *et al.*, 2003). Todas essas espécies são conhecidas popularmente como lambaris e são apreciadas na pesca esportiva. Na bacia do rio Tibagi, onde se localiza o Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), são reconhecidas quatro espécies (Shibatta *et al.*, 2003), mas com possibilidade de ocorrerem outras espécies, inclusive novas para a ciência.

O PEVV é um dos principais parques do Estado do Paraná, onde se encontram interessantes esculturas em arenito, formadas ao longo do tempo pela ação do intemperismo. Além dessas estruturas, há depressões doliniformes (estruturas geológicas originadas da subsidência do terreno) denominadas furnas, inundadas por águas do lençol freático, onde estão presentes populações isoladas de lambaris de uma espécie cujas características morfológicas a aproximam de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819). A origem dessas populações é incerta, não se sabendo se é natural, derivada de riachos que passavam pela região, ou se foram introduzidas. Apesar disso, a presença desses lambaris nas furnas torna esta região extremamente interessante para

estudos evolutivos. O possível isolamento populacional por vicariância, neste caso relacionado com eventos geológicos, é um dos fatores que podem promover a especiação por alopatria. Segundo Stearns e Hoekstra (2003), “é fácil imaginar que a especiação se inicia quando populações se tornam geograficamente isoladas, sendo expostas à seleção divergente e evoluindo independentemente”.

Estudos cariotípicos (Matoso *et al.*, 2002, Gross *et al.*, 2004) e de DNA mitocondrial (Matoso *et al.*, 2004) têm resultado em descobertas importantes para a compreensão do significado do isolamento dessas populações, mas nenhuma análise morfométrico foi realizada até o momento. Portanto, o presente estudo teve como objetivo comparar essas populações isoladas, com as de cursos de água mais próximos, pertencentes à lagoa Dourada e ao rio Tibagi, para verificar possíveis diferenças morfométricas. Em adição, também foram analisados caracteres merísticos, constituídos pelos números de escamas e raios das nadadeiras.

Área de estudo

O PEVV cobre uma área de 3.122 ha e está

localizado no sul do Brasil, estado do Paraná, a 25° 14' 09"S, 50° 00' 17"W. As furnas 1, 2 e 3 localizam-se a uma altitude de 850m, mas apenas as furnas 1 e 2 são preenchidas com água do lençol freático e conectadas por pequenas fissuras na rocha, a uma profundidade de mais de 50 m. Essas furnas drenam para a Lagoa Dourada, uma fuma assoreada de 200 m de diâmetro, circundada por floresta ripária bem preservada e que, por sua vez, drena para o rio Tibagi através do córrego Guabirola na época das cheias (Melo, no prelo).

Material e métodos

Foram analisados exemplares de Furna 1 (Figura 1, n = 10), Furna 2 (n = 7), Lagoa Dourada (n = 14), rio Tibagi (n = 14). Para identificação da espécie foi utilizado o trabalho de Garutti & Britski (2000). Os exemplares testemunhos estão depositados na coleção do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina.



Figura 1 - *Astyanax fasciatus* de Furna 1, Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. A barra de escala corresponde a 3,2 cm.

Para obtenção das seguintes medidas foi utilizado paquímetro digital com precisão de 0,01mm: comprimento padrão, comprimento da cabeça, distância pré-dorsal, comprimento da base da nadadeira dorsal, comprimento pré-ventral, comprimento da base da nadadeira anal, altura do corpo, altura do pedúnculo caudal, diâmetro do olho, distância interorbital e comprimento do focinho (Figura 2). A análise das variáveis

canônicas livres do tamanho foi realizada com o programa SAS, segundo o protocolo de Reis *et al.* (1990). O número de raios de todas as nadadeiras foi obtido sob microscópio estereoscópico e apresentado na forma de número mínimo, máximo e modal.

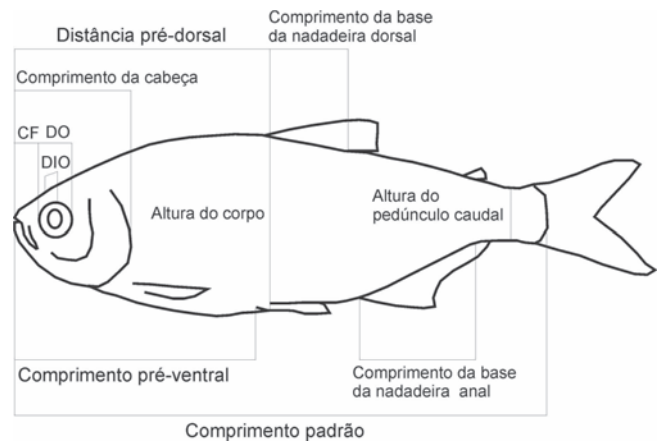


Figura 2 - Desenho esquemático de *Astyanax fasciatus* com a indicação dos caracteres morfométricos utilizados no estudo (medidas realizadas ponto a ponto). CF = comprimento do focinho, DO = diâmetro do olho, DIO = distância interorbital.

Resultados

Foram obtidos 3 eixos canônicos, com as populações melhor se discriminando nos dois primeiros. O primeiro eixo canônico reteve 73,9% da variação dos dados e o segundo, 20,5%. As populações da Lagoa Dourada e Furna 2 ficaram completamente separadas das populações do rio Tibagi e Furna 1 (Figura 3). As variáveis que discriminaram Furna 2 das demais populações foram o comprimento da cabeça, o diâmetro do olho e o comprimento da base da nadadeira anal, que tiveram os maiores valores. A população da Lagoa Dourada foi discriminada pelo maior valor do comprimento da base da nadadeira anal e menor valor da distância interorbital. As populações do rio Tibagi e Furna 1 apresentaram sobreposição, e tiveram os maiores valores da distância interorbital e menores valores de comprimento da cabeça, diâmetro do olho e comprimento da base da nadadeira anal (Tabela 1).

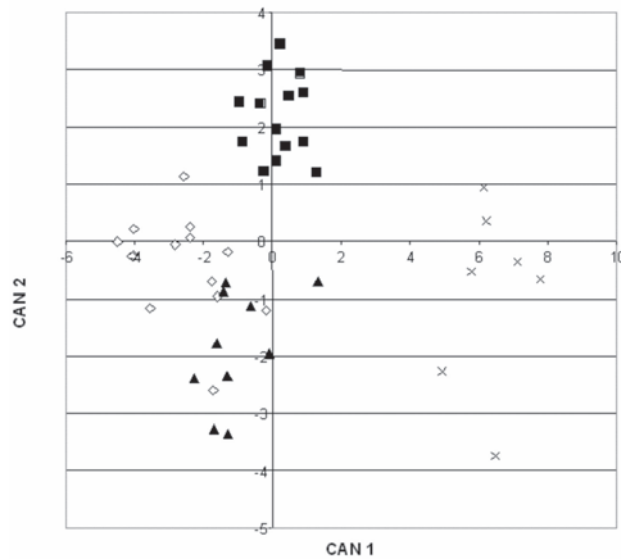


Figura 3 - Projeção dos escores individuais nos dois primeiros eixos da análise das variáveis canônicas livres do tamanho, das amostras combinadas de *Astyanax aff. fasciatus* da Lagoa Dourada (■, n = 14), Furna 1 (▲, n = 10), Furna 2 (X, n = 7) e rio Tibagi (◇, n=14).

Tabela 1 - Peso das variáveis morfométricas nos dois primeiros eixos canônicos, das amostras combinadas de *Astyanax fasciatus* do rio Tibagi, Lagoa Dourada, Furnas 1 e 2.

	CAN 1	P	CAN 2	P
Comprimento padrão	0,35817	0,0157	-0,00836	0,9565
Comprimento da cabeça	0,70100	0,0001	0,05994	0,6957
Distância pré-dorsal	-0,29340	0,0505	-0,30014	0,0452
Comprimento da base da nadadeira dorsal	0,40968	0,0052	0,35359	0,0172
Comprimento pré-ventral	0,30637	0,0407	-0,42818	0,0033
Comprimento da base da nadadeira anal	0,53886	0,0001	0,45252	0,0018
Altura do corpo	-0,83371	0,0001	-0,22533	0,1367
Altura do pedúnculo caudal	-0,90666	0,0001	0,28972	0,0535
Diâmetro do olho	0,69824	0,0001	0,14641	0,3372
Distância interorbital	0,40178	0,0062	-0,73157	0,0001
Comprimento do focinho	0,11726	0,4430	-0,29165	0,0519

Em relação às características merísticas (Tabela 2), observa-se que as populações apresentam sobreposição dos caracteres, mesmo ocorrendo diferenças no número modal do número de escamas e do número de raios. O valor modal do número de escamas circum-pedunculares diferiu entre as po-

pulações da Lagoa Dourada, Furna 1 e Furna 2, com sobreposição do valor mínimo entre os peixes da Lagoa Dourada e Furna 1. Os valores modal e máximo do número de raios da nadadeira anal do rio Tibagi foram pouco menores que nas demais localidades.

Tabela 2 - Números mínimos, máximos e modais (entre parênteses, quando ocorrer) dos caracteres merísticos de *Astyanax fasciatus* do município de Ponta Grossa.

	Rio Tibagi (n=15)	Lagoa Dourada (n=14)	Furna 1 (n=7)	Furna 2 (n=7)
Linha lateral	36-38 (36)	35-38 (38)	37-38 (38)	36-38 (36)
Acima da linha lateral	6	4-7 (7)	7	6
Abaixo da linha lateral	4-5 (4)	4-5 (5)	5	5
Escamas circum-pedunculares	14-15 (14)	14-16 (15)	15-16 (16)	14
Escamas pré-dorsais	10-12 (12)	11-12 (12)	12-13 (12)	11-12 (12)
Raios da nadadeira dorsal	ii+8+i	ii+8-9 (8)+I	i-ii (ii)+8+I	ii+8+i
Raios da nadadeira peitoral	i+11-12 (11)+i	i+11-12+I	i+11-12 (11)+I	i+11-12 (12)+i
Raios da nadadeira ventral	i+6-7 (7)+i	I+7+I	i+7+i	i+6-7 (7)+I
Raios da nadadeira anal	ii+18-20 (19)	ii-iii (iii)+18-23 (21)	iii+19-23 (21)	ii-v (iv-v)+20-24 (20-21)
Raios da nadadeira caudal	i+17+i	i-ii (i)+17+I	i+17+i	i+17+I

Discussão

Com os resultados morfométricos e merísticos é possível concluir que a população do rio Tibagi pertence à mesma espécie das encontradas no PEVV. Estas, por sua vez, por terem sido isoladas recentemente na escala geológica (Gross *et al.*, 2004), ainda não podem ser distinguidas entre si, por apenas apresentarem pequenas diferenças.

A população da Lagoa Dourada apresentou diferenças morfométricas com as demais populações, inclusive com a do rio Tibagi, mesmo drenando para este em épocas de cheia. Provavelmente, a característica lântica da Lagoa seja o fator que desestimula a permanência dos exemplares do rio Tibagi na Lagoa Dourada.

Os resultados permitiram observar que o isolamento foi suficiente para promover diferenças morfométricas entre as populações de Furna 1 e Furna 2, demonstrando que essas populações foram submetidas a pressões seletivas distintas, ressaltando a singularidade desses ambientes e reforçando ainda mais a necessidade de preservá-los. Entretanto, segundo Stearns e Hoekstra (2003), a especiação ocorre apenas se as populações isoladas tenham acumulado diferenças genéticas que as tornam reprodutivamente isoladas ao entrarem em contato novamente. A morfometria indica que existe a possibilidade de que isso esteja ocorrendo com as populações de Furna 1 e 2, embora o tempo decorrido aparentemente não tenha sido suficiente para promover diferenças genéticas expressivas.

A pressão seletiva mais evidente está relacionada

com a nutrição, pois foi verificado na população de Furna 2, que muitos exemplares apresentavam aspecto emagrecido, 54% segundo dados apresentados por Gross *et al.* (2004), o que pode ser evidência de que os lambaris também não estão completamente livres de ameaças de extinção. A hipótese de endocruzamento nesta população, que justificasse a alteração na forma do corpo (identificada como fenótipo II), foi testada por Gross *et al.* (2004) através da análise da assimetria flutuante, mas os resultados não permitiram comprová-la. As análises genéticas têm demonstrado que não há diferenças expressivas entre as populações, o que foi interpretado como um indicador de isolamento recente. Conforme estudos citogenéticos de Gross *et al.* (2004), o mesmo padrão cariotípico foi encontrado entre as populações de Furna 1, Furna 2 e o rio Tibagi, evidenciando que o tempo foi insuficiente para a fixação de rearranjos cromossômicos diferenciados.

Outro fato interessante é a ausência de outras espécies de peixes em Furna 1 e Furna 2, o que possibilita suspeitar que os lambaris possam ter sido introduzidos. Entretanto, será difícil confirmar essa hipótese, sendo possível apenas observar as similaridades genéticas com prováveis populações irmãs. Outra hipótese é a da extinção das demais espécies em consequência de alterações na qualidade da água, como ocorreu com a recente eutrofização de Furna 1 pelas fezes e excreções de andorinhas.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao IAP (Instituto Ambiental

do Paraná), IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) e Ecoparaná, pela licença para captura de peixes no Parque Estadual de Vila Velha. Este trabalho teve suporte financeiro do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária (Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná). Somos particularmente gratos ao senhor Miguel Airton Carvalho e Aparecido de Souza pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

1. GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, Série Zoologia, Porto Alegre, v.13, p. 65-88, 2000.
2. GROSS, M. C.; SCHNEIDER, C. H.; MATIELLO, M. C. A.; LEITE, M. L.; BERTOLLO, L. A. e ARTONI, R. F. Population structure, fluctuating asymmetry and genetic variability in an endemic and highly isolated *Astyanax* fish population (Characidae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.27, n.4, p.529-535, 2004.
3. LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, M. C. S. L.; LUCENA, Z. M. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASSATI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. Genera incertae sedis in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, JR., C. J., **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, Edipucrs. 2003. p. 106-169.
4. MATOSO, D. A.; VICARI, M. R.; ALMEIDA, M. C.; SHIBATTA, O. A.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. e ARTONI, R. F. Karyotypic studies in the Characidae fish, genus *Astyanax*. An endemic and highly isolated populations of *Astyanax* sp. **Cytologia**, Tokyo, v.67, p.123-128. 2002.
5. MATOSO, D. A. e ARTONI, R. F. Genetic diversity of the small characid fish *Astyanax* sp., and its significance for conservation. **Hydrobiologia**, Brussels, v.527, p.223-225, 2004.
6. MELO, M. S. Fisiografia das furnas e Lagoa Dourada do Parque Estadual de Vila Velha, PR. In: Artoni, R. F. & Shibatta, O. **Peixes do Parque Estadual de Vila Velha: aspectos da história natural, biologia evolutiva e da conservação**. Ponta Grossa: Editora UEPG, (no prelo). p. 1-9.
7. REIS, S. F.; PESSÔA, L. M. e STRAUSS, R. E. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographic differentiation. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.13, n.3, p.509-520, 1990.
8. SHIBATTA, O. A.; ORSI, M. L.; BENNEMANN, S. T. & SILVA-SOUZA, Â. T. Diversidade de peixes da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M. E. Medri, 2003. p. 403-423.
9. STEARNS, S. C.; HOEKSTRA, R. F. **Evolução: uma introdução**. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo, 2003. 379p.