

**USO DE ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS E
SELEÇÃO DE HÁBITAT PARA A
CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E
COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO
DAS VELHAS, MG**

CECÍLIA GONTIJO LEAL

2009

CECÍLIA GONTIJO LEAL

**USO DE ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS E SELEÇÃO DE
HÁBITAT PARA A CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E
COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO DAS VELHAS,
MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Leal, Cecília Gontijo.

Uso de atributos ecomorfológicos e seleção de habitat para a
caracterização de espécies e comunidades de peixes na bacia do rio
das Velhas, MG / Cecília Gontijo Leal. – Lavras : UFLA, 2009.

132 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Paulo dos Santos Pompeu.

Bibliografia.

1. Seleção de habitat. 2. Convergência adaptativa. 3.
Hipervolume ecomorfológico. 4. Assoreamento. 5. Segregação
espacial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.526323

CECÍLIA GONTIJO LEAL

**USO DE ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS E SELEÇÃO DE
HÁBITAT PARA A CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E
COMUNIDADES DE PEIXES NA BACIA DO RIO DAS VELHAS,
MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de março de 2009

Prof. Dra. Lilian Casatti

UNESP

Pesq. Dr. Fábio Vieira

Fundação Biodiversitas

Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Esta dissertação foi realizada por meio do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da UFLA, com financiamento:



CTHidro
Fundo Setorial de Recursos Hídricos

e apoio:



*Dedico este trabalho aos meus
pais, Maria do Carmo e
Sebastião, retribuindo um
pouquinho do amor e exemplo de
vida que sempre me deram. O
apoio de vocês é o maior
incentivo que tenho pra seguir
em frente.*

AGRADECIMENTOS

Esta é uma das primeiras linhas da dissertação que eu escrevo. Talvez por se tratar de uma das partes mais importantes. Talvez por ser a única oportunidade de escrever livremente. Com certeza, pela grande inspiração e carinho que tenho para escrevê-los! Quando penso naqueles que me ajudaram, dá vontade de escrever mais um pouquinho. Parece que as palavras nunca vão transmitir a intensidade da minha gratidão. Muitas pessoas participaram, direta ou indiretamente e, sem elas, nada disso teria sentido.

Ao meu orientador, Paulo Pompeu, pesquisador super competente e pessoa de ótimo coração. Durante esses dois anos, aprendi com você mais do que ter boas ideias, analisar dados e discutir resultados. Você me ensinou que todas as pessoas e situações têm sempre algo de bom a ser considerado e isso eu vou levar pra vida toda. Seu apoio e incentivo foram essenciais para que este trabalho acontecesse. Sua criatividade, animação e energia tornaram nossa convivência muito proveitosa cientificamente. Além disso, vou levar como exemplo sua paciência para ouvir, parcimônia ao discutir, ética e firmeza ao tomar decisões, criatividade para boas ideias e também o otimismo para nunca deixar a peteca cair. Obrigada pela confiança e autonomia que você me deu e que foram grandes incentivos!

Aos meus pais, Sebastião e Maria do Carmo, que sempre deram todo apoio e incentivo, necessários e essenciais a minha carreira acadêmica. Vocês estão sempre presentes na minha vida e isso dá todo sentido a ela!

Aos meus irmãos, Gu e Celo e também à Bel e à Rosa, família tão querida e tão presente, sempre incentivando meus caminhos na biologia, minhas viagens, sedentos para ouvir as histórias de onde andei e pesquei.

Ao Rogério, que primeiro me levou pra pescar no rio São Francisco, quando eu tinha 10 anos, o que me fez, desde então, me apaixonar pelos peixes. Nossas pescarias plantaram a semente que me trouxe até aqui: ictióloga.

Ao Lipe, por todo apoio à vinda a Lavras, pelos conselhos biológicos, por estar sempre ao meu lado, por tanto carinho e tanto amor... fundamentais hoje e sempre.

Aos queridos Mael, Raquel, Jú e Laurinha, que sempre se lembram de mim quando o assunto é peixe! Obrigada por estarem sempre presentes e por todo carinho e amizade.

Ao querido Zé Leite, companheiro de pescaria e, sem dúvida, o maior pescador que o rio das Velhas já conheceu!

Às queridíssimas amigas da república Manacá, que me acolheram como família: Má e Li. Vocês tornaram a vida em Lavras muito divertida e prazerosa. São amigas de verdade que levo de Lavras pro resto da vida! E também a Rhuana, que tomou conta da nossa casa com seus bravos e temidos latidos.

Ao Cacá, não só porque eu prometi “tantas linhas nos agradecimentos quantas foram suas ajudas”, mas porque realmente participou em vários momentos: muito obrigada. Seu humor, leveza e dicas infalíveis, tornaram as coletas e discussões mais eficientes e divertidas. Ainda estou aprendendo com você que, em briga de marido e mulher, nem o marido deve entrar!

Aos amigos pantaneiros do curso de campo Ecologia do Pantanal 2008, que, com certeza, deram um gás de animação e ecologia na minha veia em setembro de 2008 e que me fizeram acreditar que disciplina de mestrado pode valer a pena! “Nunca pero nunca me abandones cariñito”. E também ao Gui Mourão que, ao vivo ou pela internet, deu várias dicas estatísticas e passo-a-passo do Systat.

Aos amigos ictiólogos de BH que participaram da minha formação e estão sempre presentes: Volney, Cacá, Clarissa, Jota, Gisele, Luizão, Luiz

Rocha, Gil, Chico, Gabriel Alkimin e, em especial Fábio Vieira e Raoni, que se interessaram pelo trabalho e colocaram boas lenhas nas discussões.

Aos membros da banca, Dra. Lilian Casatti e Dr. Fábio Vieira, pela disposição em vir a Lavras e também pelas valiosas críticas e sugestões ao trabalho.

Aos professores Marcelo Passamani, Eduardo Van den Berg, Paulo Pompeu e Drops, pelas ótimas aulas e boas risadas no curso de campo, no Parque Estadual do Rio Preto.

Ao Dr Cláudio Henrique Zawazdki do Nupelia, pela grande ajuda na identificação dos *Hypostomus*.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Peixes, em Lavras: Cíntia, Nara, Míriam, Lelê, Fábio, Má, Lucas, Sarah, Guto, Rafael e Ceceo, sempre intrigados com os desenhos dos peixes no papel milimetrado e empenhados em descobrir uma metodologia mais moderna!

A Nara, Lucas e Sarah, que foram fundamentais na “contagem infundável dos quadradinhos”. “Morphometric Portatic Table”, nunca mais! A ajuda de vocês em campo também foi fundamental.

A todos os colegas do projeto CT-Hidro 35, em especial os que ajudaram em campo: Paulo Pompeu, Cacá, Nara, Lucas, Míriam, Hersília, Ivo, Ceceo, Paulo Pinheiro, Lurdemar, Fernanda, Juliana e Marianne que, com muito humor e animação, tornaram as coletas muito produtivas! E aos motoristas do projeto Manuelzão, por nos guiarem certamente aos pontos de coleta.

Aos queridíssimos colegas do mestrado: Lelê, Grazi, Elton, Marianna, Arthur e Andréa, pelos ótimos momentos no dia-a-dia, festinhas nas casas dos coleguinhas e pérolas do curso de campo.

Aos amigos da bio, Mary, Letícia, Fernanda, Thaís, Armando e Flávia; às “primas marias” (Lívia, Lelé, Mel e Juju) e às amigas Camila e Ciça, todos

sempre empolgados com as novidades ictiológicas e curiosos em saber das minhas viagens, pescarias e conquistas.

A todos os “Leais” e “Gontijos”, por serem duas famílias maravilhosas e sempre presentes na minha vida!

Ao CNPq, pelo financiamento ao projeto e ao Projeto Manuelzão/UFGM, pelo apoio logístico. À Fapemig, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada pelo suporte durante o mestrado e todo empenho em fazer um curso cada vez melhor.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referências Bibliográficas.....	5
CAPÍTULO 2 Comunidades de peixes da bacia do rio das velhas, sudeste do Brasil: composição de espécies e uso do espaço físico e ecomorfológico.....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	11
1 Introdução.....	12
2 Material e Métodos.....	14
2.1 Área de estudo.....	14
2.2 Coleta de dados.....	18
2.3 Análise dos dados.....	23
3 Resultados.....	25
4 Discussão.....	38
5 Referências Bibliográficas.....	43
6 Anexos.....	48
CAPÍTULO 3 Ecomorfologia e uso do habitat por peixes da bacia do rio das velhas, sudeste do Brasil.....	61
Resumo.....	62
Abstract.....	63
1 Introdução.....	64
2 Material e Métodos.....	66

2.1 Área de estudo.....	66
2.2 Coleta de dados.....	68
2.3 Análise dos dados.....	72
3 Resultados.....	73
4 Discussão.....	87
5 Referências Bibliográficas.....	93
CAPÍTULO 4 Plasticidade morfológica e uso do habitat por <i>Piabina argentea</i> Reinhardt 1867 em rios com diferentes graus de preservação e características hidráulicas na bacia do rio das Velhas, Minas Gerais.....	
	99
Resumo.....	100
Abstract.....	101
1 Introdução.....	102
2 Material e Métodos.....	104
2.1 Área de estudo.....	104
2.2 Coleta de dados.....	106
2.3 Análise dos dados.....	110
3 Resultados.....	111
4 Discussão.....	122
5 Referências Bibliográficas.....	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132

RESUMO

LEAL, Cecília Gontijo. **Uso de atributos ecomorfológicos e seleção de hábitat para a caracterização de espécies e comunidades de peixes na bacia do rio das Velhas, MG.** 2009. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, é o rio de grande porte mais degradado do estado de Minas Gerais. O presente trabalho foi realizado em um trecho assoreado do rio das Velhas e em três tributários em bom estado de conservação. O objetivo foi investigar o uso de hábitat e ecomorfologia das espécies de peixes da bacia. Neste contexto, foram conduzidas três abordagens: comparação das comunidades dos rios estudados em termos da composição de espécies e hipervolume morfológico ocupado por cada uma delas; análise das espécies mais abundantes em relação à seleção de hábitat e ecomorfologia e, por último, avaliação das diferenças intraespecíficas de uso de hábitat e ecomorfologia de *Piabina argentea* em cada rio amostrado. Os resultados mostram que não houve diferença no hipervolume morfológico ocupado por cada comunidade, indicando a existência de um padrão ecomorfológico dentro da bacia, independente do grau de preservação dos rios. Dentre as espécies mais abundantes, a maioria apresentou seleção de hábitat em relação ao substrato, profundidade e principalmente velocidade da água. As espécies bentônicas foram as mais seletivas ao substrato. A distribuição das espécies no espaço morfológico e nos grupos sugeridos pela análise de agrupamentos evidenciou a congruência entre os atributos ecomorfológicos e o uso vertical dos habitats, tendo separado espécies bentônicas e nectônicas. Por último, na avaliação de *P. argentea*, houve diferença ecomorfológica significativa entre as populações dos quatro rios, principalmente do Velhas em relação aos tributários. Os padrões locais de uso de hábitat desta espécie não foram congruentes em todos os rios, mas, em geral, houve predomínio do padrão regional: habitats lentos, profundidade entre 20 e 80 cm e substratos finos e de origem vegetal. As informações obtidas no trabalho, são as primeiras desse tipo para a bacia. Com as crescentes ameaças aos ambientes aquáticos, sobretudo o assoreamento do rio das Velhas, é de extrema necessidade definir os requerimentos e o uso de hábitat dos peixes, para que estratégias efetivas de revitalização do ambiente e manejo das espécies possam ser planejadas.

Palavras-chave: seleção de hábitat, hipervolume ecomorfológico, segregação espacial, convergência adaptativa, assoreamento

*Orientador: Paulo dos Santos Pompeu

ABSTRACT

LEAL, Cecília Gontijo. **Use of ecomorphological attributes and habitat use aspects for fish species and assemblages characterization in the rio das Velhas basin.** 2009. 132 p. Dissertation (Master in Applied Ecology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The rio das Velhas is one of the most important tributaries of rio São Francisco and also the most polluted large river of Minas Gerais State. The present work was carried out in a disturbed stretch of Velhas River and three well preserved tributaries. The main objective was to bring the first information about habitat use and ecomorphology of this basin fish species. In this context, we present three different approaches: a general comparison of the four assemblages in terms of species composition and morphological hypervolume; an analysis of the most abundant species and their habitat selection and ecomorphology and finally, an evaluation of intraspecific differences in habitat use and ecomorphology of *Piabina argentea* in each sampled river. There was no difference in the morphological space occupied by each studied assemblage. This indicates the existence of an ecomorphological pattern for different communities in the basin, even though they are in distinct preservation status. Most of the abundant species showed habitat selection for substrate, depth and specially water velocity. Benthic species were more selective to substrate than nektonic ones. Species distribution in the morphological space and Cluster Analysis groups, indicated the congruence between ecomorphological attributes and the vertical use of water column. For *P. argentea*, populations of the four rivers were statistically different, principally of Velhas River compared to the tributaries. Local patterns of *P. argentea* habitat use were not congruent in all rivers, but in general, the regional pattern prevailed: slow habitats, 20 to 40 cm and 60 to 80 cm of depth and substrate of sand, silt+clay and leave bank. This study brings out the first information of this kind for rio das Velhas basin fish fauna. The increasing impact on the aquatic environments, overall the rio das Velhas siltation, make the definition of fish species requirements and habitat use imperative, to make possible the planning of species management effective revitalization strategies.

Key words: habitat selection, ecomorphological hypervolume, spatial segregation, adaptative convergence, siltation

*Guidance Committee: Dr. Paulo dos Santos Pompeu

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

A ecomorfologia é o estudo da relação entre a morfologia e o contexto ambiental dos organismos (Peres-Neto, 1999; Breda et al., 2005). Embora o termo tenha sido introduzido apenas em 1975, por Karr & James, estudos nesta área são bem mais antigos (Lindsey, 1978).

A base teórica da ecomorfologia foi dada por Darwin, quando escreveu sobre a adaptação dos organismos ao ambiente, ou seja, relações de forma e função (Freire & Agostinho, 2001; Breda et al., 2005). A partir do século XIX, com a melhor compreensão dos conceitos ecológicos, a ecomorfologia passou a ser amplamente utilizada como ferramenta para estudos ecológicos e evolutivos (Cunico & Agostinho, 2006). Sua premissa básica é a de que diferenças morfológicas entre espécies são o resultado de diferentes pressões seletivas do meio (Gatz Júnior, 1979a, b; Watson & Balon, 1984; Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991; Douglas & Matthews, 1992; Beaumord & Petriere, 1994; Langerhans et al., 2003; Casatti & Castro, 2006) e, dessa forma, a morfologia das espécies devem refletir seus hábitos e adaptações aos aspectos ecológicos do ambiente (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984; Winemiller, 1991).

O formato corporal é o principal componente do fenótipo de um organismo que influencia suas atividades de forrageamento, locomoção, reprodução e sobrevivência à predação (Guill et al., 2003). Características do meio, como velocidade da água, profundidade e substrato, exercem forte influência sobre as espécies de peixes, estando associadas à sua seleção por habitats específicos (Gorman & Karr, 1978; Grossman & De Sostoa, 1994; Jowett & Richardson, 1995; Grossman et al., 1998; Lamouroux et al., 1999; Allen, 2000; Vadas Júnior & Orth, 2000; Blanck et al., 2007). A diversidade de habitats, por sua vez, está associada à diversidade de espécies (Gorman & Karr,

1978) e a presença de substratos de tamanhos variados, substratos de origem vegetal e habitats com diferentes velocidades e profundidades são importantes componentes da complexidade estrutural dos ambientes aquáticos (Jackson et al., 2001).

O uso da água para abastecimento doméstico e industrial, transporte, geração de energia e irrigação está entre as causas mais frequentes de alteração e perda de habitats aquáticos (Poff et al., 1997). Atualmente, a pressão antrópica sobre os corpos d'água chegou a uma consequência extrema: a perda de espécies (Poff et al., 1997). Compreender a relação entre as espécies e seu ambiente é essencial para atenuar os impactos das atividades humanas sobre as comunidades de peixes. Definir os requerimentos e o uso de habitat das espécies, para que estratégias efetivas de revitalização do ambiente e manejo dos organismos possam ser planejadas, é extremamente necessário (Rosenfeld, 2003).

O rio das Velhas é um dos principais afluentes do rio São Francisco e é também o rio de grande porte mais degradado do estado de Minas Gerais (Alves & Pompeu, 2005). O fato de drenar a maior região metropolitana e a maior população humana da bacia do São Francisco contribui na quantidade e na intensidade dos impactos que sofre. O cenário de assoreamento e poluição do rio das Velhas agravou-se a partir do século XX. Apesar disso, a bacia ainda apresenta uma fauna de peixes representativa em relação àquela conhecida para toda a bacia do São Francisco. São 115 espécies diagnosticadas em sua calha principal, afluentes e lagoas marginais (Alves & Pompeu, 2005). Porém, sinais de degradação são evidentes em vários pontos da bacia, principalmente nos trechos próximos à região metropolitana de Belo Horizonte, onde a riqueza de peixes é inferior à esperada (Pompeu et al., 2004) ou já foi comprovada a extinção local de espécies (Pompeu & Alves, 2003).

A existência de populações de peixes e de outros organismos aquáticos depende diretamente da conectividade e da diversidade de habitats, bem como dos regimes hidráulicos dos rios, responsáveis pela circulação dos sedimentos e nutrientes essenciais para a integridade ecológica (Katopodis, 2005). Assim, para a recuperação da bacia do rio das Velhas, além da melhoria da qualidade da água, que já vem sendo buscada por meio da implantação de inúmeras estações de tratamento de esgoto, é fundamental a revitalização da estrutura física do rio, sobretudo naqueles trechos severamente afetados pela mineração.

Esta dissertação faz parte do projeto Desenvolvimento de metodologias para avaliação, atenuação e remediação de impactos (erosão e assoreamento) na morfodinâmica fluvial e biodiversidade aquática no alto Rio São Francisco: estudo de caso sub-bacia Rio das Velhas (MG). Tal projeto, realizado por pesquisadores de diversas áreas, visa realizar o inventário da biodiversidade bioindicadora de qualidade do ambiente aquático (bentos, anfíbios e peixes), além de mapear e propor um plano piloto de revitalização e proteção da calha do alto curso do rio das Velhas, com vistas à restauração do equilíbrio do sistema fluvial local quanto à biodiversidade aquática, à morfologia fluvial e à dinâmica hidráulica e sedimentar.

No presente trabalho apresentam-se as primeiras informações sobre uso de hábitat e ecomorfologia das espécies de peixes dos rios Cipó, Curimataí Pardo Grande e Velhas, na bacia do rio das Velhas, o que deve contribuir com informações essenciais para atingir os objetivos do referido projeto. No primeiro capítulo, é apresentada uma comparação geral das quatro comunidades, em termos da composição de espécies e hipervolume morfológico ocupado por cada uma delas. No segundo capítulo, a análise passa a ser em termos das espécies mais abundantes em relação à seleção de hábitat e ecomorfologia. No terceiro capítulo, avaliam-se as diferenças intraespecíficas de uso de hábitat e ecomorfologia de uma espécie, *Piabina argentea*, em cada rio amostrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. A. Seasonal microhabitat use by juvenile Spring Chinook Salmon in the Yakima River Basin, Washington. **Rivers**, Livermore, v. 7, n. 4, p. 314-332, 2000.
- ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. Historical changes in the rio das Velhas fish fauna – Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 45, p. 587-602, 2005.
- BEAUMORD, A. C.; PETRERE, M. Fish communities of Manso River, Chapada dos Guimarães, MT, Brazil. **Acta Biologica Venezuelica**, Caracas, v. 152, p. 21-35, 1994.
- BLANCK, A.; TEDESCO, P. A.; LAMOUREUX, N. Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 843-859, 2007.
- BREDA, L.; OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 371-381, 2005.
- 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**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.
- CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A. Morphological patterns of fish and their relationships with reservoirs hydrodynamics. **Brasilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 125-134, 2006.
- DOUGLAS, M. E.; MATTHEWS, W. J. Does morphology predict ecology? Hypothesis testing within a freshwater fish assemblage. **Oikos**, Oxford, v. 65, p. 213-224, 1992.
- FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2001.
- GATZ JÚNIOR, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, Washington, v. 60, p. 711-718, 1979a.

- GATZ JÚNIOR, A. J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, New Orleans, v. 21, p. 91-124, 1979b.
- GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, Washington, v. 59, p. 507-515, 1978.
- GROSSMAN, G. D.; DE SOSTOA, A. Microhabitat use by fish in the lower Rio Matarraña, Spain, 1984-1987. **Ecology of Freshwater Fish**, Copenhagen, v. 3, p. 123-136, 1994.
- GROSSMAN, G. D.; RATAJCZAK JÚNIOR, R. E.; CRAWFORD, M.; FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.
- GUILL, J. M.; HOOD, C. S.; HEINS, D. C. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). **Ecology of Freshwater Fish**, Copenhagen, v. 12, p. 134-140, 2003.
- JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 58, p. 157-170, 2001.
- JOWETT, I. G.; RICHARDSON, J. Habitat preferences of common, riverine New Zealand native fishes and implications for flow management. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 29, p. 13-23, 1995.
- KATOPODIS, C. Developing a toolkit for fish passage, ecological flow management and fish habitat works. **Journal of Hydraulic Research**, Zurich, v. 43, n. 5, p. 451-467, 2005.
- LAMOUREUX, N.; CAPRA, H.; POUILLY, M.; SOUCHON, Y. Fish habitat preferences in large streams of southern France. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 673-687, 1999.
- LANGERHANS, R. B.; LAYMAN, C. A.; LANGERHANS, A.; DEWITT, T. J. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. **Biological Journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 80, p. 689-698, 2003.

LINDSEY, C. C. Form, function, and locomotory habits in fish. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. **Fish physiology**. New York: Academic, 1978. p. 1-88.

PERES-NETO, P. R. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO P. R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riachos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999. v. 6, p. 209-236. (Série Oecologia Brasiliensis).

POFF, N. L.; ALLAN, D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; SPARKS, R. E.; STROMBERG, J. C. The natural regime flow – a paradigm for river conservation and restoration. **BioScience**, Washington, v. 47, n. 11, p. 769-784, 1997.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; HUGHES, R. Restoration of the das Velhas River basin, Brazil: challenges and potential. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOHYDRAULICS, AQUATIC HABITATS: ANALYSIS & RESTORATION, 5., 2004, Madrid, Spain. **Proceedings...** Madrid: IAHR, 2004. v. 1, p. 589-594.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M. Local fish extinction in a small tropical lake in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 133-135, 2003.

ROSENFELD, J. Assessing the habitat requirements of stream fishes: an overview and evaluation of different approaches. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 132, p. 953-968, 2003.

VADAS JÚNIOR, R. L.; ORTH, D. J. Habitat use of fish communities in a Virginia stream system. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 59, p. 253-269, 2000.

WATSON, D. J.; BALON, E. Ecomorphological analysis of taxocenes in rainforest streams os horthern Borneo. **Journal of Fish Biology**, London, v. 25, p. 371-384, 1984.

WIKRAMANAYAKE, E. D. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. **Ecology**, Washington, v. 71, p. 1756-1764, 1990.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 61, p. 343-365, 1991.

CAPÍTULO 2

COMUNIDADES DE PEIXES DA BACIA DO RIO DAS VELHAS, SUDESTE DO BRASIL: COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E USO DO ESPAÇO FÍSICO E ECOMORFOLÓGICO

RESUMO

As comunidades de peixes de quatro rios em diferentes graus de preservação na bacia do rio das Velhas (Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas) foram comparadas em relação à ocupação do espaço físico e ecomorfológico. Os peixes foram coletados em um trecho de 500 m de cada rio, utilizando-se peneiras, arrastos e redes de emalhar. Os habitats amostrados foram caracterizados quanto à velocidade média da água, profundidade e substrato. Durante o período de estudo, foram capturados 4.067 indivíduos, pertencentes a 65 espécies, 13 famílias e 5 ordens. No rio Curimataí foi encontrada a maior riqueza de espécies (43), seguida pelos rios Pardo Grande (32), Cipó (29) e Velhas (26). O padrão de separação dos habitats amostrados em relação aos rios estudados, observado a partir do NMDS, ocorreu apenas do rio das Velhas em relação aos demais. Este trecho difere dos demais por apresentar maiores velocidades da água, vegetação marginal escassa e sinais de assoreamento. Quando consideradas as guildas de hábitat, não foi encontrado um padrão regional. A análise da função discriminante realizada a partir dos atributos ecomorfológicos indicou não haver diferença morfológica entre as comunidades dos quatro rios, sugerindo a existência de um padrão geral ecomorfológico para as diferentes comunidades de rios de mesmo porte dentro da bacia, independente do seu grau de preservação. Entretanto, este padrão é moldado por diferentes grupos taxonômicos em cada rio, refletindo a composição diferenciada de espécies. O padrão de distribuição das frequências de distâncias euclidianas entre pares de espécies foi similar entre rios e deve evidenciar a história de colonização e dispersão das espécies na bacia do rio das Velhas. Se a ocorrência de tipos morfológicos estiver intrinsecamente ligada à presença de habitats físicos, pode-se sugerir que o rio das Velhas oferece habitats suficientes para abrigar diferentes tipos morfológicos, mas não espécies, assim como um rio bem preservado dentro da bacia. Isso não significa que as condições físicas que ele apresenta não possam ser melhoradas por meio de medidas de manejo e planos de revitalização.

Palavras-chave: hipervolume morfológico; seleção de habitat; comunidade; habitat físico, ictiofauna.

*Orientador: Paulo dos Santos Pompeu

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the morphological space and habitat use of fish assemblages from four rivers in different conservation status in the rio das Velhas basin (Cipó, Curimataí, Pardo Grande and Velhas). Fishes were collected in a 500m stretch of each river with seines and kick nets during the day and with cast nets during the night. After seines and kick nets samplings, each habitat was characterized: water velocity, depth and substrate granulometry were measured. A total of 4067 specimens of 65 species, 13 families and 5 orders were captured. Rio Curimataí, the richest one, presented 42 species, followed by rio Pardo Grande (32), rio Cipó (29) and rio das Velhas (27). The segregation pattern of sampling points, observed from NMDS, occurred only of Velhas River compared to the others. Considering the habitat guilds, there was no regional pattern. The Discriminant Function Analysis did not show significative difference between the ecomorphological space of the four rivers. However, this pattern is produced by different taxonomic groups in each river, reflecting their different species composition. The similar distribution pattern of Euclidean distances between species pairs might reflect the colonization history and the species dispersion in the Velhas River basin. If the occurrence of morphological types depends on the presence of certain physical habitats, than we suggest that rio das Velhas owns sufficient habitats to support different morphological species such as well preserved rivers in the basin. However, its physical condition can be improved through management tools and revitalization plans.

Key words: morphological hypervolume; habitat selection; community; physical habitat, ichthyofauna.

*Master tutor: Paulo dos Santos Pompeu

1 INTRODUÇÃO

A organização de comunidades ecológicas e o papel de seus fatores estruturadores são bastante abordados na literatura. Discute-se, inclusive, se as comunidades são de fato reguladas por fatores bióticos e abióticos ou se são uma organização aleatória de espécies estruturadas por fatores estocásticos (Jackson et al., 2001). Para Krebs (1978), comunidades naturais são o produto da evolução e devem representar um grupo não aleatório de espécies interagindo entre si. Vários autores concordam com esta ideia e acrescentam que a competição deve ser o principal fator estruturador das comunidades (Gatz Júnior, 1979a; Watson & Balon, 1984; Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991).

Diversos aspectos do nicho ecológico de uma espécie podem ser inferidos a partir de caracteres morfológicos (Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991). A fauna de peixes neotropicais é altamente diversificada, morfológicamente e o formato corporal e a estrutura da boca são fortes evidências de que os peixes evoluíram para explorar habitats específicos (Lowe-McConnell, 1975). De fato, as espécies apresentam requerimentos específicos quanto ao hábitat que ocupam e a interação de aspectos biológicos e físicos deve influenciar fortemente sua permanência no ambiente e a composição final de uma comunidade (Lamouroux et al., 1999; Jackson et al., 2001).

A diversidade de espécies de peixes em um corpo d'água é correlacionada com a diversidade de habitats que este apresenta (Gorman & Karr, 1978). Substratos de tipos e tamanhos variados, e presença de áreas com diferentes velocidades e profundidades, como poços e corredeiras, são importantes componentes da complexidade estrutural dos habitats. E a interação entre esta complexidade e aspectos bióticos do meio também contribui para a

diversidade das comunidades aquáticas (Jackson et al., 2001). Habitats mais complexos oferecem áreas próprias para forrageamento, energeticamente favoráveis à manutenção do corpo e também refúgio contra predadores, sendo mais atrativas aos peixes (Neves & Monteiro, 2003).

No Brasil, grande parte dos ambientes aquáticos já foi alterada por atividades antrópicas (Tundisi & Barbosa, 1995) e, cada vez mais, a instalação de barragens, o desmatamento, a construção de estradas e o despejo de poluentes modificam as características físicas dos rios. Todas estas atividades levam à alteração e à perda de habitats, sendo esperada simplificação e homogeneização da morfologia do rio e perda de biodiversidade. Outros impactos também podem afetar os sistemas aquáticos, uma vez que a morfologia do rio influencia fortemente sua dinâmica de fluxo e a cobertura vegetal afeta diretamente a velocidade com que a água da chuva chega ao canal e também a quantidade de partículas que são carregadas para o leito (Jackson et al., 2001).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar as comunidades de peixes de quatro rios, em diferentes graus de preservação, na bacia do rio das Velhas, em relação à ocupação do espaço morfológico e ao uso de habitats, buscando testar as seguintes hipóteses: o mesmo tipo de hábitat em rios diferentes apresenta comunidade similar; a composição da fauna em determinado hábitat varia em função do curso d'água amostrado assim como em função de fatores locais (tipo de hábitat amostrado: corredeira, praia, banco de folhas ou raiz na margem) e, finalmente, rios com diferentes graus de preservação e diferentes características hidráulicas apresentam diferentes padrões de ocupação do espaço ecomorfológico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, está localizado na região central de Minas Gerais, zona de transição entre as vegetações de mata atlântica e cerrado. Possui grande relevância biológica, histórica e sócio-econômica. No século XIX, os peixes do rio das Velhas foram estudados pelo naturalistas Reinhardt e Lütken, constituindo um dos poucos registros da ictiofauna de uma bacia brasileira daquele período (Lütken, 2001). Atualmente, sua ictiofauna é formada por 115 espécies, número que deve crescer com a descrição de novas espécies já conhecidas para a bacia (Alves & Pompeu, 2005). Além disso, o rio das Velhas drena a maior região metropolitana da bacia do São Francisco e abastece diversos municípios mineiros (Alves & Pompeu, 2005).

A bacia de drenagem do rio das Velhas possui 761 km de extensão e compreende uma área de 27.867 km² (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 1983; Plano..., 1986). Logo no seu curso superior, a aproximadamente 100 km da nascente, o rio das Velhas recebe dejetos domésticos e industriais da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) que, ao longo dos anos, vêm contribuindo para sua poluição e assoreamento. A ocupação das margens, assim como o uso de sua água para abastecimento de várias cidades, também contribui para a sua degradação.

O trabalho de campo foi realizado em quatro rios da bacia do rio das Velhas (Figura 1). Os trechos foram escolhidos considerando-se aspectos geomorfológicos, porte e vazão, garantindo a comparabilidade entre eles. Os rios Cipó (18°41'7.1''S, 43°59'48.7''W; 576 m de altitude) (Figura 2), Curimataí (17°59'33.3''S, 44°10'48.2''W; 543 m de altitude) (Figura 3) e Pardo Grande (18°13'43.3''S, 44°13'3.1''W; 516 m de altitude) (Figura 4) são tributários da

margem direita do rio das Velhas. Embora diversos municípios estejam localizados próximos a seus cursos, estes rios ainda apresentam boas condições, em termos de preservação, sendo considerados trechos de referência dentro da bacia (Pompeu et al., 2005). Já o rio das Velhas (Figura 5), a montante da RMBH ($20^{\circ}06'01.44''S$, $43^{\circ}47'35.85''W$; 742 m de altitude), recebe esgoto doméstico do município de Itabirito e dejetos de minerações da região. Neste trecho, encontra-se bastante assoreado e a vegetação marginal é escassa ou, mesmo, ausente.

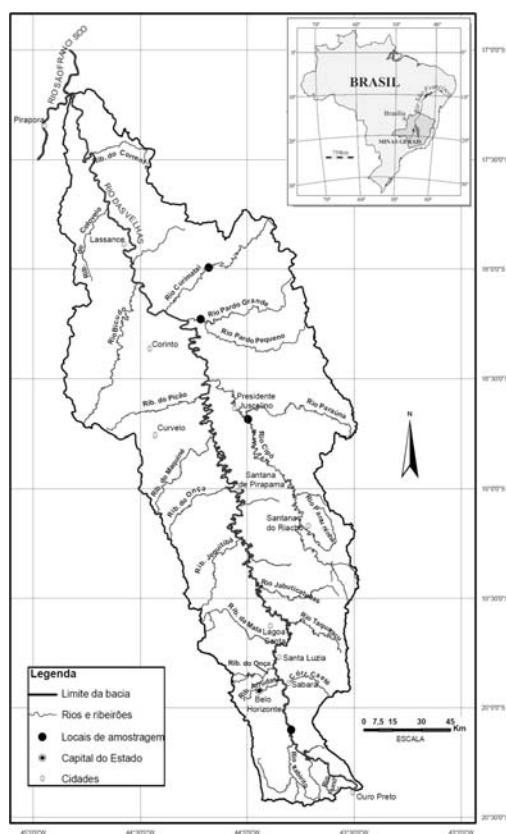


FIGURA 1 Mapa da bacia do rio das Velhas, com destaque para os locais de amostragem nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e Velhas, sudeste do Brasil.



FIGURA 2 Rio Cipó, próximo a Presidente Juscelino, MG.



FIGURA 3 Rio Curimataí, próximo a Augusto de Lima, MG.



FIGURA 4 Rio Pardo Grande, próximo a Santo Hipólito, MG.



FIGURA 5 Rio das Velhas, próximo a Rio Acima, MG, com destaque para a ilha de sedimento em decorrência do assoreamento de seu leito.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada durante dois dias de amostragem em cada rio, totalizando oito dias consecutivos em campo. A viagem ocorreu durante a estação seca, em setembro de 2007. Em um trecho de 500m de cada rio, foi amostrado o maior número possível de habitats, sendo estes definidos como unidades homogêneas distinguíveis visualmente a partir da combinação das características substrato, velocidade e profundidade (i.e. corredeira rasa de cascalho, praia de areia com profundidade intermediária, banco de folhas com baixa velocidade e profundidade, etc.). Cada hábitat foi classificado nas categorias corredeira, praia, raiz na margem e banco de folhas. Definido os limites de um hábitat, seguiram-se a coleta de peixes e a caracterização física do mesmo.

Durante o dia, os peixes foram capturados com rede de arrasto (6 m de comprimento, 5 mm de malha) e peneira de tela mosquiteiro (80 cm de diâmetro, 1 mm de malha). Os peixes também foram capturados com redes de emalhar colocadas ao amanhecer e retiradas na manhã seguinte. Em cada dia de amostragem, foram armados dois conjuntos de redes de 3 a 12 cm entre nós opostos. Esta amostragem com redes de emalhar só foi contemplada na lista de espécies e na análise ecomorfológica. Os exemplares coletados foram etiquetados e fixados em solução de formol 10%. Em laboratório, foram identificados taxonomicamente e, posteriormente, conservados em álcool 70° GL. Indivíduos do gênero *Hypostomus* menores que 15 cm foram mantidos no grupo *Hypostomus* spp., por serem de difícil identificação.

Para a caracterização física dos habitats, a área foi estimada em m². Profundidade e velocidade média da água foram medidas com o fluxímetro eletrônico Swoffer (modelo 2100), sendo a velocidade tomada a 60% da profundidade. Estes dois parâmetros foram divididos em seis classes cada, com intervalo fechado à esquerda e aberto à direita: 0-0,5 m/s; 0,5-1,0 m/s; 1,0-

1,5m/s; 1,5-2,0 m/s; 2,0-2,5 m/s; >2,5 m/s para velocidade e 0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm; 60-80 cm; 80-100 cm; >100 cm para profundidade. Uma amostra de substrato foi coletada para análises granulométricas em laboratório e o substrato dominante foi definido como o percentil 50 da proporção de cada granulometria, ordenada em um gradiente de tamanho. Foram consideradas as seguintes classes: silte+argila (<0,063 mm), areia (0,063 a 2 mm), cascalho (4 mm), seixo (>16 e <300 mm) e matacão (>300 mm) (Suguio, 1973). Além destas, foram consideradas mais duas classes de substrato: banco de folhas e raiz na margem.

As análises morfométricas foram realizadas com dez indivíduos de cada espécie registrada em cada rio, ou com o número disponível de exemplares. Para as espécies *Phalloceros uai* e *Poecilia reticulata*, foram medidas apenas fêmeas não grávidas, evitando-se diferenças referentes ao dimorfismo sexual das espécies. O grupo *Hypostomus* spp. não foi considerado nestas análises. Indivíduos menores que 15 cm foram medidos com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e indivíduos maiores, com régua (0,1 mm de precisão). Foram obtidas dezesseis medidas lineares (Figura 6) e cinco medidas de área de cada exemplar. Para cálculo das áreas, as nadadeiras e o corpo dos peixes foram sobrepostos em papel milimetrado, fazendo-se, em seguida, o desenho de seu contorno. Todas as medidas foram utilizadas nos cálculos das proporções, chamadas atributos ecomorfológicos. São elas:

1) **índice de compressão (IC)**: altura máxima do corpo, dividida pela largura máxima do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes lateralmente comprimidos, habitantes de locais com baixa velocidade da água (Watson & Balon, 1984);

2) **altura relativa (AR)**: altura máxima do corpo, dividida pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Inversamente relacionada à velocidade da água e diretamente relacionada à capacidade de desenvolver deslocamentos verticais (Gatz Júnior, 1979b);

3) **índice de achatamento ventral (IAV)**: altura máxima do corpo, dividida pela máxima altura média (distância do ventre até a linha que corta o corpo entre o focinho e o meio da cauda) (Gatz Júnior, 1979b). Baixos valores são típicos de peixes que vivem em águas com alta velocidade, possibilitando que mantenham sua posição sem realizar natação (Hora, 1930);

4) **posição relativa dos olhos (PRO)**: altura do olho (em seu ponto médio), dividida pela altura da cabeça (Watson & Balon, 1984). É indicativo da preferência de hábitat vertical (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores sugerem peixes bentônicos com olhos dorsalmente localizados (Watson & Balon, 1984);

5) **posição da boca (PB)**: ângulo formado pela tangente dos lábios superior e inferior, com a boca totalmente aberta e o plano perpendicular ao eixo longitudinal (Gatz Júnior, 1979b). Caracteriza-se como: superior = entre 10° e 80° ; terminal = 90° ; inferior = entre 100° e 170° e ventral = 180° (Freire & Agostinho, 2001). Os valores em graus foram convertidos para escala decimal sendo $1^{\circ} = 60$ (Casatti & Castro, 2006);

6) **comprimento relativo da cabeça (CRC)**: comprimento da cabeça dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente relacionado ao tamanho da presa, valores altos sugerem espécies predadoras de presas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

7) **comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPC)**: comprimento do pedúnculo caudal (distância entre o final da nadadeira anal e o início do caudal), dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Pedúnculos relativamente longos indicam peixes que habitam águas turbulentas e possuem boa habilidade para natação (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984);

8) **índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC)**: altura do pedúnculo caudal, dividida pela largura do pedúnculo caudal (Gatz Júnior, 1979b). É inversamente relacionado à amplitude dos movimentos natatórios;

altos valores indicam pedúnculos comprimidos, típico de nadadores menos ativos (Gatz Júnior, 1979b);

9) **razão aspecto nadadeira caudal (RANC)**: quadrado da altura da nadadeira caudal, dividido pela área da nadadeira caudal (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente proporcional à quantidade de natação que o peixe realiza (Gatz Júnior, 1979b);

10) **razão aspecto da nadadeira peitoral (RANPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadeiras longas e sugerem peixes com grande capacidade natatória (Watson & Balon, 1984);

11) **razão aspecto da nadadeira pélvica (RANPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores baixos são observados em peixes que usam as nadadeiras pélvicas para realizar frenagens e nadar para a frente e maiores valores, para aqueles que as usam para recuar e manter sua posição na coluna d'água (Gatz Júnior, 1979b);

12) **comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRNPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes habitantes de águas lentas e que realizam muitas manobras (Gatz Júnior, 1979b);

13) **comprimento relativo da nadadeira pélvica (CRNPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Relaciona-se à preferência de hábitat sendo mais longa em habitats rochosos e mais curta em espécies nectônicas (Gatz Júnior, 1979b);

14) **área relativa de nadadeira caudal (ARNC)**: área da nadadeira caudal, dividida pela área do corpo (Watson & Balon, 1984). Valores elevados indicam nadadeiras capazes de produzir impulsos rápidos, típicos da natação de muitos peixes bentônicos (Watson & Balon, 1984);

15) **área relativa da nadadeira peitoral (ARNPT)**: área da nadadeira peitoral, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadores lentos, que usam estas nadadeiras para executar manobras. Porém, peixes habitantes de águas rápidas que as usam como superfícies de deflexão da água, mantendo seu corpo junto ao substrato, também possuem altos valores (Watson & Balon, 1984);

16) **área relativa da nadadeira pélvica (ARNPL)**: área da nadadeira pélvica, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Peixes bentônicos apresentam áreas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

17) **área relativa da nadadeira dorsal (ARND)**: área da nadadeira dorsal, dividida pela área do corpo (Casatti & Castro, 2006). A nadadeira dorsal é responsável pela estabilidade do peixe, sendo esperado que dorsais com áreas pequenas sejam mais eficientes em águas com maior velocidade (Gosline, 1971).

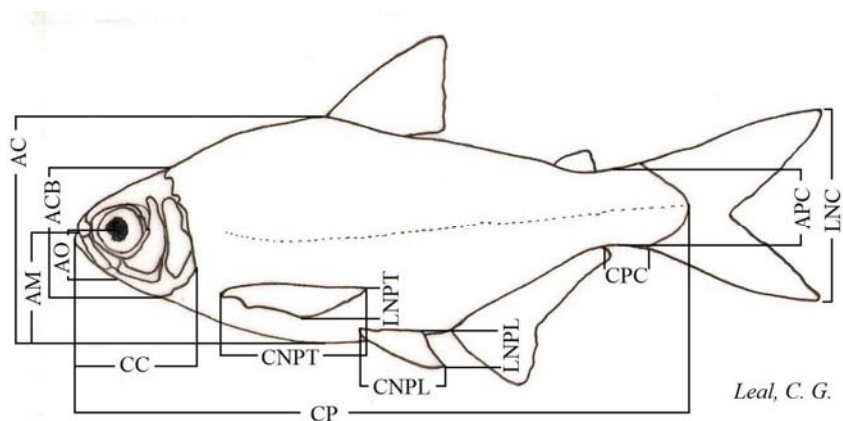


FIGURA 6 Treze das 16 medidas lineares obtidas de cada indivíduo para as análises ecomorfológicas dos peixes da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. As siglas estão explicadas abaixo.

2.3 Análise dos dados

Para a amostragem feita com peneira e rede de arrasto, calculou-se a densidade relativa de cada espécie em cada classe de velocidade, profundidade e substrato. Pelo programa Systat 12.0, foi utilizado o escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) com índice de distância de Bray-Curtis para ordenar os pontos de coleta em função da densidade das espécies. Nesta análise, não foram incluídas espécies registradas com apenas um indivíduo (*Brycon nattereri*, *Bryconops affinis*, *Moenkhausia santtaefilomenae*, *Parodon hilarii*, *Rhamdia quelen*, *Stegophilus insidiosus* e *Sternopygus macrurus*) assim como *Hypostomus* spp., por se tratar de um grupo de espécies. Para verificar a correlação das espécies com as dimensões do NMDS, foram calculadas correlações de Pearson entre cada uma das duas primeiras dimensões e as espécies. Em seguida, utilizou-se uma análise de similaridades (ANOSIM), a partir de uma matriz de distância de Bray-Curtis, para verificar diferenças significativas entre os grupos observados no NMDS. A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi realizada para avaliar a contribuição de cada espécie na separação dos grupos sugeridos pelo NMDS. As duas últimas análises foram feitas por meio do programa Primer 5.2 (Clarke & Gorley, 2001).

A distribuição das espécies no espaço ecomorfológico foi obtida a partir da análise dos componentes principais (PCA), que permite avaliar diversos atributos ecomorfológicos simultaneamente. Em seguida, foi aplicada uma análise da função discriminante (DFA) passo-a-passo *Backward*, com a configuração padrão do programa Statistica 6.0 (Statsoft, 2001). Este método é utilizado para determinar quais variáveis discriminam entre dois ou mais grupos que ocorrem naturalmente.

Para a comunidade de cada rio, foi construída uma matriz de distância euclidiana normalizada entre os pares de espécies, a partir dos atributos ecomorfológicos, de acordo com a seguinte fórmula:

$$D_{jk} = \left[\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2 \right]^{1/2}$$

em que: D_{jk} é a distância euclidiana entre as espécies j e k ; n é o número de atributos; x_{ij} e x_{ik} são os valores do atributo i para o par de espécies jk . No caso da distância normalizada, os dados são ajustados para a distribuição de Gauss, com média zero e desvio padrão um:

$$x'_{ik} = (x_{ik} - \bar{X}_k) / DP_k$$

sendo x_{ik} a média do atributo k para a espécie i ; \bar{X}_k a média para todos x_{ik} e DP_k , o desvio padrão para o atributo k . Em cada matriz de distâncias espelhada, identificou-se a distância de cada espécie ao vizinho mais próximo (VMP) ou seja, o menor valor de cada coluna. A média desses valores de VMP é um índice de dispersão das espécies no espaço ecomorfológico (Ricklefs et al., 1981). Calculou-se também a distância de cada espécie ao centróide de sua comunidade (DC). Para tal, a média de cada coluna é o centróide de cada espécie e a média dos centróides das espécies é o centróide da comunidade. A diferença entre estes valores é a distância de cada espécie ao centróide da comunidade (DC) e a média de DC (sendo o módulo dos valores) é uma estimativa do tamanho relativo do hipervolume morfológico ocupado pela comunidade (Winemiller, 1991). Diferenças das médias de DC e de VMP entre rios foram testadas por meio de ANOVA, pelo programa Statistica 6.0 (Statsoft, 2001).

3 RESULTADOS

No rio Cipó foram amostrados 12 habitats; no Pardo Grande, 21; no Curimataí, 22 e o rio das Velhas teve o maior número de habitats amostrados, 26. Já em relação à área total, a amostragem foi maior no rio Pardo Grande (595 m²), seguida pela dos rios das Velhas (289,5 m²), Curimataí (280,5 m²) e Cipó (233,75 m²). Dentre os habitats amostrados, a velocidade média da água variou entre 0 e 5,39 m/s, tendo, em todos os rios, os habitats se caracterizado, principalmente, por baixas velocidades (0,68 m/s±1,04). A profundidade foi de 3 a 170 cm, tendo o rio Cipó se caracterizado por ambientes predominantemente fundos e os demais rios, ambientes rasos ou de profundidade intermediária (Tabela 1). Quanto ao substrato, também houve diferença entre os rios. No rio das Velhas, foram amostrados, principalmente, sedimentos finos, como silte+argila e areia, enquanto o Curimataí destacou-se pela maior frequência de substratos rochosos, como cascalho, seixo e matacão. No rio Pardo Grande não foram encontrados ambientes com substrato matacão e banco de folhas, e, no Cipó, não foram registrados cascalho e silte+argila.

TABELA 1 Frequência relativa de área amostrada por classes de velocidade da água, profundidade e substrato nos rios Cipó (CP), Curimataí (CU), Pardo Grande (PG) e das Velhas (RV), bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

		CP	CU	PG	RV
Velocidade (m/s)	0 a 0,5	88,2	71,7	47,1	67,7
	0,5 a 1,0	0,0	6,4	47,1	10,5
	1,0 a 1,5	1,7	1,8	0,8	15,5
	1,5 a 2,0	0,0	0,0	5,0	0,0

...continua...

TABELA 1, Cont.

		CP	CU	PG	RV
Velocidade (m/s)	2,0 a 2,5	10,1	12,8	0,0	0,0
	> 2,5	0,0	7,3	0,0	6,2
Profundidade (cm)	0 a 20	7,7	22,3	17,8	15,5
	20 a 40	8,6	33,5	27,2	44,4
	40 a 60	4,9	40,6	51,6	33,9
	60 a 80	19,8	1,4	0,0	6,2
	80 a 100	5,1	2,1	1,7	0,0
	>100	53,9	0,0	1,7	0,0
Substrato	Silte+Argila	0,0	0,0	17,6	35,1
	Areia	32,1	12,8	29,1	22,6
	Cascalho	0,0	21,4	31,1	14,5
	Seixo	54,8	21,4	21,2	25,0
	Matacão	3,4	24,1	0,0	0,0
	Banco de folhas	1,7	18,9	0,0	2,8
	Raiz submersa	8,0	1,4	1,0	0,0

Foram capturados 4.067 indivíduos, pertencentes a 65 espécies, 13 famílias e 5 ordens (Tabela 2). Destes, 3.583 indivíduos foram capturados com peneira e arrasto e 484 foram registrados com redes de emalhar. No rio Curimataí, foi encontrada a maior riqueza de espécies (43), seguida pelos rios Pardo Grande (32), Cipó (29) e das Velhas (26). Nos rios Cipó, Curimataí e Pardo Grande, houve maior riqueza de espécies de Characiformes (58,6%, 52,4% e 74,2%, respectivamente) em relação aos Siluriformes (34,5%, 42,9% e 22,6%, respectivamente) e não foi registrada nenhuma espécie de Cyprinodontiformes. Já no rio das Velhas, foi encontrado padrão inverso, ou seja, maior proporção de Siluriformes (46,2%), quando comparado a Characiformes (34,6%) e registro de duas espécies de Cyprinodontiformes. Da mesma forma, apenas neste rio não foi registrada nenhuma espécie migradora:

Brycon nattereri, *Brycon orthotaenia*, *Leporinus reinhardti*, *Leporinus taeniatus*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus costatus* e *Salminus franciscanus*. Nota-se também que indivíduos das famílias Curimatidae e Prochilodontidae foram registrados apenas nos tributários. Apenas uma espécie, *Poecilia reticulata*, é exótica à bacia e teve ocorrência somente no rio das Velhas.

TABELA 2 Espécies registradas nos rios Cipó (CP), Curimataí (CU), Pardo Grande (PG) e das Velhas (RV), bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

Táxon	Rios				Amostragem	
	CP	CU	PG	RV	R	A/P
Ordem Characiformes						
Familia Curimatidae						
<i>Steindachnerina corumbae</i> Pavanelli & Britski 1999		x	x			x
<i>Steindachnerina elegans</i> (Steindachner 1875)		x	x			x
Familia Prochilodontidae						
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes 1850	x	x	x		x	
Familia Anostomidae						
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes 1849)	x				x	
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski 1987	x				x	
<i>Leporinus reinhardti</i> Lütken 1875	x	x	x		x	
<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken 1875	x	x	x		x	x
<i>Schizodon knerii</i> (Steindachner 1875)	x				x	
Familia Crenuchidae						
<i>Characidium fasciatum</i> Reinhardt 1867		x				x
<i>Characidium lagosantensum</i> Travassos 1947		x	x			x
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann 1909	x	x	x			x
Familia Characidae						
<i>Insertae sedis</i>						
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus 1758)		x	x	x	x	x
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier 1819)	x	x			x	x

...continua...

TABELA 2, Cont.

Táxon	Rios				Amostragem	
	CP	CU	PG	RV	R	A/P
<i>Astyanax scabripinnis</i> (Jenyns 1842)				x	x	x
<i>Astyanax</i> sp.	x	x	x	x		x
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann 1908	x	x	x			x
<i>Bryconops affinis</i> (Günther 1864)			x			x
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis 1911		x	x			x
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> (Steindachner 1907)			x			x
<i>Salminus franciscanus</i> Lima & Britski 2007	x	x	x			x
Subfamília Tetragonopterinae						
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt 1867	x	x	x	x		x
Subfamília Cheirodontinae						
<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann 1915)		x	x	x		x
<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken 1875)		x	x	x		x
Subfamília Glandulocaudinae						
<i>Planaltina</i> sp.	x	x	x	x		x
Subfamília Bryconinae						
<i>Brycon nattereri</i> Günther 1864		x			x	x
<i>Brycon orthotaenia</i> Günther 1864	x		x		x	
Subfamília Serrasalminae						
<i>Myleus micans</i> (Lütken 1875)			x			x
Família Acestrorhynchidae						
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken 1875)			x		x	
Família Erythrinidae						
<i>Hoplias intermedius</i> (Günther 1864)	x	x	x	x	x	x
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1794)		x			x	
Família Parodontidae						
<i>Apareiodon ibitiensis</i> Amaral Campos 1944	x			x		x
<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann 1907)	x		x			x
<i>Parodon hilarii</i> Reinhardt 1867		x				x

...continua...

TABELA 2, Cont.

Táxon	Rios				Amostragem	
	CP	CU	PG	RV	R	A/P
Ordem Siluriformes						
Familia Aspredinidae						
<i>Bunocephalus</i> sp.		x	x	x		x
Familia Trichomycteridae						
<i>Trichomycterus</i> sp.				x		x
<i>Trichomycterus</i> sp. 1				x		x
<i>Stegophilus insidiosus</i> Reinhardt 1859			x			x
Familia Loricariidae						
Subfamilia Hypoptopomatinae						
<i>Hisonotus</i> sp.		x	x			x
<i>Otocinclus xakriaba</i> Schaefer 1997	x		x			x
Subfamilia Loricariinae						
<i>Harttia</i> sp.				x		x
<i>Harttia longipinna</i> Langeani, Oyakawa & Montoya-Burgos 2001		x				x
<i>Rineloricaria</i> sp.	x	x		x		x
Subfamilia Hypostominae						
<i>Hypostomus alatus</i> Castelnau 1855	x	x			x	
<i>Hypostomus francisci</i> (Lütken 1874)	x	x		x	x	
<i>Hypostomus garmani</i> (Regan 1904)		x		x	x	x
<i>Hypostomus lima</i> (Lütken 1874)				x	x	
<i>Hypostomus macrops</i> (Eigenmann & Eigenmann 1888)	x	x			x	
<i>Hypostomus</i> sp.1	x	x			x	x
<i>Hypostomus</i> sp.2		x			x	
<i>Hypostomus</i> sp.3		x			x	
<i>Hypostomus</i> sp.4		x			x	
Grupo <i>Hypostomus</i> spp.	x	x	x	x		x
Familia Pseudopimelodidae						
<i>Cephalosilurus fowleri</i> Haseman 1911	x	x			x	

...continua...

TABELA 2, Cont.

Táxon	Rios				Amostragem	
	CP	CU	PG	RV	R	A/P
Família Heptapteridae						
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes 1959		x	x	x		x
<i>Imparfinis minutus</i> (Lütken 1874)		x	x	x		x
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824)				x		x
Família Pimelodidae						
<i>Bagropsis reinhardti</i> Lütken 1874		x			x	
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède 1803	x	x	x		x	
<i>Pimelodus pohli</i> Ribeiro & Lucena 2006	x	x			x	
Ordem Gymnotiformes						
Família Sternopygidae						
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes 1836)	x	x	x	x	x	x
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider 1801)		x			x	
Ordem Cyprinodontiformes						
Família Poeciliidae						
<i>Phalloceros uai</i> Lucinda 2008				x		x
<i>Poecilia reticulata</i> Peters 1859				x		x
Ordem Perciformes						
Família Cichlidae						
<i>Australoheros facetus</i> (Jenyns 1842)	x			x		x
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard 1824)				x	x	
Total	29	43	32	26	30	44

Os dois primeiros eixos obtidos pelo NMDS representaram 84,5% da variação (estresse = 0,155) da ordenação dos pontos de coleta. Quando categorizados por rio, houve diferença significativa entre os grupos de pontos ($p < 0,01$; R global = 0,201), sendo o rio das Velhas diferente de todos os demais tributários, principalmente na primeira dimensão (Figura 7A). As espécies mais correlacionadas à primeira dimensão da ordenação foram *Phalloceros uai* ($r = -0,47$), *Astyanax* sp. ($r = 0,37$), *Trichomycterus* sp. ($r = -0,36$) e *Serrapinnus*

heterodon ($r = 0,33$) e à segunda dimensão foram *Characidium lagsantensis* ($r = 0,56$), *Bryconamericus stramineus* ($r = -0,45$), *Serrapinnus piaba* ($0,38$) e *Hoplias intermedius* ($r = -0,31$). Entre os rios Cipó, Curimataí e Pardo Grande não houve separação dos pontos amostrados. Quando consideradas as guildas de hábitat, observou-se grande dispersão em todo espaço multidimensional, sem agrupamento de nenhuma guilda específica (Figura 7B).

Em escala local, comparando-se as guildas de hábitat corredeira e praia dentro de cada rio, houve diferença significativa para os rios Curimataí ($p < 0,01$; $R_{\text{global}} = 0,536$) e Cipó ($p = 0,04$; $R_{\text{global}} = 0,509$) em relação à composição e densidade relativas das espécies. No rio Cipó, *B. stramineus* contribuiu com 100% para a similaridade entre corredeiras e *H. intermedius* (55,4%) e *P. argentea* (25,9%) foram as mais importantes para a similaridade entre praias. No rio Curimataí, as espécies que mais contribuíram para a similaridade entre praias foram *Rineloricaria* sp. (54,8%), *Astyanax* sp. (15%) e *P. argentea* (11,7%). Entre corredeiras, a similaridade foi influenciada, principalmente, por *H. longipinna* (45,3%), *C. fasciatum* (25,2%) e *H. garmani* (14,3%).

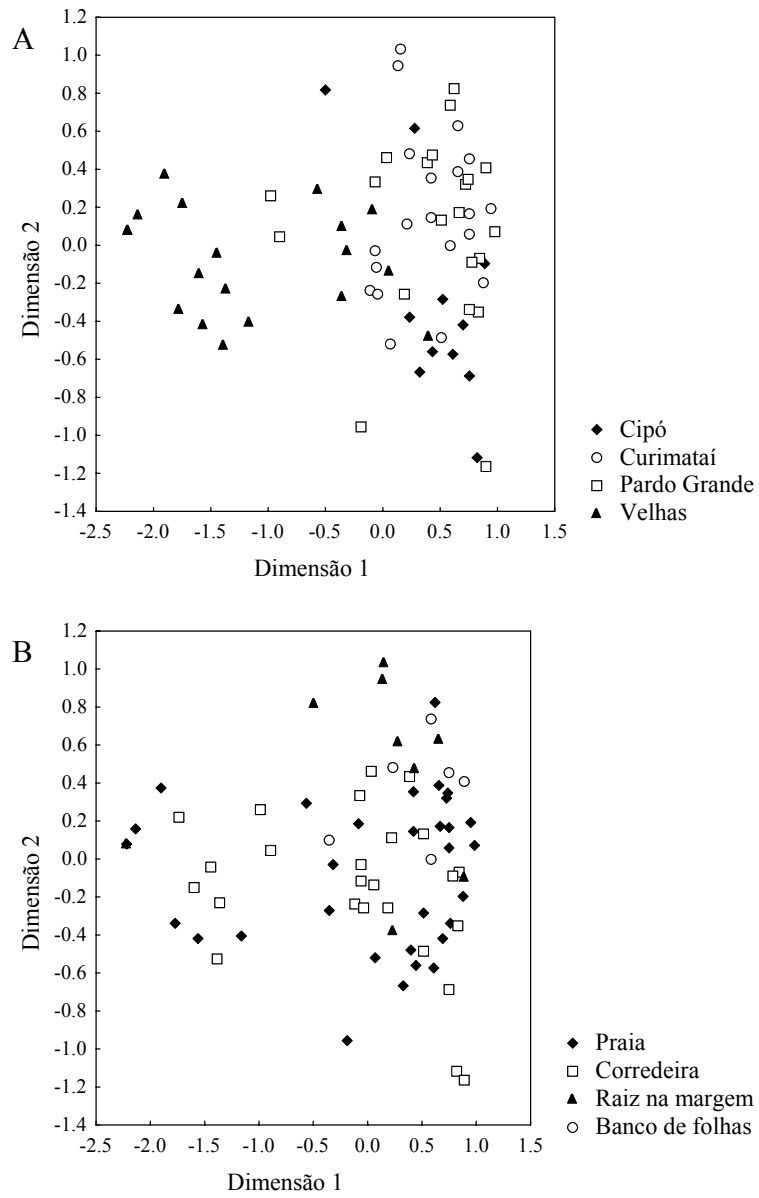


FIGURA 7 Padrão recuperado pelo NMDS para os pontos de coleta de peixes na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, categorizados por rio (A) e por guildas de hábitat (B).

As médias e os desvios padrões dos atributos ecomorfológicos de cada espécie considerada na análise dos componentes principais são apresentados no Anexo 1. Os dois primeiros componentes da análise explicaram 62,5% da variação dos dados. As contribuições das variáveis aos eixos do PCA (Tabela 3) mostram que o primeiro eixo foi influenciado negativamente pela área relativa da nadadeira pélvica, área relativa da nadadeira dorsal, área relativa da nadadeira caudal e comprimento relativo do pedúnculo caudal, e positivamente pelo índice de compressão. Os maiores escores deste eixo incluem espécies da ordem Gymnotiformes, que não possuem as nadadeiras pélvicas, dorsal e caudal (Figura 8). Por outro lado, os menores escores são das espécies de Hypostominae, que possuem corpo achatado dorso-ventralmente e, por isso, baixos valores de índice de compressão. O segundo eixo, responsável por 21,7% da variância encontrada, tem maior contribuição positiva dos atributos comprimento relativo da cabeça e altura relativa. Dessa forma, as espécies com maiores escores neste eixo são os representantes das ordens Characiformes, Cyprinodontiformes e Perciformes, que possuem corpo mais alto em relação às outras ordens.

TABELA 3 Contribuição dos atributos ecomorfológicos aos dois primeiros componentes da análise dos componentes principais, para as espécies de peixes dos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. Valores maiores que -0,3 e menores que 0,3 são apresentados apenas com sinal positivo ou negativo.

Atributos ecomorfológicos	PCA 1	PCA 2
Índice de compressão	0.80	0.35
Altura relativa	0.35	0.75

...continua...

TABELA 3, Cont.

Atributos ecomorfológicos	PCA 1	PCA 2
Índice de achatamento ventral	0.49	-
Posição relativa dos olhos	-0.71	-
Posição da boca	-0.79	+
Comprimento relativo da cabeça	+	0.80
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	-0.82	-
Índice de compressão do pedúnculo caudal	0.40	0.67
Razão aspecto da nadadeira caudal	0.00	0.60
Razão aspecto da nadadeira peitoral	0.30	0.38
Razão aspecto da nadadeira pélvica	+	0.66
Comprimento relativo da nadadeira peitoral	-0.74	0.52
Comprimento relativo da nadadeira pélvica	-0.66	0.62
Área relativa da nadadeira caudal	-0.87	0.31
Área relativa da nadadeira peitoral	-0.59	-0.32
Área relativa da nadadeira pélvica	-0.96	+
Área relativa da nadadeira dorsal	-0.92	+
Autovalor	6.93	3.69
Proporção da variação (%)	40.8	21.7
Variação cumulativa (%)	-	62.5

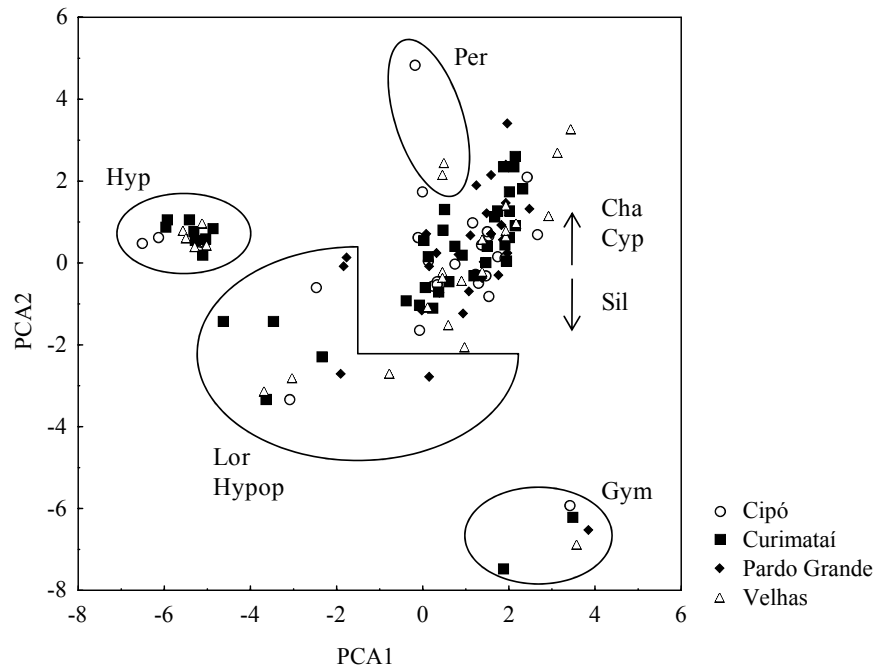


FIGURA 8 Projeção das espécies de peixes dos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas no espaço ecomorfológico, destacando-se a posição dos táxons Gymnotiformes (Gym), Loricariinae (Lor), Hypoptopomatinae (Hypop), Hypostominae (Hyp), Perciformes (Per), Characiformes (Cha), Cyprinodontiformes (Cyp) e Siluriformes, exceto Loricariidae (Sil).

A distribuição das espécies de cada rio nos dois primeiros eixos do espaço ecomorfológico mostra que estas ocupam áreas similares, com grande sobreposição das quatro comunidades (Figura 10). A análise da função discriminante mostrou não haver diferença significativa entre elas e nenhuma variável foi retida no modelo. No entanto, o espaço ocupado pelo rio Pardo Grande, nos dois primeiros eixos do PCA, é menor do que os demais, uma vez que neste rio não foram registradas espécies da subfamília Hypostominae.

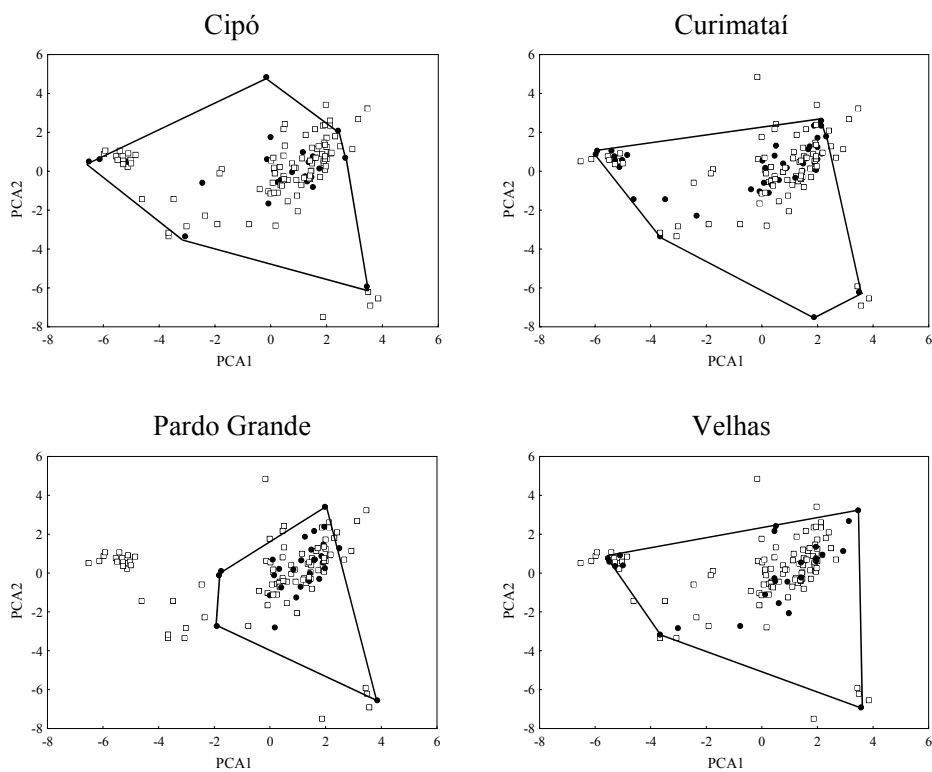


FIGURA 10 Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 17 atributos ecomorfológicos de peixes dos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. Espécies que compõem a comunidade do rio nomeado estão destacadas com círculo preenchido e as demais espécies aparecem como quadrado vazio.

Considerando as medidas de distância euclidiana entre pares de espécies, o rio Cipó ocupou o maior hipervolume morfológico, dada a sua maior média da distância ao centroide ($DC = 1,08$). Em seguida, os rios Pardo Grande (1,01), Curimataí (0,84) e Velhas (0,68), não tendo estas diferenças sido estatisticamente significativas. A dispersão das espécies (média de VMP) no espaço morfológico foi maior no rio Pardo Grande (2,88), seguido por Cipó

(2,46), Velhas (2,1) e Curimataí (2,0). Estes valores foram significativamente diferentes ($F(3,1) = 2,76$; $p = 0,04$), sendo o Curimataí diferente do Pardo Grande. A distribuição das frequências das distâncias euclidianas das quatro comunidades indicou que a maior parte dos pares de espécies possui distância entre 2,0 e 7,99, correspondente às classes 2, 3 e 4 (Figura 11). O padrão de distribuição dessas frequências foi mais similar entre os rios Cipó, Curimataí e Velhas, que tiveram as maiores frequências nas classes 2, 3 e 4. Para o Pardo Grande, as classes predominantes foram 2 e 3.

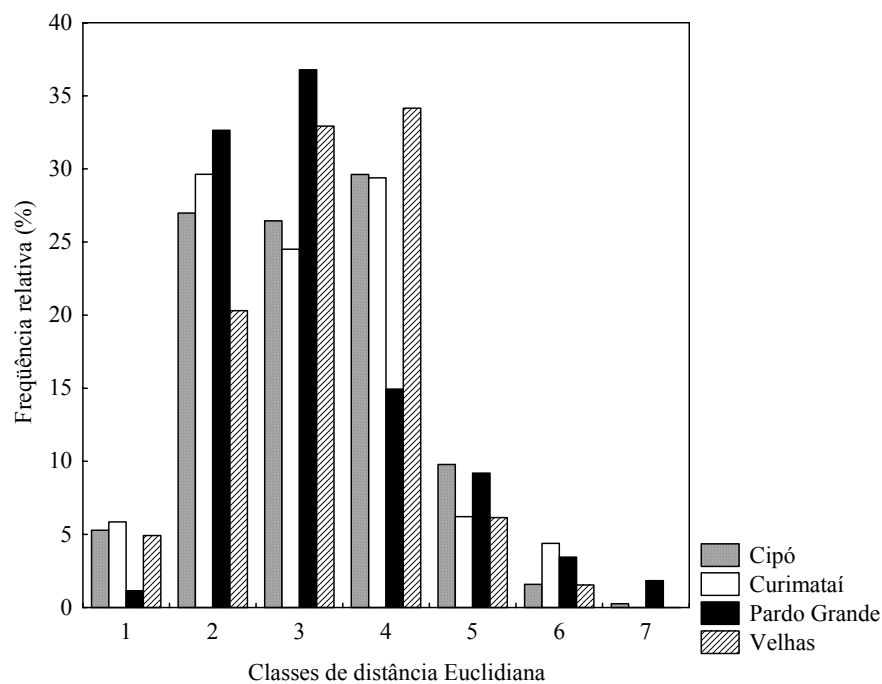


FIGURA 11 Distribuição de frequência das distâncias euclidianas entre as espécies de cada rio da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, dentro do espaço morfológico. As classes de distância são 1 = 0 – 1,99; 2 = 2,0 – 3,99; 3 = 4,0 – 5,99 e assim sucessivamente.

4 DISCUSSÃO

Embora nos quatro rios a primeira classe de velocidade da água tenha sido a mais frequente em amostragem, a caracterização hidráulica realizada por Santos et al. (2009) nos mesmos trechos de rios, mostrou que o rio das Velhas tem, em média, velocidade duas ou mais vezes maior que os tributários. Este mesmo estudo aponta ainda, que o trecho do rio Cipó é o mais lento e mais profundo, e que, tanto em profundidade quanto em velocidade, os rios Pardo Grande e Curimataí são semelhantes, sendo os mais rasos e com velocidade intermediária. Entretanto, os resultados do presente trabalho indicam que estes dois últimos diferem quanto ao substrato predominante, sendo no caso do Pardo Grande, areia e cascalho e, no Curimataí, matacão.

A composição, em tamanho do substrato predominante em um rio, é função da velocidade da correnteza, sendo possível prever, conhecendo as características da bacia, o tamanho do substrato esperado, bem como avaliar a influência de processos de assoreamento (Kaufmann et al., 2008). O rio das Velhas é o rio mais veloz e também o que tem maior declividade, entre os estudados, 0,13%, seguido pelo Curimataí (0,08%), Cipó (0,03%) e Pardo Grande (0,02%) (Santos et al., 2009). Entretanto, mesmo apresentando maior energia, ele possui a maior porcentagem de habitats com sedimento fino, o que pode ser consequência do processo de assoreamento deste rio, que tem inúmeras mineradoras em suas cabeceiras (Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - Fundep, 2000).

O padrão de separação dos pontos de coleta em relação aos rios estudados, observado a partir da NMDs, ocorreu apenas do rio das Velhas em relação aos demais. Os pontos amostrados nos rios Cipó, Curimataí e Pardo Grande encontram-se espalhados na mesma região do gráfico. Entre as espécies que mais contribuíram para a dispersão dos pontos na primeira dimensão,

Trichomycterus sp. e *P. uai* ocorreram apenas no rio das Velhas e, na segunda dimensão, *B. stramineus* e *C. lagsantensis* não foram registradas no Velhas. Estas diferenças na composição de espécies e a discriminação do rio das Velhas no espaço multidimensional podem ser devido à posição geográfica dos quatro rios na bacia. O trecho do rio das Velhas (742m de altitude) situa-se na parte superior da bacia e os demais tributários (aproximadamente 545m de altitude), em seu médio curso, o que reflete em aspectos locais diferentes. Em escala regional, fatores como clima, geologia e históricos biótico e biogeográfico têm papel importante em produzir diferentes comunidades de peixes em locais similares (Mahon, 1984; Jackson et al., 2001). No trecho estudado, o rio das Velhas recebe maior influência de corpos d'água de pequeno porte, fato reforçado pelo registro, apenas neste rio, das espécies *A. scabripinnis*, *Trichomycterus* sp. e *Trichomycterus* sp. 1, típicas de ambientes de cabeceira. Já os rios Cipó, Curimataí e Pardo Grande estão próximos a planícies de inundação e também do próprio rio das Velhas que, no médio curso, apresenta maior porte. Embora façam parte da mesma bacia, diferentes comunidades são esperadas para cada rio, uma vez que gradientes ambientais locais e interações intra e interespecíficas devem determinar quais das espécies potencialmente colonizadoras realmente farão parte da comunidade (Jackson et al., 2001).

O mau estado de conservação do rio das Velhas, quando comparado aos seus tributários, com sinais severos de assoreamento, poluição e ausência de vegetação ciliar, também pode ter influenciado o padrão encontrado. Apesar da escassez de dados biológicos das espécies, sobretudo de tolerância à poluição, que torna difícil avaliar e quantificar este efeito sobre a comunidade de peixes, alguns fatores apontam para a influência da degradação deste trecho da bacia na estruturação da comunidade de peixes do rio das Velhas. Ao contrário dos demais tributários avaliados, espécies migradoras não foram capturadas neste rio, o que pode ser atribuído à poluição de jusante, liberada pela região

metropolitana de Belo Horizonte, que funcionaria como uma barreira à colonização deste trecho da bacia (Pompeu et al., 2009). Espécies detritívoras, como Curimatidae e Prochilodontidae, que se alimentam de matéria orgânica em decomposição, também não foram registradas no rio das Velhas. O sedimento do rio deve ser pobre para estas espécies, uma vez que o aporte de matéria vegetal alóctone deve ser baixo, a partir de sua vegetação marginal escassa e formada, principalmente, por gramíneas e arbustos. Da mesma maneira, a ausência de Hypoptopomatinae, espécie fortemente associada a raízes submersas (Casatti & Castro, 1998), deve ser devido à degradação da mata ciliar, tipo de substrato que não foi encontrado no rio.

Quando consideradas as guildas de hábitat, não foi encontrado um padrão regional comum os quatro rios. Muitos peixes de água doce apresentam preferência por características dos micro-habitats, como velocidade da água, profundidade e substrato (Gorman & Karr, 1978; Lamouroux et al., 1999) e aspectos morfológicos e de história de vida das espécies determinam sua habilidade em lidar com as condições ambientais locais (Mahon, 1984; Blanck et al., 2007). Corredeiras e praias diferem principalmente em relação à velocidade da água e, em seguida, quanto ao substrato, que é geralmente composto por partículas finas nas praias e por partículas maiores nas corredeiras.

Localmente, houve diferença significativa entre corredeiras e praias apenas nos rios Cipó e Curimataí, evidenciando que este padrão não é comum a toda a bacia. Lamouroux et al. (1999) alertam que é difícil isolar os efeitos das condições físicas locais (velocidade, profundidade e substrato) dos efeitos em maior escala (qualidade da água e zoogeografia) sobre a densidade das espécies, podendo haver interações entre estas variáveis. Algumas das espécies indicadoras de similaridade entre praias ou entre corredeiras, como *B. stramineus*, *P. argentea*, *Rineloricaria* sp. e *C. fasciatum*, foram justamente

aquelas com forte preferência para um determinado tipo de hábitat (capítulo 2 desta dissertação).

A análise da função discriminante realizada a partir dos atributos morfológicos para as espécies registradas nos quatro rios indicou não haver diferença ecomorfológica entre as comunidades. Graficamente, as duas primeiras dimensões do PCA sugerem que o volume ocupado pelo rio Pardo Grande é menor do que o dos demais rios, devido à ausência de espécies da subfamília Hypostominae. Porém, estes gráficos são bidimensionais, enquanto os cálculos de hipervolume morfológico por meio das distâncias euclidianas, que são multidimensionais, mostram que as quatro comunidades não diferem estatisticamente.

Existe um padrão ecomorfológico comum às diferentes comunidades de rios de mesmo porte dentro da bacia, independente do seu grau de preservação. Entretanto, este padrão restringe-se à análise morfológica, pois a composição de espécies é diferente entre os rios, principalmente o das Velhas em relação ao tributários, como visto anteriormente a partir do NMDS e da composição de espécies. O padrão ecomorfológico encontrado, embora comum aos rios, parece ser moldado por diferentes grupos de espécies. No Cipó, rio mais profundo e mais lento, destaca-se a riqueza da família Anostomidae. Já no Pardo Grande, formado predominantemente por praias de areia, registraram-se várias espécies de Characidae de pequeno porte. No rio Curimataí, caracterizado por substrato rochoso e corredeiras, chama a atenção a riqueza dos Hypostominae, com o registro de nove espécies. Por fim, no rio das Velhas, o mais veloz dos quatro rios, houve predomínio dos Siluriformes.

O padrão de distribuição das frequências de distâncias euclidianas entre pares de espécies, similar entre rios, deve refletir a história de colonização e de dispersão das espécies na bacia do rio das Velhas. Ao contrário de outras bacias de mesmo porte no estado de Minas Gerais, o rio das Velhas não apresenta

barramentos artificiais em seu curso. Também não existem barreiras naturais na maior parte da bacia, salvo algumas grandes cachoeiras nas cabeceiras de alguns tributários. O rio Pardo Grande teve maior frequência de menores distâncias, diferente dos demais, provavelmente em função da ausência dos Hypostominae. Winemiller (1991) e Gatz Júnior (1979a) usaram a mesma metodologia de distâncias euclidianas para avaliar comunidades de peixes no espaço morfológico, porém, em maior escala geográfica, e chegaram a resultados que apontam que a organização das comunidades não é aleatória e, sim, influenciada por competição, o que também explicaria o mesmo padrão de distribuição das frequências entre comunidades distintas.

Esperava-se que o rio das Velhas, em consequência dos impactos que vem sofrendo ao longo dos últimos anos e que têm levado a seu assoreamento, apresentasse uma fauna de peixes simplificada, em termos de tipos morfológicos, como a ausência de formas corporais mais especializadas, como, por exemplo, o corpo deprimido dos cascudos. Sabendo-se que a morfologia corporal das espécies está relacionada ao uso de hábitat e ao desempenho de nicho (Gatz Júnior, 1979a), a alteração de habitats deve afetar diretamente a permanência dessas espécies (Cunico & Agostinho, 2006). Entretanto, dentro de um mesmo tipo morfológico, existem espécies tolerantes assim como espécies não tolerantes à poluição. As espécies tolerantes conseguem resistir e persistir no local ou substituem as não tolerantes e, dessa forma, a comunidade continua com o mesmo padrão de hipervolume ecomorfológico. Como resultado, temos que a composição de espécies difere, mas o espaço ecomorfológico não. Para Jackson et al. (2001), o fato de uma espécie ocupar ou não vários locais dentro de sua área potencial de distribuição é resultado da combinação de fatores históricos e biogeográficos e também aspectos contemporâneos em menor escala. A combinação desses fatores constituirá o grupo de espécies observado em cada comunidade.

Se a ocorrência de tipos morfológicos estiver intrinsecamente ligada à presença de habitats físicos, sugere-se que o rio das Velhas oferece habitats o suficiente para abrigar diferentes tipos morfológicos, mas não espécies, assim como um rio bem preservado dentro da bacia. Isso não significa que as condições físicas que ele apresenta não possam ser melhoradas por meio de medidas de manejo e planos de revitalização. Todos os tipos de substratos de origem mineral, exceto matacão, foram encontrados e amostrados no rio das Velhas. Porém, raiz na margem não foi encontrada e banco de folhas foi pouco registrada neste rio, que apresenta vegetação marginal escassa.

A importância dos substratos de origem vegetal, sobretudo troncos de madeira no leito do rio, foi salientada por Angermeier & Karr (1984) e Jackson et al. (2001). Estes substratos alteram localmente o fluxo e atraem peixes para estas áreas de menor demanda energética, além de serem bons locais para forrageamento, refúgio de predadores e servirem de substrato para invertebrados aquáticos e perifiton. Jackson et al. (2001) destacam, ainda, a importância de irregularidades do substrato, como rochas de diferentes tamanhos, para a complexidade de habitats. Rios assoreados tendem a ter seu substrato cada vez mais homogêneo e constituído somente por partículas finas. Esta complexidade estrutural do ambiente interage, ainda, com outras características bióticas e abióticas, finalmente contribuindo para a diversidade da comunidade (Jackson et al., 2001).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. Historical changes in the rio das Velhas fish fauna – Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 45, p. 587-602, 2005.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Relationships between woody debris and fish habitat in a small warmwater stream. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 113, p. 716-726, 1984.

BLANCK, A.; TEDESCO, P. A.; LAMOUREUX, N. Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 843-859, 2007.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. A fish community of the São Francisco River headwater riffles, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, Munchen, v. 9, p. 229-242, 1998.

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**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Primer v5**: user manual/tutorial. Plymouth, United Kingdom: PRIMER-E, 2001. 134 p.

CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A. Morphological patterns of fish and their relationships with reservoirs hydrodynamics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 125-134, 2006.

FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2001.

FUNDAÇÃO CENTRO TÉCNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158 p. (Série de Publicações Técnicas/SPT-010:1).

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA. **Integração homem natureza e seus efeitos na saúde**: uma intervenção interdisciplinar na bacia do rio das Velhas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/Projeto Manuelzão, 2000. 319 p.

GATZ JÚNIOR, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, Washington, v. 60, p. 711-718, 1979a.

GATZ JÚNIOR, A. J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, New Orleans, v. 21, p. 91-124, 1979b.

GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, Washington, v. 59, p. 507-515, 1978.

GOSLINE, W. A. **Functional morphology and classification of teleostean fishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1971. 208 p.

HORA, S. L. Ecology, bionomics and evolution of the torrential fauna, with special reference to the organs of attachment. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 28, p. 171-282, 1930.

JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 58, p. 157-170, 2001.

KAUFMANN, P. R.; FAUSTINI, J. M.; LARSEN, D. P.; SHIRAZI, M. A. A roughness-corrected index of relative bed stability for regional stream surveys. **Geomorphology**, Chicago, v. 99, p. 150-170, 2008.

KREBS, C. J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. 2. ed. New York: Harper and Row, 1978. 678 p.

LAMOUREUX, N.; CAPRA, H.; POUILLY, M.; SOUCHON, Y. Fish habitat preferences in large streams of southern France. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 673-687, 1999.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Fish communities in tropical freshwaters**. New York: Longman, 1975. 284 p.

LÜTKEN, C. F. Peixes do Rio das Velhas: uma contribuição para a ictiologia do Brasil. In: ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. (Ed.). **Peixes do Rio das Velhas: passado e presente**. Belo Horizonte: Segrac, 2001. p. 23-164.

MAHON, R. Divergent structure in fish taxocenes of north temperate stream. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 41, p. 330-350, 1984.

NEVES, F. M.; MONTEIRO, L. R. Body shape and size divergence among populations of *Poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, London, v. 63, p. 928-941, 2003.

PLANO Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco - PLANVASF. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 1986. 324 p.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 47, p. 11-22, 2005.

POMPEU, P. S.; SANTOS, H. A.; ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G.; CHAVES, C.; JUNQUEIRA, N. T. Rehabilitation of Velhas River for fish, Minas Gerais State, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOHYDRAULICS, 7., 2009, Concepción, Chile. **Anais...** Concepción: [s.n.], 2009. 1 CD-ROM.

RICKLEFS, R. E.; COCHRAN, D.; PIANKA, E. R. A morphological analysis of the structure of communities of lizards in desert habitats. **Ecology**, Washington, v. 62, n. 6, p. 1474-1483, 1981.

SANTOS, H. A.; POMPEU, P. S.; CHAVES, C.; CUNHA, S. F.; LEITE, M. M. Hydrodynamic and physical assessment for the four reaches in Velhas River basin, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOHYDRAULICS, 7., 2009, Concepción, Chile. **Anais...** Concepción: [s.n.], 2009. 1 CD-ROM.

STATISTICA SOFTWARE. **Statistica for Windows - computer program manual**. Tulsa: Statsoft, 2001.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP, 1973. 317 p.

TUNDISI, J. G.; BARBOSA, F. A. R. Conservation of aquatic ecosystems: present status and perspectives. In: TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências/Sociedade Brasileira de Limnologia, 1995. p. 365-371.

WATSON, D. J.; BALON, E. Ecomorphological analysis of taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, London, v. 25, p. 371-384, 1984.

WIKRAMANAYAKE, E. D. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. **Ecology**, Washington, v. 71, p. 1756-1764, 1990.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 61, p. 343-365, 1991.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Número de indivíduos (n), média (M) e desvio padrão (DP) dos atributos ecomorfológicos das espécies de peixes coletadas na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil (siglas dos atributos ecomorfológicos, consultar Material e Métodos).....	47

TABELA 1A Número de indivíduos (n), média (M) e desvio padrão (DP) dos atributos ecomorfológicos das espécies de peixes coletadas na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil (siglas dos atributos ecomorfológicos, consultar Material e Métodos).

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Cipo	<i>A. ibitiensis</i>	M	1.86	0.21	0.47	0.52	1.06	0.3	0.31	3.87	1.69	2.33	1.77	0.21	0.14	0.21	0.06	0.06	0.08
		DP	0.26	0.01	0.02	0.07	0.01	0.01	0.01	0.9	0.73	0.75	0.25	0.01	0	0.04	0.02	0	0.01
	<i>A. piracicabae</i>	M	1.46	0.21	0.49	0.62	0.97	0.26	0.16	2.42	1.57	1.73	1.34	0.22	0.17	0.23	0.11	0.1	0.08
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. fasciatus</i>	M	2.53	0.35	0.56	0.71	1.73	0.25	0.1	2.14	2.99	1.54	1.26	0.19	0.14	0.09	0.06	0.05	0.08
		DP	0.22	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0	0.08	0	0.07	0.12	0.01	0	0.13	0	0	0.02
	<i>Astyanax</i> sp.	M	2.44	0.3	0.53	0.55	1.62	0.31	0.11	2.7	2.4	2.98	2.44	0.2	0.16	0.14	0.04	0.03	0.06
		DP	0.19	0.01	0.03	0.06	0.12	0.01	0.02	0.36	0.76	0.37	0.94	0.02	0.01	0.06	0.01	0.01	0.02
	<i>B. orthotaenia</i>	M	2.34	0.34	0.49	0.47	1.71	0.21	0.1	2.6	2.51	1.37	1.43	0.19	0.16	0.13	0.05	0.04	0.06
		DP	0.25	0.02	0.02	0.04	0.11	0.05	0.01	0.17	0.27	0.21	0.26	0.01	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01
	<i>B. stramineus</i>	M	1.76	0.24	0.47	0.56	1.35	0.23	0.08	1.91	2.31	1.76	1.27	0.17	0.13	0.16	0.06	0.04	0.06
		DP	0.09	0.01	0.03	0.05	0.13	0.01	0.01	0.25	0.45	0.27	0.16	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	<i>C. zebra</i>	M	1.67	0.23	0.49	0.59	1.25	0.26	0.15	2.42	2.78	2	1.49	0.24	0.22	0.23	0.17	0.1	0.13
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Cipó	<i>A. facetus</i>	M	2.43	0.49	0.5	0.69	1.5	0.38	0.09	3.65	0.92	2.53	2.64	0.35	0.32	0.28	0.16	0.09	0.26
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>E. virescens</i>	M	2.04	0.13	0.43	0.39	0.97	0.12	0	0	0	1.53	0	0.07	0	0	0.03	0	0
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>H. intermedius</i>	M	1.42	0.22	0.49	0.69	1.61	0.31	0.13	2.47	1.36	1.52	1.33	0.16	0.17	0.21	0.08	0.08	0.12
		DP	0.12	0.01	0.06	0.02	0.08	0.01	0.01	0.16	0.15	0.12	0.14	0	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	<i>H. alatus</i>	M	0.73	0.19	0.43	0.75	2.91	0.23	0.34	1.62	2.26	1.52	1.67	0.32	0.28	0.49	0.21	0.23	0.67
		DP	0.04	0.01	0.04	0.04	0.09	0.01	0.01	0.21	0.46	0.12	0.17	0.02	0.01	0.07	0.02	0.02	0.06
	<i>H. francisci</i>	M	0.71	0.20	0.45	0.74	3.02	0.23	0.34	1.89	2.14	1.50	1.53	0.32	0.27	0.44	0.18	0.19	0.53
		DP	0.04	0.01	0.03	0.04	0.11	0.01	0.02	0.18	0.35	0.12	0.13	0.01	0.01	0.05	0.02	0.03	0.07
	<i>H. macrops</i>	M	0.67	0.20	0.47	0.77	2.88	0.24	0.31	1.99	1.78	1.52	1.61	0.33	0.26	0.46	0.21	0.19	0.55
		DP	0.04	0.01	0.06	0.04	0.10	0.01	0.01	0.17	0.40	0.07	0.24	0.01	0.01	0.07	0.02	0.03	0.08
	<i>Hypostomus</i> sp.1	M	0.72	0.20	0.42	0.79	3.02	0.23	0.32	1.74	1.88	1.53	1.42	0.32	0.27	0.55	0.23	0.25	0.73
		DP	0.04	0.01	0.04	0.06	0.11	0.01	0.01	0.13	0.30	0.17	0.30	0.01	0.02	0.05	0.05	0.03	0.11
	<i>L.vittatus</i>	M	1.61	0.24	0.51	0.49	1.19	0.26	0.16	1.77	2.33	1.77	1.4	0.16	0.15	0.18	0.07	0.06	0.09
DP		0.15	0.01	0.03	0.07	0.07	0.02	0.01	0.14	0.38	0.16	0.13	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	
<i>L. amblyrhynchus</i>	M	1.57	0.24	0.47	0.56	0.88	0.28	0.14	2.18	2.2	1.63	1.4	0.16	0.15	0.19	0.07	0.06	0.1	
	DP	0.09	0.01	0.03	0.03	0.07	0.02	0.01	0.18	0.34	0.17	0.15	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	
<i>L. reinhardti</i>	M	1.87	0.3	0.43	0.45	1.36	0.26	0.12	2.2	2.28	1.73	1.56	0.16	0.17	0.19	0.05	0.06	0.11	
	DP	0.07	0.01	0.05	0.05	0.21	0.01	0.01	0.11	0.49	0.16	0.09	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	
<i>L. taeniatus</i>	M	1.61	0.32	0.45	0.5	1.4	0.3	0.13	2.19	1.64	1.76	1.32	0.18	0.43	0.2	0.06	0.07	0.13	
	DP	0.06	0.18	0.04	0.06	0.14	0.15	0.08	0.62	0.99	0.19	0.13	0.1	0.1	0.04	0.01	0.01	0.06	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Rio Cipó	<i>O.xakriaba</i>	3	M	0.74	0.15	0.44	0.64	3.13	0.25	0.33	1.36	1.61	2.13	1.78	0.25	0.2	0.27	0.17	0.09	0.16
			DP	0.05	0.01	0.05	0.11	0.05	0.02	0.01	0.05	0.14	0.24	0.19	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03
	<i>P.argentea</i>	40	M	1.76	0.23	0.49	0.53	1.17	0.26	0.15	2.48	2.6	2.38	1.95	0.19	0.16	0.16	0.06	0.04	0.09
			DP	0.13	0.01	0.06	0.08	0.09	0.01	0.03	0.44	0.74	0.34	0.37	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
	<i>P. maculatus</i>	2	M	1.4	0.25	0.37	0.53	1.13	0.28	0.14	1.81	2.09	1.74	1.29	0.2	0.17	0.23	0.08	0.08	0.16
			DP	0.08	0	0.03	0.07	0	0.01	0.01	0.11	0.22	0.35	0.26	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
	<i>P. pohli</i>	5	M	1.32	0.2	0.48	0.54	0.95	0.24	0.16	2.06	2.45	1.58	1.41	0.18	0.18	0.23	0.07	0.08	0.18
			DP	0.09	0.02	0.04	0.06	0.11	0.01	0.02	0.3	0.44	0.26	0.15	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03
	<i>Planaltina</i> sp.	1	M	2.27	0.22	0.5	0.3	1.6	0.24	0.15	4.6	1.81	2.13	1.9	0.18	0.12	0.17	0.09	0.02	0.05
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. costatus</i>	2	M	2.26	0.32	0.46	0.5	1.04	0.26	0.11	2.76	2.37	1.51	1.35	0.2	0.19	0.2	0.06	0.05	0.11
			DP	0.16	0.01	0.02	0.04	0.01	0	0.01	0.15	0.45	0.02	0.06	0	0	0.01	0.01	0	0.01
	<i>P. fowleri</i>	1	M	0.72	0.18	0.53	1	1.6	0.34	0.08	1.82	1.23	1.37	1.21	0.14	0.14	0.17	0.07	0.08	0.05
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rineloricaria</i> sp.	1	M	0.5	0.08	0.41	0.76	0.73	0.17	0.53	0.56	1.26	1.56	1.75	0.17	0.15	0.21	0.22	0.19	0.24	
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>S. franciscanus</i>	5	M	2.04	0.26	0.51	0.62	1.6	0.29	0.11	2.11	2.27	1.35	1.29	0.17	0.13	0.19	0.05	0.03	0.06	
		DP	0.14	0.01	0.04	0.04	0.06	0	0.01	0.2	0.31	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0	
<i>S. knerii</i>	2	M	1.89	0.3	0.44	0.39	1.23	0.23	0.12	2.24	1.97	1.5	1.37	0.15	0.17	0.31	0.08	0.09	0.18	
		DP	0.14	0.01	0.02	0.11	0.12	0.01	0	0.19	0.03	0.41	0.06	0.01	0	0.15	0.03	0.04	0.11	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Curimataí	<i>A. bimaculatus</i>	M	2.65	0.38	0.51	0.55	1.54	0.3	0.09	3.67	2.39	2.39	1.91	0.23	0.2	0.17	0.06	0.04	0.09
		DP	0.07	0.01	0.03	0.06	0.22	0.02	0.01	0.94	0.38	0.29	0.1	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02
	<i>A. fasciatus</i>	M	2.81	0.36	0.48	0.53	1.67	0.25	0.13	2.7	2.77	2.03	1.19	0.19	0.14	0.15	0.06	0.04	0.07
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Astyanax</i> sp.	M	2.67	0.31	0.51	0.56	1.53	0.28	0.11	3.49	2.86	2.24	1.66	0.21	0.17	0.16	0.06	0.04	0.09
		DP	0.13	0.01	0.03	0.07	0.14	0.01	0.02	0.51	0.61	0.23	0.18	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
	<i>B. reinhardti</i>	M	1.34	0.2	0.66	0.74	0.9	0.29	0.16	1.9	1.9	1.37	1.32	0.18	0.17	0.23	0.09	0.1	0.22
		DP	0.56	0.01	0.28	0.04	0.02	0.01	0.01	0.29	0.5	0.17	0.07	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	<i>B. stramineus</i>	M	2.23	0.23	0.5	0.51	1.43	0.25	0.12	2.67	2.71	1.89	1.47	0.18	0.15	0.15	0.05	0.04	0.06
		DP	0.12	0.01	0.04	0.1	0.07	0.01	0.02	0.27	0.61	0.39	0.27	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
	<i>Bunocephalus</i> sp.	M	0.51	0.13	0.44	0.74	1.1	0.19	0.22	1.25	1.07	1.9	1.4	0.26	0.18	0.29	0.3	0.14	0.11
		DP	0.05	0.01	0.08	0.1	0.11	0.01	0.02	0.21	0.34	0.2	0.19	0.02	0.01	0.07	0.04	0.05	0.03
	<i>C. iheringi</i>	M	1.11	0.16	0.5	0.79	1.21	0.24	0.21	2.37	2.1	1.82	1.53	0.18	0.17	0.26	0.08	0.09	0.11
		DP	0.16	0.04	0.01	0.13	0.2	0.03	0.03	0.32	0.24	0.32	0.25	0.04	0.03	0.07	0.04	0.02	0.02
	<i>C. fasciatum</i>	M	1.48	0.2	0.52	0.63	1.35	0.25	0.17	3.72	1.79	1.88	1.67	0.25	0.24	0.19	0.13	0.09	0.12
		DP	0.08	0.01	0.05	0.05	0.13	0.01	0.01	0.53	0.25	0.18	0.24	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03
<i>C. lagsantensis</i>	M	1.81	0.22	0.53	0.59	1.47	0.28	0.16	3.88	1.91	2.15	1.84	0.25	0.24	0.18	0.12	0.08	0.13	
	DP	0.18	0.02	0.04	0.12	0.13	0.03	0.02	0.67	0.4	0.22	0.34	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	
<i>C. zebra</i>	M	1.62	0.21	0.53	0.57	1.37	0.25	0.17	3.68	1.7	2.09	1.9	0.24	0.23	0.19	0.1	0.07	0.14	
	DP	0.18	0.01	0.06	0.1	0.12	0.01	0.01	0.17	0.43	0.23	0.3	0.02	0.01	0.05	0.02	0.02	0.02	
<i>E. virescens</i>	M	2.31	0.13	0.63	0.53	1.19	0.12	0	0	0	2.09	0	0.09	0	0	0.86	0	0	
	DP	0.21	0.02	0.02	0.09	0.15	0.01	0	0	0	0.49	0	0	0	0	0.16	0	0	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n		Atributos ecomorfológicos																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Curimataí	<i>H. longipinna</i>	1	M	0.58	0.14	0.41	0.73	3.02	0.2	0.43	1.03	1.82	1.96	1.63	0.24	0.19	0.32	0.24	0.22	0.38
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Harttia</i> sp.	1	M	0.61	0.15	0.39	0.74	3.05	0.2	0.43	0.5	2.22	2.17	1.71	0.23	0.2	0.15	0.17	0.16	0.24
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>H. marginatus</i>	2	M	2.61	0.29	0.52	0.59	1.6	0.28	0.13	3.11	2.12	2.49	3.32	0.2	0.18	0.22	0.05	0.03	0.08
			DP	0.22	0.01	0.06	0.03	0.07	0.02	0.03	0.51	0.39	0.39	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0
	<i>H. intermedius</i>	1	M	1.54	0.22	0.44	0.52	1.53	0.29	0.16	2.08	1.6	1.54	1.34	0.16	0.16	0.19	0.06	0.08	0.12
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>H. malabaricus</i>	1	M	1.78	0.23	0.52	0.66	1.47	0.32	0.12	2.32	2.01	1.54	1.68	0.16	0.19	0.23	0.04	0.07	0.15
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>H. alatus</i>	1	M	0.72	0.18	0.43	0.69	3.07	0.25	0.35	1.71	3.00	2.01	1.63	0.30	0.28	0.44	0.19	0.22	0.73
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>H. francisci</i>	17	M	0.78	0.23	0.44	0.76	3.15	0.24	0.34	1.71	2.46	1.87	1.39	0.32	0.27	0.45	0.21	0.19	0.52
			DP	0.04	0.02	0.02	0.04	0.09	0.01	0.02	0.19	0.44	0.20	0.11	0.02	0.01	0.08	0.02	0.02	0.06
<i>H. macrops</i>	8	M	0.64	0.20	0.44	0.77	3.11	0.25	0.32	1.84	1.93	1.99	1.42	0.33	0.25	0.43	0.22	0.19	0.58	
		DP	0.03	0.01	0.01	0.03	0.08	0.01	0.01	0.21	0.32	0.10	0.15	0.01	0.01	0.18	0.02	0.03	0.05	
<i>Hypostomus</i> sp.1	10	M	0.74	0.22	0.45	0.77	3.15	0.24	0.32	1.85	2.11	1.80	1.49	0.32	0.28	0.52	0.22	0.22	0.73	
		DP	0.02	0.01	0.02	0.04	0.14	0.01	0.02	0.12	0.41	0.16	0.11	0.01	0.02	0.10	0.02	0.03	0.11	
<i>Hypostomus</i> sp.2	8	M	0.70	0.22	0.44	0.79	3.16	0.26	0.31	1.88	2.12	1.60	1.31	0.31	0.26	0.44	0.19	0.19	0.48	
		DP	0.03	0.01	0.03	0.03	0.11	0.01	0.01	0.10	0.28	0.16	0.10	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.06	
<i>Hypostomus</i> sp.3	8	M	0.60	0.18	0.48	0.79	2.97	0.27	0.30	1.73	2.15	1.72	1.25	0.31	0.25	0.40	0.24	0.23	0.52	
		DP	0.06	0.02	0.05	0.04	0.06	0.02	0.01	0.10	0.03	0.08	0.06	0.01	0.00	0.25	0.02	0.03	0.09	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Rio Curimataí	<i>I. minutus</i>	2	M	1.3	0.16	0.56	0.69	1.36	0.23	0.18	2.3	1.86	1.71	1.68	0.17	0.18	0.31	0.09	0.07	0.14
			DP	0.05	0.01	0.03	0.12	0.22	0.04	0.03	0.23	0.16	0.02	0.21	0	0	0.01	0.02	0.01	0.01
	<i>L. reinhardti</i>	3	M	1.8	0.29	0.46	0.48	1.28	0.27	0.13	2.17	2.51	2.06	1.32	0.16	0.17	0.19	0.04	0.06	0.1
			DP	0.04	0.02	0.01	0.03	0.11	0.01	0.02	0.1	0.08	0.56	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
	<i>L. taeniatus</i>	11	M	1.68	0.27	0.49	0.54	1.37	0.25	0.12	2.11	2.53	1.6	1.26	0.15	0.16	0.17	0.05	0.08	0.1
			DP	0.15	0.03	0.04	0.08	0.18	0.01	0.01	0.25	0.32	0.12	0.08	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
	<i>P. hilarii</i>	1	M	1.55	0.23	0.46	0.5	1.13	0.24	0.16	2.99	1.96	2	1.49	0.23	0.16	0.19	0.08	0.07	0.07
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. argentea</i>	40	M	1.91	0.23	0.52	0.54	1.21	0.27	0.15	2.85	2.69	2.48	2.09	0.2	0.17	0.17	0.07	0.04	0.09
			DP	0.14	0.01	0.04	0.09	0.06	0.01	0.02	0.41	0.72	0.5	0.46	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
	<i>P. maculatus</i>	1	M	1.25	0.23	0.5	0.71	1.17	0.29	0.13	1.61	3.14	1.4	1.73	0.2	0.18	0.19	0.05	0.08	0.17
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. pohli</i>	2	M	1.3	0.19	0.52	0.61	1.02	0.26	0.17	1.96	2.21	1.81	1.53	0.17	0.17	0.25	0.1	0.09	0.25
			DP	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0	0	0.02	0.42	0.39	0.12	0.02	0	0.06	0.01	0.03	0
<i>Planaltina</i> sp.	10	M	2.32	0.23	0.55	0.53	1.63	0.25	0.08	2.95	2.06	2.19	1.92	0.2	0.16	0.17	0.08	0.05	0.06	
		DP	0.08	0.01	0.03	0.1	0.07	0	0.01	0.3	0.35	0.17	0.39	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
<i>P. costatus</i>	2	M	2.2	0.32	0.42	0.46	0.89	0.28	0.11	2.35	3.1	1.87	1.56	0.19	0.18	0.17	0.06	0.06	0.1	
		DP	0.11	0.01	0.01	0.01	0.15	0.01	0.01	0.06	0.73	0.25	0.02	0	0.01	0.03	0	0.01	0.01	
<i>P. fowleri</i>	1	M	0.7	0.18	0.5	0.74	1.58	0.32	0.14	2.2	1.24	1.93	1.71	0.15	0.16	0.16	0.07	0.07	0.07	
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rineloricaria</i> sp.	1	M	0.58	0.08	0.35	0.7	3.08	0.17	0.52	0.46	1.31	1.43	1.79	0.16	0.14	0.2	0.26	0.12	0.26	
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n		Atributos ecomorfológicos																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Curimatai	<i>S. franciscanus</i>	3	M	2.12	0.27	0.47	0.66	1.62	0.28	0.11	2.2	2.45	1.77	1.46	0.17	0.13	0.17	0.05	0.04	0.07
			DP	0.02	0.01	0.02	0.02	0.07	0.01	0.01	0.2	0.17	0.13	0.11	0	0	0.01	0	0	0.01
	<i>S. heterodon</i>	10	M	2.46	0.28	0.47	0.43	1.57	0.25	0.13	2.94	2.34	2.49	1.88	0.19	0.18	0.17	0.06	0.05	0.08
			DP	0.15	0.02	0.05	0.09	0.11	0.01	0.02	0.19	0.58	0.23	0.29	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02
	<i>S. piaba</i>	7	M	2.42	0.33	0.48	0.52	1.5	0.27	0.1	4.21	1.94	2.55	1.83	0.19	0.2	0.17	0.06	0.05	0.09
			DP	0.21	0.02	0.03	0.08	0.17	0.01	0.02	0.76	0.86	0.44	0.29	0.01	0.01	0.09	0.04	0.02	0.03
<i>S. corumbae</i>	2	M	1.98	0.27	0.49	0.48	0.99	0.27	0.13	3.35	2.47	2.87	2.51	0.16	0.19	0.14	0.04	0.05	0.08	
		DP	0.05	0	0.02	0.05	0.01	0	0.02	0.56	0.49	0.66	0.25	0	0.01	0.03	0.01	0	0.02	
<i>S. elegans</i>	3	M	1.98	0.27	0.53	0.54	0.87	0.27	0.12	3.03	1.81	2.3	1.8	0.15	0.19	0.2	0.04	0.06	0.06	
		DP	0.06	0	0.02	0.03	0.18	0	0.01	0.35	0.28	0.22	0.05	0	0	0.03	0	0.01	0.02	
<i>S. macrurus</i>	1	M	2.11	0.09	0.53	0.57	1.05	0.13	0	0	2.12	0	0.06	0	0	0.03	0	0		
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rio Pardo Grande	<i>A. lacustris</i>	1	M	1.81	0.22	0.5	0.57	1.55	0.27	0.08	1.6	2.66	1.35	1.25	0.16	0.14	0.21	0.06	0.06	0.08
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. piracicabae</i>	4	M	1.55	0.23	0.49	0.49	0.98	0.25	0.15	2.78	2.28	1.8	1.39	0.23	0.18	0.2	0.1	0.07	0.09
			DP	0.13	0.01	0.08	0.01	0.08	0.01	0.01	0.3	0.35	0.16	0.05	0.01	0	0.03	0.02	0.02	0
	<i>A. bimaculatus</i>	1	M	3.03	0.38	0.61	0.53	1.45	0.29	0.13	3.29	1.72	1.95	1.49	0.2	0.16	0.22	0.05	0.05	0.08
DP			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Astyanax</i> sp.	40	M	2.56	0.3	0.53	0.55	1.51	0.27	0.1	3.19	2.99	2.15	1.6	0.21	0.17	0.17	0.06	0.04	0.09	
		DP	0.15	0.01	0.04	0.06	0.16	0.01	0.01	0.39	0.9	0.18	0.13	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	
<i>B. orthotaenia</i>	6	M	2.59	0.32	0.48	0.52	1.53	0.25	0.11	2.38	2.6	1.6	1.55	0.18	0.16	0.16	0.06	0.05	0.07	
		DP	0.07	0.01	0.02	0.03	0.1	0.01	0.01	0.66	0.03	0.15	0.23	0.01	0.02	0.08	0.01	0.01	0.01	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n		Atributos ecomorfológicos																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio Pardo Grande	<i>B. stramineus</i>	10	M	1.7	0.22	0.46	0.58	1.33	0.24	0.12	2.25	2.02	2.05	1.78	0.18	0.14	0.14	0.06	0.04	0.07
			DP	0.07	0.01	0.06	0.08	0.09	0.01	0.01	0.24	0.77	0.2	0.26	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
	<i>B. affinis</i>	1	M	2.3	0.25	0.48	0.6	1.2	0.26	0.16	2.74	1.98	2.42	0.92	0.19	0.08	0.23	0.06	0.04	0.05
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Bunocephalus</i> sp.	6	M	0.48	0.13	0.58	0.76	1.15	0.2	0.23	1.57	0.83	1.53	1.21	0.25	0.19	0.29	0.26	0.13	0.1
			DP	0.04	0.01	0.05	0.06	0.12	0.03	0.02	0.31	0.24	0.18	0.12	0.02	0.02	0.08	0.02	0.03	0.01
	<i>C. iheringi</i>	2	M	1.12	0.14	0.58	0.63	1.2	0.23	0.21	3.38	2.73	1.39	1.31	0.13	0.15	0.2	0.07	0.06	0.07
			DP	0.28	0.04	0.04	0.01	0.19	0.03	0.03	0.7	1.01	0.15	0.2	0.03	0.03	0.09	0.02	0	0.02
	<i>C. lagoonensis</i>	10	M	1.61	0.2	0.55	0.57	1.12	0.26	0.17	3.67	1.44	1.98	1.91	0.26	0.23	0.23	0.15	0.11	0.13
			DP	0.1	0.01	0.04	0.07	0.18	0.01	0.01	0.35	0.37	0.25	0.26	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02
	<i>C. zebra</i>	8	M	1.48	0.2	0.51	0.49	1.06	0.25	0.15	2.97	2.11	1.83	1.53	0.24	0.21	0.17	0.13	0.11	0.13
			DP	0.08	0.01	0.03	0.06	0.23	0.01	0.06	0.4	0.58	0.21	0.23	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
	<i>E. virescens</i>	2	M	2.31	0.14	0.71	0.56	1.44	0.1	0	0	0	1.77	0	0.07	0	0	0.04	0	0
			DP	0.15	0	0.02	0.08	0.04	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.01	0	0
	<i>H. marginatus</i>	10	M	2.52	0.28	0.49	0.51	1.6	0.28	0.11	2.4	2.27	2.63	2.88	0.23	0.2	0.18	0.07	0.05	0.1
DP			0.24	0.01	0.05	0.09	0.08	0.01	0.02	0.49	0.57	0.43	0.47	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.04	
<i>Hisonotus</i> sp.	8	M	0.83	0.17	0.42	0.59	3.19	0.25	0.31	1.84	1.78	2.18	2.14	0.24	0.24	0.19	0.13	0.08	0.12	
		DP	0.04	0.01	0.06	0.02	0.07	0.02	0.02	0.31	0.81	0.34	0.55	0.01	0.02	0.05	0.05	0.04	0.06	
<i>H. intermedius</i>	2	M	1.36	0.21	0.49	0.63	1.54	0.3	0.13	2.55	1.33	1.58	1.81	0.18	0.18	0.26	0.1	0.09	0.14	
		DP	0.1	0.01	0.01	0.05	0.06	0.01	0.01	0.62	0.21	0.16	0.44	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	
<i>I. minutus</i>	5	M	1.04	0.14	0.56	0.69	1.17	0.22	0.22	2.28	1.3	2.32	1.85	0.2	0.17	0.2	0.1	0.09	0.13	
		DP	0.12	0.02	0.04	0.09	0.07	0.01	0.02	0.21	0.59	0.74	0.33	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.03	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Rio Pardo Grande	<i>L. reinhardti</i>	1	M	1.95	0.27	0.45	0.57	1.28	0.28	0.14	2.2	2.48	2.23	1.56	0.16	0.16	0.2	0.04	0.08	0.12
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>L. taeniatus</i>	3	M	1.69	0.25	0.47	0.5	1.21	0.25	0.11	1.94	3.08	1.5	1.26	0.15	0.15	0.12	0.05	0.08	0.12
			DP	0.02	0.01	0.04	0.04	0.15	0.01	0.01	0.07	0.58	0.14	0.03	0.01	0.01	0.11	0.01	0.01	0.01
	<i>M. sanctaefilomenae</i>	1	M	2.85	0.41	0.53	0.57	1.57	0.32	0.11	3.58	1.27	2.6	1.62	0.25	0.17	0.24	0.06	0.05	0.11
			DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>O. xakriaba</i>	11	M	0.7	0.14	0.43	0.56	3.07	0.26	0.31	1.5	1.71	2.6	1.94	0.26	0.2	0.2	0.14	0.09	0.16
			DP	0.05	0.01	0.04	0.05	0.08	0.01	0.02	0.17	0.47	0.53	0.39	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02	0.03
	<i>P. argentea</i>	40	M	1.92	0.24	0.47	0.55	1.18	0.27	0.14	2.51	3.02	2.18	1.77	0.19	0.15	0.15	0.07	0.04	0.09
			DP	0.14	0.01	0.03	0.09	0.11	0.01	0.01	0.34	0.85	0.33	0.26	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
	<i>P. maculatus</i>	2	M	1.28	0.23	0.42	0.68	1.01	0.28	0.15	1.71	1.67	1.33	1.55	0.18	0.17	0.1	0.07	0.07	0.12
			DP	0.07	0.01	0.03	0.06	0.13	0	0.01	0.13	0	0.06	0.11	0.01	0.01	0.15	0.02	0	0.04
	<i>Planaltina</i> sp.	10	M	2.23	0.25	0.55	0.48	1.58	0.25	0.11	2.64	1.88	2.24	1.71	0.21	0.14	0.17	0.07	0.04	0.06
			DP	0.18	0.01	0.06	0.07	0.09	0.01	0.02	0.4	0.41	0.28	0.23	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01
	<i>P. costatus</i>	3	M	2.15	0.35	0.43	0.44	0.99	0.27	0.12	2.42	2.58	1.39	1.29	0.18	0.19	0.11	0.07	0.07	0.12
			DP	0.02	0.01	0	0.01	0.1	0.01	0.01	0.14	0	0.29	0.07	0.01	0.01	0.19	0.03	0.04	0.04
<i>S. franciscanus</i>	5	M	2.01	0.25	0.49	0.66	1.57	0.28	0.12	2.28	2.82	1.71	1.52	0.17	0.13	0.14	0.06	0.05	0.07	
		DP	0.08	0.01	0.02	0.03	0.05	0.01	0.01	0.27	0.33	0.11	0.15	0	0	0.08	0	0	0.01	
<i>S. heterodon</i>	10	M	2.19	0.25	0.49	0.49	1.48	0.25	0.12	2.63	2.54	2.64	1.76	0.2	0.17	0.18	0.05	0.04	0.07	
		DP	0.14	0.01	0.06	0.07	0.09	0.01	0.01	0.24	0.48	0.34	0.17	0.01	0.01	0.03	0.01	0	0.01	
<i>S. piaba</i>	10	M	2.38	0.33	0.47	0.49	1.59	0.28	0.1	2.94	2.91	2.72	1.87	0.21	0.19	0.15	0.05	0.05	0.09	
		DP	0.14	0.01	0.04	0.11	0.07	0.01	0.01	0.37	0.46	0.38	0.31	0.01	0.01	0.06	0.01	0.02	0.02	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio P. Grande	<i>S. insidiosus</i>	M	0.72	0.09	0.39	0.89	3.03	0.15	0.12	2.45	1.2	2.46	1.93	0.12	0.08	0.05	0.05	0.03	0.03
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>S. corumbae</i>	M	2.1	0.27	0.49	0.61	1.16	0.27	0.13	2.8	2.04	2.89	1.82	0.17	0.2	0.21	0.05	0.07	0.09
		DP	0.14	0.01	0.03	0.05	0.17	0.01	0.01	0.15	0.54	0.54	0.15	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	<i>S. elegans</i>	M	1.74	0.3	0.47	0.5	1.16	0.32	0.15	2.79	1.53	2.69	2.05	0.2	0.23	0.21	0.06	0.07	0.1
		DP	0.06	0.05	0	0.02	0.11	0.06	0.01	0.35	0.23	0.28	0.08	0.01	0.03	0.02	0	0.01	0.01
Rio das Velhas	<i>A. ibitiensis</i>	M	1.82	0.18	0.55	0.56	0.83	0.25	0.18	3.38	2.06	2.69	2.24	0.22	0.17	0.12	0.08	0.03	0.04
		DP	0.15	0.01	0.02	0.04	0.12	0.02	0.02	0.74	1.1	0.89	0.39	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01
	<i>A. bimaculatus</i>	M	2.53	0.41	0.52	0.57	1.72	0.26	0.08	2.7	2.99	2.01	1.27	0.21	0.17	0.15	0.06	0.05	0.08
		DP	0.41	0.04	0	0.07	0.07	0.01	0.01	0.33	0.12	0.26	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0.01
	<i>A. scabripinnis</i>	M	2.49	0.34	0.51	0.51	1.36	0.28	0.13	3.41	1.52	1.63	1.47	0.18	0.17	0.2	0.07	0.04	0.09
		DP	0.32	0	0.01	0.06	0.17	0.01	0.01	0.31	0.27	0.14	0.3	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01
	<i>Bunocephalus</i> sp.	M	0.52	0.12	0.49	0.79	0.92	0.17	0.23	1.75	1.02	2.56	1.29	0.23	0.13	0.2	0.19	0.09	0.07
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>C. iheringi</i>	M	1.14	0.15	0.41	0.52	1.1	0.24	0.2	3.54	2.39	1.88	1.58	0.18	0.15	0.17	0.12	0.1	0.09
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. facetus</i>	M	1.96	0.45	0.42	0.62	1.23	0.34	0.14	1.82	1.46	1.47	2.49	0.25	0.27	0.13	0.1	0.06	0.11
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>E. virescens</i>	M	1.98	0.11	0.66	0.58	1.23	0.09	0	0	0	1.57	0	0.06	0	0	0.03	0	0
		DP	0	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0	0	0	0.17	0	0.01	0	0	0.02	0	0
<i>G. brasiliensis</i>	M	2.17	0.43	0.47	0.64	1.2	0.33	0.12	2.09	1.58	1.41	1.98	0.25	0.25	0.24	0.09	0.05	0.18	
	DP	0.13	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.22	0.08	0.06	0.2	0.01	0	0.01	0.02	0.03	0.02	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Rio das Velhas	<i>Harttia</i> sp.	2	M	0.43	0.1	0.56	0.85	1.56	0.2	0.42	0.52	0.94	1.73	1.82	0.21	0.19	0.21	0.19	0.17	0.27
			DP	0.01	0	0.15	0.01	2.2	0.01	0.02	0.06	0	0.06	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0
	<i>H. intermedius</i>	3	M	1.35	0.24	0.5	0.64	1.62	0.3	0.14	2.2	1.63	1.44	1.46	0.17	0.17	0.2	0.07	0.08	0.09
			DP	0.07	0.02	0.03	0.04	0.06	0.01	0.02	0.22	0.14	0.08	0.23	0	0	0.02	0.01	0	0.01
	<i>H. francisci</i>	22	M	0.79	0.22	0.43	0.74	3.15	0.23	0.33	1.62	2.14	1.93	1.42	0.31	0.27	0.44	0.21	0.22	0.61
			DP	0.04	0.01	0.04	0.02	1	0.01	0.01	0.09	0.32	0.07	0.15	0.02	0.01	0.05	0.03	0.06	0.1
	<i>H. garmani</i>	1	M	0.75	0.21	0.38	0.75	3.09	0.23	0.32	1.66	1.96	2.01	1.43	0.3	0.26	0.41	0.2	0.2	0.5
			DP	-	0.01	0.03	0.04	0.08	0.01	0.01	0.01	0.35	0.06	0.12	0.03	0	0.01	0.02	0.01	0.02
	<i>H. lima</i>	6	M	0.73	0.21	0.45	0.74	3.25	0.23	0.32	1.64	2.21	1.77	1.29	0.30	0.25	0.49	0.22	0.21	0.54
			DP	0.03	0.01	0.03	0.05	0.07	0.00	0.01	0.07	0.39	0.11	0.06	0.02	0.00	0.11	0.05	0.04	0.13
	<i>I. minutus</i>	3	M	0.7	0.11	0.57	0.54	1.31	0.22	0.2	2.89	2.14	1.99	1.58	0.18	0.18	0.21	0.11	0.09	0.13
			DP	0.13	0.01	0.02	0.11	0.04	0.02	0.01	0.39	0.64	0.37	0.02	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.06
	<i>P. uai</i>	10	M	1.43	0.23	0.59	0.51	1.69	0.23	0.35	2.5	0.8	2.86	2.86	0.19	0.12	0.17	0.12	0.01	0.03
			DP	0.13	0.01	0.05	0.14	0.09	0.01	0.02	0.28	0.17	0.64	0.63	0.02	0.01	0.08	0.2	0.01	0.01
<i>P. argentea</i>	40	M	1.94	0.25	0.52	0.49	1.15	0.26	0.15	3	2.09	2.54	2.36	0.19	0.16	0.15	0.06	0.03	0.07	
		DP	0.16	0.01	0.05	0.09	0.1	0.02	0.02	0.48	0.69	0.77	0.75	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	
<i>Planaltina</i> sp.	10	M	2.66	0.25	0.58	0.49	1.3	0.24	0.12	3.16	2.36	3.03	2.29	0.2	0.14	0.13	0.06	0.03	0.06	
		DP	0.41	0.02	0.05	0.09	0.15	0.01	0.02	0.52	0.78	0.54	0.36	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	
<i>P. reticulata</i>	10	M	1.51	0.26	0.61	0.46	1.74	0.24	0.31	2.91	0.74	2.62	2.94	0.21	0.16	0.22	0.08	0.03	0.04	
		DP	0.15	0.02	0.06	0.08	0.1	0.01	0.02	0.42	0.12	0.64	0.75	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	
<i>R. quelen</i>	1	M	1.11	0.2	0.43	0.59	1.28	0.28	0.19	3.8	1.11	1.73	1.48	0.15	0.14	0.16	0.06	0.07	0.1	
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

...continua...

TABELA 1A Cont,

	Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rio das Velhas	<i>Rineloricaria</i> sp.	M	0.59	0.09	0.41	0.74	3.03	0.17	0.52	0.48	1.59	1.46	1.69	0.15	0.16	0.2	0.24	0.15	0.28
		DP	0.04	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02	0.18	0.18	0.27	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08
	<i>S. heterodon</i>	M	3.36	0.31	0.54	0.58	1.67	0.29	0.14	4.21	1.6	3.82	3.55	0.19	0.13	0.11	0.02	0.04	0.04
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>S. piaba</i>	M	3.09	0.34	0.44	0.48	1.63	0.25	0.11	3.59	2.33	3.19	3.07	0.17	0.17	0.12	0.03	0.02	0.03
		DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Trichomycterus</i> sp.	M	1	0.14	0.46	0.73	1.16	0.2	0.25	3.74	1.19	1.69	2.05	0.15	0.12	0.14	0.08	0.04	0.08
		DP	0.16	0.02	0.08	0.13	0.07	0.01	0.03	0.54	0.57	0.32	0.27	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03
	<i>Trichomycterus</i> sp. 1	M	1.02	0.15	0.55	0.75	1.28	0.2	0.24	4.24	1.11	1.23	1.67	0.13	0.11	0.13	0.07	0.04	0.07
		DP	0.12	0.02	0.08	0.08	0.13	0.01	0.01	1.11	0.24	0.31	0.4	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02

CAPÍTULO 3

ECOMORFOLOGIA E USO DO HÁBITAT POR PEIXES DA BACIA DO RIO DAS VELHAS, SUDESTE DO BRASIL

RESUMO

A ecomorfologia e uso de hábitat de 16 espécies de peixes de pequeno porte abundantes na bacia do rio das Velhas foram avaliados no presente trabalho. Os dados morfométricos consistiram em medir nove a 160 indivíduos de cada espécie obtendo 17 atributos ecomorfológicos. O uso de hábitat foi considerado em termos da densidade relativa das espécies em diferentes classes de velocidade média da água, profundidade e substrato. A distribuição das espécies no espaço morfológico e nos grupos sugeridos pela análise de agrupamentos evidenciou a congruência entre os atributos ecomorfológicos e o uso vertical dos habitats, tendo separado espécies nectônicas, bentônicas A e bentônicas B. Bentônicas A e B diferem principalmente em relação ao formato corporal fusiforme ou deprimido, respectivamente. Dentre as nectônicas, observou-se um caso de prevalência dos aspectos ecológicos sobre as relações filogenéticas. As duas espécies do gênero *Serrapinnus* estiveram mais próximas de espécies de outros gêneros do que elas entre si. Já no grupo das bentônicas A, constatou-se a convergência adaptativa de algumas espécies de Siluriformes e Characiformes, distantes filogeneticamente, mas próximas morfológicamente. Em geral, as espécies apresentaram seleção principalmente por velocidade média da água, sendo os Siluriformes encontrados em maior densidade em habitats rápidos. As espécies bentônicas foram as mais seletivas ao substrato. Entre as congêneras, as três espécies de *Characidium* apresentaram grande sobreposição morfológica, porém, grande segregação de hábitat. O contrário foi verificado para *Serrapinnus heterodon* e *Serrapinnus piaba*, grande sobreposição de hábitat e menor sobreposição morfológica. As informações obtidas neste estudo são as primeiras deste tipo para os peixes da bacia do rio das Velhas e poderão constituir uma importante base para o desenvolvimento de modelos preditivos, que visem avaliar as respostas da comunidade a mudanças no ambiente hidráulico da bacia.

Palavras-chave: ictiofauna, uso vertical de hábitat, segregação de hábitat, convergência morfológica, partição de recursos.

*Orientador: Paulo dos Santos Pompeu

ABSTRACT

We analyze the ecomorphology and habitat use of 16 small-sized fish species abundant in Velhas River basin. Morphometric data were taken from nine to 160 specimens of each species, and were integrated on 17 ecomorphological attributes. Habitat use was characterized in terms of species mean density in mean water velocity classes, depth classes and substrate classes. Species distribution in the ecomorphological space and Cluster Analysis groups showed the congruence between morphological attributes and the vertical occupation of microhabitats, separating benthic A, benthic B and nektonic species. Benthic A and B differ principally concerning fusiform or depressed body shape, respectively. Generally, species presented habitat selection relative to the hydraulic aspects, showing to be more restrictive to water velocity. Siluriformes generally present morphological or behavioral adaptations to live in fast flowing habitats and they were more frequent in higher velocities than Characiformes. Benthic species were the most selective to substrate type. Between congener species, *Serrapinnus heterodon* and *Serrapinnus piaba* showed great habitat use overlap, but were separated in the dendrogram of ecomorphological similarity. Otherwise, *Characidium* species were close in the ecomorphological space but with great habitat segregation. The knowledge of fishes requirements and habitat use is less understood, being a key aspect related to species management and habitat restoration, especially in disturbed areas such as the rio das Velhas basin.

Key words: ichthyofauna, vertical use, habitat segregation, morphological convergence, resource partitioning

*Guidance Committee: Dr. Paulo dos Santos Pompeu

1 INTRODUÇÃO

Peixes de água doce utilizam grande diversidade de habitats, com diferentes pressões ambientais. Entretanto, a existência de formatos corporais altamente especializados é uma forte evidência de que estes organismos foram selecionados para ocupar habitats específicos (Lowe-McConnell, 1975).

A morfologia corporal das espécies afeta diretamente seu desempenho natatório (Webb, 1984) e deve limitar, ou pelo menos estar correlacionada, à utilização de recursos e à ocupação diferencial dos habitats (Gatz Júnior, 1979a). A resistência que a água exerce sobre o corpo dos peixes tem alta correlação com aspectos hidrodinâmicos (Matthews, 1998). Da mesma forma, características de história de vida e comportamento das espécies influenciam sua presença ou ausência nos habitats disponíveis (Blanck et al., 2007). Segundo Poff (1997), os ambientes apresentam diversos filtros às espécies, e a distribuição e a abundância das mesmas refletem a combinação das características que lhes permitiram passar através destes filtros e lidar com as condições ambientais.

É amplamente citada, na literatura, a importância da velocidade da água, da profundidade e do substrato como os principais aspectos hidráulicos que influenciam a seleção de hábitat pelas espécies de peixes (Gorman & Karr, 1978; Grossman & De Sostoa, 1994; Jowett & Richardson, 1995; Grossman et al., 1998; Lamouroux et al., 1999; Allen, 2000; Vadas Júnior & Orth, 2000; Blanck et al., 2007). Gorman & Karr (1978) destacam, ainda, a importância de avaliar estas três variáveis juntas, para se ter acesso à diversidade de habitats. Outros aspectos também compõem a complexidade dos habitats e influenciam a distribuição das espécies, como as características físico-químicas dos ambientes e relações intra e interespecíficas (revisão em Jackson et al., 2001).

Uma porção significativa da biologia dos peixes de água doce é determinada por sua morfologia (Gatz Júnior, 1979b). Análises ecomorfológicas baseiam-se na ideia de que diferenças morfológicas entre as espécies são resultado das distintas pressões seletivas às quais estão sujeitas, sendo razoável assumir que relações ecológicas podem ser inferidas a partir de características morfológicas (Gatz Júnior, 1979a, b; Watson & Balon, 1984; Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991; Douglas & Matthews, 1992; Beaumord & Petrere, 1994; Langerhans et al., 2003; Casatti & Castro, 2006). A relação entre forma e função é bem documentada para um grande número de caracteres morfológicos em peixes (Watson & Balon, 1984; Gatz Júnior, 1979b; Gosline, 1971).

A perda de habitats é considerada a principal causa de extinção de espécies de peixes no mundo (Miller et al., 1989). A utilização da água para abastecimento doméstico e industrial, transporte, geração de energia e irrigação são as causas mais frequentes de alteração e perda de habitats aquáticos (Poff et al., 1997). Com as crescentes ameaças às espécies de peixes, é de extrema necessidade definir seus requerimentos e uso de hábitat, para que estratégias efetivas de revitalização do ambiente e manejo das espécies possam ser planejadas (Rosenfeld, 2003). Isto se torna ainda mais urgente em drenagens constantemente impactadas por atividades antrópicas, como a bacia do rio das Velhas, no sudeste do Brasil, que compreende o rio de grande porte mais poluído e assoreado do estado de Minas Gerais (Alves & Pompeu, 2005).

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de hábitat e a ecomorfologia das espécies de peixes de pequeno porte mais abundantes na bacia do rio das Velhas. A partir dessas informações, buscou-se observar as congruências entre formato corporal e aspectos ecológicos da ocupação dos habitats pelas espécies, e também, avaliar a segregação de hábitat entre espécies congênicas e como esta se relaciona à sobreposição ecomorfológica entre elas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado em três afluentes da margem direita do rio das Velhas, situados no médio curso da bacia e também em sua calha principal, no curso superior (Figura 1). Os tributários amostrados foram o rio Cipó, próximo a Presidente Juscelino (18°41'7.1''S, 43°59'48.7''W; 576m); rio Curimataí, próximo a Augusto de Lima (17°59'33.3''S, 44°10'48.2''W; 543m) e rio Pardo Grande, próximo a Santo Hipólito (18°13'43.3''S, 44°13'3.1''W; 516m). O rio das Velhas foi amostrado em um trecho na região de Rio Acima (20°06'01.44''S, 43°47'35.85''W; 742m).

O rio das Velhas é um importante tributário da bacia do rio São Francisco, sendo o maior em extensão (761 km) e o segundo em volume de água (descarga média anual de 631m³/s) (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 1983). No trecho estudado, o rio das Velhas encontra-se bastante degradado, com sinais acentuados de poluição e assoreamento. Ao contrário dos tributários estudados, possui vegetação ciliar bastante descaracterizada ou mesmo ausente. Já o rio Cipó destaca-se como um dos tributários mais importantes e bem preservados da bacia (Pompeu et al., 2005). Os rios Curimataí e Pardo Grande, embora um pouco menos preservados, também são considerados afluentes em bom estado de conservação na bacia.

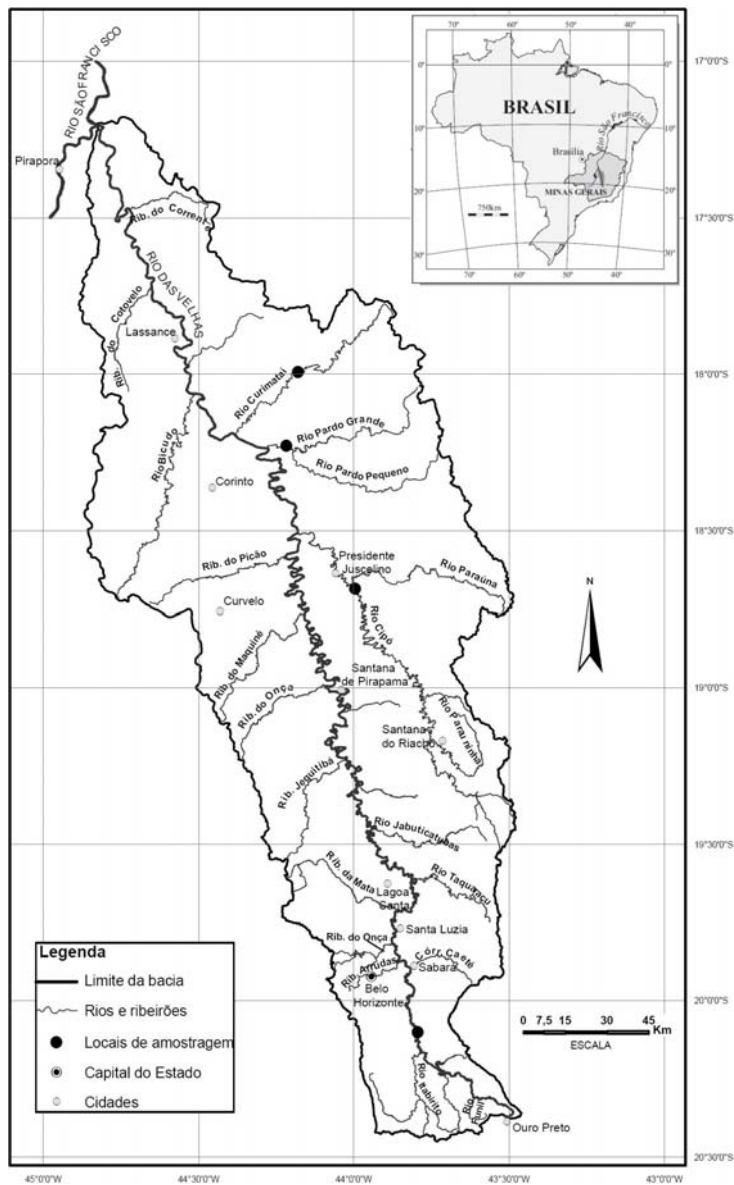


FIGURA 1 Mapa da bacia do rio das Velhas com os três tributários amostrados (rios Cipó, Pardo Grande e Curimataí) e o trecho do rio das Velhas em seu curso superior.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada ao longo de dois dias de amostragem em cada rio, totalizando oito dias consecutivos em campo. A viagem ocorreu durante a estação seca, em setembro de 2007. Em cada rio, os peixes foram capturados durante o dia, em um trecho de 500 m. As artes de pesca utilizadas foram rede de arrasto (6 m de comprimento, 5 mm de malha) e peneira de tela mosquiteiro (80 cm de diâmetro, 1 mm de malha). Dentro do trecho de 500m, foi amostrado o maior número possível de habitats, sendo estes definidos como unidades homogêneas distinguíveis visualmente a partir da combinação das características substrato, velocidade e profundidade (i.e. corredeira rasa de cascalho, praia de areia com profundidade intermediária, banco de folhas com baixa velocidade e profundidade, etc.). Os exemplares coletados foram etiquetados, separados por hábitat e fixados em solução de formol 10%. Em laboratório, foram identificados taxonomicamente e, posteriormente, conservados em álcool 70° GL.

Para a caracterização física dos habitats, a área foi estimada em m². Profundidade e velocidade média da água foram medidas com o fluxímetro eletrônico Swoffer (modelo 2100), sendo a velocidade tomada a 60% da profundidade. Estes dois parâmetros foram divididos em seis classes cada, com intervalo fechado à esquerda e aberto à direita: 0-0,5 m/s; 0,5-1,0 m/s; 1,0-1,5m/s; 1,5-2,0 m/s; 2,0-2,5 m/s; >2,5 m/s para velocidade e 0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm; 60-80 cm; 80-100 cm; >100cm para profundidade. Uma amostra de substrato foi coletada para análises granulométricas em laboratório, sendo consideradas as seguintes classes: silte+argila (<0,063 mm), areia (0,063 a 2 mm), cascalho (4 mm), seixo (>16 e <300 mm) e matacão (>300 mm) (Suguio, 1973). O substrato dominante foi definido como o percentil 50 da proporção de cada granulometria, ordenada em um gradiente de tamanho. Além destas, foram consideradas mais duas classes de substrato: banco de folhas e raiz na margem.

Os dados morfométricos foram obtidos de 9 a 160 indivíduos de cada espécie, de acordo com a disponibilidade de exemplares adultos e contemplando os quatro rios sempre que possível. No caso de *Phalloceros uai*, foram medidas apenas fêmeas não grávidas. De cada indivíduo, foram tomadas 16 medidas lineares (Figura 2) e cinco medidas de área que, em seguida, foram convertidas em 17 atributos ecomorfológicos. As medidas lineares foram feitas com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e as áreas foram obtidas estendendo-se o corpo e as nadadeiras dos peixes em papel milimetrado e desenhando seu contorno. Os atributos ecomorfológicos considerados foram:

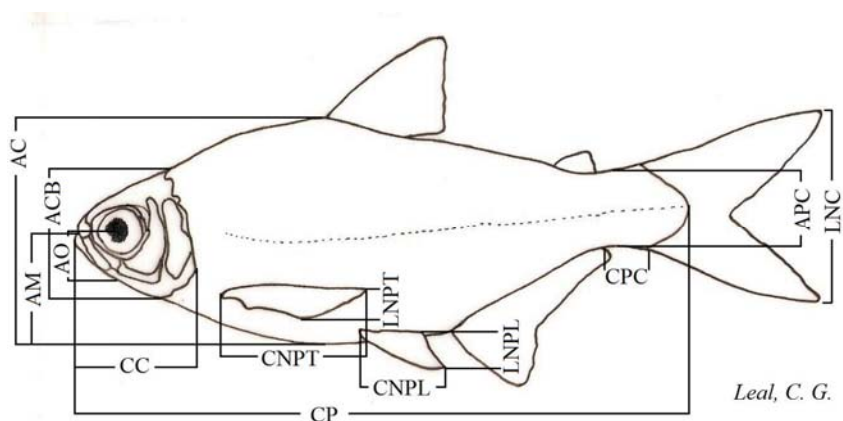


FIGURA 2 Treze das 16 medidas lineares obtidas de cada indivíduo para as análises ecomorfológicas dos peixes da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. As siglas estão explicadas abaixo.

1) **índice de compressão (IC)**: altura máxima do corpo, dividida pela largura máxima do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes lateralmente comprimidos, habitantes de locais com baixa velocidade da água (Watson & Balon, 1984);

2) **altura relativa (AR)**: altura máxima do corpo, dividida pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b), inversamente relacionada à velocidade da água e diretamente relacionada à capacidade de desenvolver deslocamentos verticais (Gatz Júnior, 1979b);

3) **índice de achatamento ventral (IAV)**: altura máxima do corpo, dividida pela máxima altura média (distância do ventre até a linha que corta o corpo entre o focinho e o meio da cauda) (Gatz Júnior, 1979b). Baixos valores são típicos de peixes que vivem em águas com alta velocidade, possibilitando que mantenham sua posição sem realizar natação (Hora, 1930);

4) **posição relativa dos olhos (PRO)**: altura do olho (em seu ponto médio), dividida pela altura da cabeça (Watson & Balon, 1984). É indicativo da preferência de habitat vertical (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores sugerem peixes bentônicos com olhos dorsalmente localizados (Watson & Balon, 1984);

5) **posição da boca (PB)**: ângulo formado pela tangente dos lábios superior e inferior com a boca totalmente aberta e o plano perpendicular ao eixo longitudinal (Gatz Júnior, 1979b). Caracteriza-se como: superior = entre 10° e 80°; terminal = 90°; inferior = entre 100° e 170° e ventral = 180° (Freire & Agostinho, 2001). Os valores em graus foram convertidos para escala decimal, sendo 1° = 60 (Casatti & Castro, 2006);

6) **comprimento relativo da cabeça (CRC)**: comprimento da cabeça, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente relacionado ao tamanho da presa, valores altos sugerem espécies predadoras de presas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

7) **comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPC)**: comprimento do pedúnculo caudal (distância entre o final da nadadeira anal e o início do caudal), dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Pedúnculos relativamente longos indicam peixes que habitam águas turbulentas e possuem boa habilidade para natação (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984);

8) **índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC)**: altura do pedúnculo caudal, dividida pela largura do pedúnculo caudal (Gatz Júnior, 1979b). É inversamente relacionado à amplitude dos movimentos natatórios, altos valores indicam pedúnculos comprimidos, típico de nadadores menos ativos (Gatz Júnior, 1979b);

9) **razão aspecto nadadeira caudal (RANC)**: quadrado da altura da nadadeira caudal, dividido pela área da nadadeira caudal (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente proporcional à quantidade de natação que o peixe realiza (Gatz Júnior, 1979b);

10) **razão aspecto da nadadeira peitoral (RANPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadeiras longas e sugerem peixes com grande capacidade natatória (Watson & Balon, 1984);

11) **razão aspecto da nadadeira pélvica (RANPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores baixos são observados em peixes que usam as nadadeiras pélvicas para realizar frenagens e nadar para frente e maiores valores, para aqueles que as usam para recuar e manter sua posição na coluna d'água (Gatz Júnior, 1979b);

12) **comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRNPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes habitantes de águas lentas e que realizam muitas manobras (Gatz Júnior, 1979b);

13) **comprimento relativo da nadadeira pélvica (CRNPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Relaciona-se à preferência de hábitat, sendo mais longa em habitats rochosos e mais curta em espécies nectônicas (Gatz Júnior, 1979b);

14) **área relativa de nadadeira caudal (ARNC)**: área da nadadeira caudal, dividida pela área do corpo (Watson & Balon, 1984). Valores elevados

indicam nadadeiras capazes de produzir impulsos rápidos, típicos à natação de muitos peixes bentônicos (Watson & Balon, 1984);

15) **área relativa da nadadeira peitoral (ARNPT)**: área da nadadeira peitoral, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadores lentos que usam estas nadadeiras para executar manobras. Porém, peixes habitantes de águas rápidas que as utilizam como superfícies de deflexão da água, mantendo seu corpo junto ao substrato, também possuem altos valores (Watson & Balon, 1984);

16) **área relativa da nadadeira pélvica (ARNPL)**: área da nadadeira pélvica, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Peixes bentônicos apresentam áreas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

17) **área relativa da nadadeira dorsal (ARND)**: área da nadadeira dorsal, dividida pela área do corpo (Casatti & Castro, 2006). A nadadeira dorsal é responsável pela estabilidade do peixe, sendo esperado que dorsais com áreas pequenas sejam mais eficientes em águas com maior velocidade (Gosline, 1971).

2.3 Análise dos dados

O uso de hábitat das espécies mais abundantes foi obtido dividindo-se o número de indivíduos de cada espécie coletados em cada classe de velocidade, profundidade ou substrato, pela área correspondente amostrada, independente da presença da espécie. Dessa forma, tanto a frequência relativa da espécie no hábitat (frequência de uso) quanto a disponibilidade do hábitat foram consideradas (Jowett & Richardson, 1995). A seleção, ou uso, de hábitat, segundo conceito de Rosenfeld (2003), refere-se à ocupação diferencial de habitats, ou seja, quando um organismo ocorre em maior proporção em determinado hábitat do que este está disponível no ambiente.

A análise dos componentes principais (PCA) foi realizada considerando a média dos atributos ecomorfológicos das espécies, para observar sua

distribuição no espaço morfológico. Esta técnica permite analisar uma grande quantidade de caracteres morfométricos de maneira condensada, sendo bastante indicada em abordagens ecomorfológicas (Winemiller, 1991). Para interpretação, foram retidos os eixos com autovalor maior que 1 (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984). Em seguida, uma análise de agrupamentos foi utilizada para agrupar as espécies de acordo com sua similaridade ecomorfológica, a partir de uma matriz de distância de Bray-Curtis e método de ligação de Ward.

Para as espécies congêneras, foi calculado o índice de sobreposição morfológica proposto por Gatz Júnior (1979a). Para tal, as médias de cada atributo ecomorfológico foram comparadas entre os pares de espécies por meio do teste T de Student. O número de atributos não diferentes significativamente foi expresso como porcentagem do número total de atributos e tido como a porcentagem de sobreposição. Todas as análises foram realizadas por meio do programa Statistica 6.0 (Statistica Software – Statsoft, 2001).

Ainda para as espécies congêneras, foi proposto o índice de sobreposição de hábitat (ISH), por meio da seguinte fórmula:

$$ISH_{ij} = \left(\frac{B_{ij}}{A_i + A_j + B_{ij}} \right) * 100$$

em que: A_i é a área, em m^2 , onde só ocorre a espécie i ; A_j é a área, em m^2 , onde só ocorre a espécie j e B_{ij} é a área, em m^2 , onde as duas espécies ocorrem juntas.

3 RESULTADOS

As espécies mais abundantes (Tabela 1) representaram 95% dos indivíduos coletados e 89% da densidade total amostrada. Elas pertencem a sete

famílias e fazem parte dos ordens Characiformes (10 espécies), Siluriformes (5 espécies) e Cyprinodontiformes (1 espécie). Estas espécies são de pequeno porte, atingem até 20cm de comprimento padrão.

TABELA 1 Espécies de peixes de pequeno porte mais abundantes na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. CP = rio Cipó, CU = rio Curimataí, PG = rio Pardo Grande e RV = rio das Velhas.

Táxon	Rio			
	CP	CU	PG	RV
Ordem Characiformes				
Família Crenuchidae				
<i>Characidium fasciatum</i> Reinhardt 1867		x		
<i>Characidium lagsantensum</i> Travassos 1947		x	x	
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann 1909	x	x	x	
Família Characidae				
<i>Insertae sedis</i>				
<i>Astyanax</i> sp.	x	x	x	x
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann 1908	x	x	x	
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis 1911		x	x	
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt 1867	x	x	x	x
Subfamília Cheirodontinae				
<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann 1915)		x	x	x
<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken 1875)		x	x	x
Subfamília Glandulocaudinae				
<i>Planaltina</i> sp. Böhlke 1954	x	x	x	x
Ordem Siluriformes				
Família Loricariidae				
<i>Rineloricaria</i> sp.	x	x		x
<i>Hisonotus</i> sp.	x		x	
Família Aspredinidae				
<i>Bunocephalus</i> sp.		x	x	x

... continua...

TABELA 1, Cont.

Táxon	Rio			
	CP	CU	PG	RV
Família Heptapteridae				
<i>Imparfinis minutus</i> (Lütken 1874)		x	x	x
Família Trichomycteridae				
<i>Trichomycterus</i> sp.				x
Ordem Cyprinodontiformes				
Família Poeciliidae				
<i>Phalloceros uai</i> Lucinda 2008				x

As médias e os desvios padrões dos atributos ecomorfológicos analisados são apresentados na Tabela 2. Os quatro primeiros eixos do PCA foram retidos para interpretação porque tiveram autovalor maior que 1 (Tabela 3). Os dois primeiros componentes foram responsáveis pela maior parte da variância encontrada (65,2%) e foram escolhidos para representação gráfica e interpretação biológica (Figura 3). O primeiro eixo explicou 48,4% da variância encontrada e discriminou espécies de corpo dorso-ventralmente comprimido, baixo, nadadeiras peitorais e pélvicas relativamente grandes e olhos dorsalmente orientados das espécies com corpo lateralmente comprimido, alto, nadadeiras pares relativamente menores e olhos laterais. No centro deste componente, estão as espécies de *Characidium*, que apresentaram valores intermediários dos atributos. O segundo eixo foi responsável por 16,8% da variância e representou um gradiente em torno dos atributos comprimento relativo da nadadeira peitoral e comprimento relativo da nadadeira pélvica, positivamente relacionados, separando espécies com nadadeiras relativamente curtas a longas.

O terceiro e o quarto eixos do PCA foram responsáveis por 22,5% da variação. Ao terceiro componente, o atributo posição da boca foi positivamente relacionado, separando espécies com boca superior, de espécies com boca

ventral. No quarto componente, destacaram-se razão aspecto da nadadeira peitoral e razão aspecto da nadadeira pélvica, indicando nadadeiras pares mais longas do que largas.

TABELA 3 Contribuição dos atributos ecomorfológicos aos quatro primeiros componentes do PCA, para as 16 espécies de peixes mais abundantes dos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. Valores maiores que -0,3 e menores que 0,3 estão listados apenas com sinal positivo ou negativo.

Atributos	Eixos do PCA			
	1	2	3	4
Índice de compressão	0,92	+	+	-
Altura relativa	0,92	+	+	+
Índice de achatamento ventral	0,43	+	-0,64	0,42
Posição relativa dos olhos	-0,85	-	-	-
Posição da boca	-0,42	-	0,79	+
Comprimento relativo da cabeça	0,83	0,43	+	+
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	-0,80	-0,41	+	+
Índice de compressão do pedúnculo caudal	0,68	+	-0,40	-
Razão aspecto da nadadeira caudal	0,65	+	0,47	-0,47
Razão aspecto da nadadeira peitoral	0,71	-	+	0,59
Razão aspecto da nadadeira pélvica	0,42	-0,41	+	0,62
Comprimento relativo da nadadeira peitoral	-	0,88	-	0,38
Comprimento relativo da nadadeira pélvica	-	0,93	+	+
Área relativa da nadadeira caudal	-0,66	0,52	-	0,36
Área relativa da nadadeira peitoral	-0,90	+	-	+
Área relativa da nadadeira pélvica	-0,86	0,44	+	-
Área relativa da nadadeira dorsal	-0,76	+	0,48	-
Autovalor	8,23	2,86	2,06	1,77
Proporção da variação (%)	48,4	16,8	12,14	10,40
Varição cumulativa		65,2	77,39	87,79

TABELA 2 Média e desvio padrão dos 17 atributos ecomorfológicos obtidos para as 16 espécies de peixes mais abundantes nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil (siglas dos atributos ecomorfológicos, consultar Material e Métodos).

Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<i>A. taeniatus</i>	90	M	2.60	0.30	0.52	0.56	1.53	0.28	0.11	3.27	2.87	2.28	1.72	0.21	0.15	0.16	0.06	0.04	0.08
		DP	0.16	0.01	0.03	0.07	0.15	0.02	0.01	0.51	0.78	0.34	0.42	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02
<i>B. stramineus</i>	29	M	1.88	0.23	0.48	0.55	1.37	0.24	0.11	2.27	2.33	1.90	1.51	0.17	0.12	0.15	0.06	0.04	0.06
		DP	0.25	0.01	0.05	0.08	0.10	0.01	0.02	0.40	0.67	0.31	0.31	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
<i>Bunocephalus</i> sp.	14	M	0.50	0.13	0.50	0.75	1.11	0.19	0.22	1.43	0.96	1.79	1.31	0.26	0.16	0.29	0.27	0.13	0.10
		DP	0.04	0.01	0.10	0.08	0.12	0.02	0.02	0.30	0.30	0.34	0.17	0.02	0.02	0.08	0.04	0.04	0.02
<i>C. fasciatum</i>	10	M	1.48	0.20	0.52	0.63	1.35	0.25	0.17	3.72	1.79	1.88	1.67	0.25	0.21	0.19	0.13	0.09	0.12
		DP	0.08	0.01	0.05	0.05	0.13	0.01	0.01	0.53	0.25	0.18	0.24	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03
<i>C.lagosantensis</i>	20	M	1.71	0.21	0.54	0.58	1.29	0.27	0.16	3.78	1.68	2.06	1.87	0.25	0.22	0.21	0.13	0.09	0.13
		DP	0.17	0.02	0.04	0.10	0.24	0.03	0.01	0.53	0.45	0.24	0.30	0.02	0.01	0.05	0.03	0.02	0.02
<i>C. zebra</i>	17	M	1.56	0.20	0.52	0.53	1.22	0.25	0.16	3.27	1.96	1.96	1.70	0.24	0.20	0.18	0.12	0.09	0.13
		DP	0.15	0.01	0.04	0.09	0.23	0.01	0.04	0.51	0.56	0.24	0.31	0.02	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02
<i>H. marginatus</i>	12	M	2.53	0.28	0.49	0.52	1.60	0.28	0.12	2.52	2.24	2.61	2.95	0.22	0.17	0.19	0.07	0.04	0.10
		DP	0.23	0.01	0.05	0.09	0.07	0.01	0.02	0.54	0.53	0.41	0.46	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03
<i>Hisonotus</i> sp.	14	M	0.70	0.15	0.43	0.58	3.09	0.25	0.31	1.47	1.69	2.50	1.91	0.26	0.18	0.22	0.15	0.09	0.16
		DP	0.06	0.01	0.04	0.07	0.08	0.01	0.02	0.16	0.42	0.51	0.36	0.01	0.01	0.05	0.03	0.02	0.03

...continua...

TABELA 2 Cont.

Espécie	n	Atributos ecomorfológicos																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<i>I. minutus</i>	10	M	0.99	0.14	0.56	0.64	1.25	0.22	0.21	2.47	1.66	2.10	1.74	0.19	0.16	0.23	0.10	0.08	0.13
		DP	0.25	0.02	0.03	0.12	0.12	0.02	0.02	0.38	0.64	0.58	0.26	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.04
<i>P. uai</i>	10	M	1.43	0.23	0.59	0.51	1.69	0.23	0.35	2.50	0.80	2.86	2.86	0.19	0.10	0.17	0.12	0.01	0.03
		DP	0.13	0.01	0.05	0.14	0.09	0.01	0.02	0.28	0.17	0.64	0.63	0.02	0.01	0.08	0.20	0.01	0.01
<i>P. argentea</i>	160	M	1.88	0.24	0.50	0.53	1.18	0.27	0.15	2.71	2.60	2.39	2.04	0.19	0.13	0.16	0.06	0.04	0.09
		DP	0.16	0.01	0.05	0.09	0.10	0.01	0.02	0.47	0.82	0.53	0.54	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
<i>Planaltina</i> sp.	31	M	2.40	0.24	0.56	0.49	1.51	0.25	0.10	2.97	2.09	2.47	1.97	0.20	0.13	0.16	0.07	0.04	0.06
		DP	0.31	0.02	0.05	0.09	0.18	0.01	0.03	0.54	0.56	0.52	0.40	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02
<i>Rineloricaria</i> sp.	9	M	0.58	0.09	0.41	0.73	2.78	0.17	0.52	0.49	1.52	1.47	1.71	0.15	0.14	0.20	0.24	0.15	0.27
		DP	0.04	0.01	0.03	0.04	0.77	0.01	0.02	0.03	0.20	0.16	0.24	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.07
<i>S. heterodon</i>	21	M	2.37	0.27	0.48	0.47	1.53	0.25	0.12	2.85	2.40	2.63	1.90	0.19	0.15	0.17	0.05	0.05	0.07
		DP	0.30	0.02	0.06	0.09	0.11	0.01	0.01	0.40	0.55	0.40	0.44	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
<i>S. piaba</i>	18	M	2.44	0.33	0.48	0.50	1.56	0.28	0.10	3.47	2.54	2.68	1.92	0.20	0.18	0.16	0.05	0.05	0.09
		DP	0.23	0.02	0.04	0.10	0.12	0.01	0.01	0.82	0.69	0.41	0.41	0.02	0.01	0.07	0.02	0.02	0.02
<i>Trichomycterus</i> sp.	10	M	1.00	0.14	0.46	0.73	1.16	0.20	0.25	3.74	1.19	1.69	2.05	0.15	0.11	0.14	0.08	0.04	0.08
		DP	0.16	0.02	0.08	0.13	0.07	0.01	0.03	0.54	0.57	0.32	0.27	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03

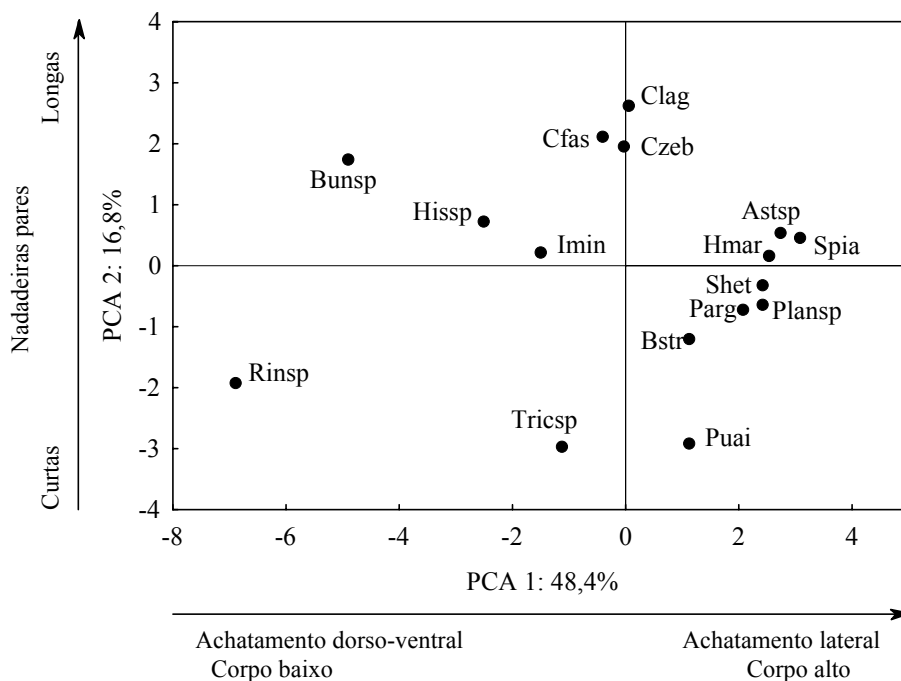


FIGURA 3 Projeção dos dois primeiros eixos do PCA para as espécies de peixes mais abundantes *Astyanax* sp. (Astsp), *Bunocephalus* sp. (Bunsp), *Bryconamericus stramineus* (Bstr), (Cfas) *Characidium fasciatum*, *Characidium lagosantensis* (Clag), *Characidium zebra* (Czeb), *Hemigrammus marginatus* (Hmar), *Imparfinis minutus* (Imin), *Hisonotus* sp. (Hissp), *Piabina argentea* (Parg), *Planaltina* sp. (Plansp), *Phalloceros uai* (Puai), *Rineloricaria* sp. (Rinsp), *Serrapinnus heterodon* (Shet), *Serrapinnus piaba* (Spia) e *Trichomycterus* sp. (Tricsp) coletadas nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

O dendrograma da análise de agrupamentos sugeriu a discriminação das espécies em relação ao uso vertical do habitat (Figura 4). As espécies bentônicas foram nomeadas como A e B, em função do diferente padrão de formato corporal de cada grupo. Bentônicas A possuem o corpo fusiforme e bentônicas

B, corpo achatado dorso-ventralmente. A guilda das espécies bentônicas B incluiu *Rineloricaria* sp., *Bunocephalus* sp. e *Otocinclus xacriaba*. As espécies de *Characidium*, *Imparfinis minutus* e *Trichomycterus* sp. estão entre as bentônicas A e os demais Characiformes e Cyprinodontiformes, entre as nectônicas.

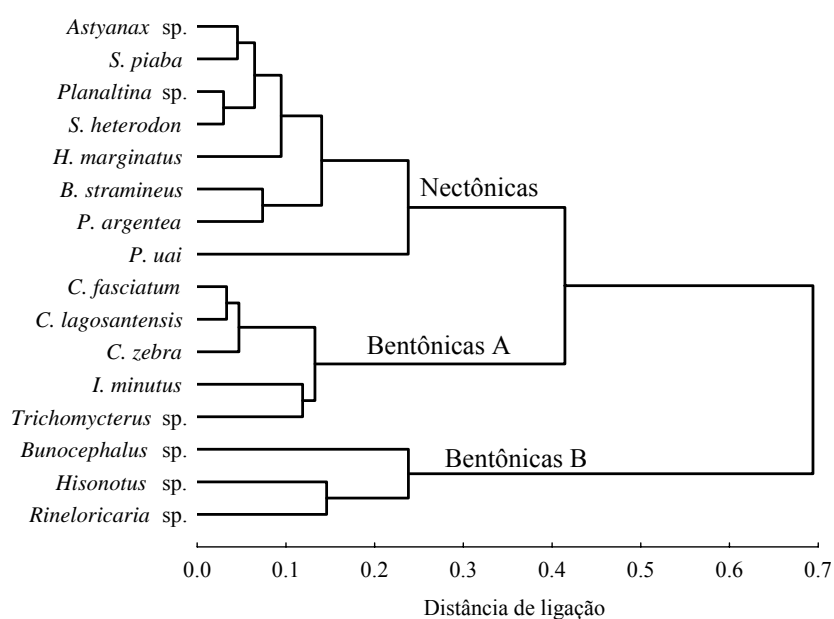


FIGURA 4 Dendrograma das espécies de peixes mais abundantes nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, a partir de atributos ecomorfológicos.

A maioria das espécies apresentou seleção por velocidade (Figura 5A). *Phalloceros uai* e *Characidium zebra* foram as mais restritivas, sendo encontradas apenas em ambientes com velocidade média entre 0 e 0,5 m/s. Entretanto, *Piabina argentea*, *Rineloricaria* sp., *I. minutus* e *Characidium fasciatum* também foram bastante seletivas, tendo mais de 70% de sua densidade

em um único intervalo de velocidade: 0-0,5 m/s, 1,0-1,5 m/s, 1,5-2,0 m/s e 2,0-2,5 m/s, respectivamente. Todas as espécies foram registradas em habitats com 0-0,5 m/s, tendo a maioria usado, principalmente, habitats lentos, como o caso de *Planaltina* sp., *Serrapinnus heterodon*, *Serrapinnus piaba*, *Hemigrammus marginatus* e *Characidium lagsantensis*. Apenas *Astyanax* sp. *Bryconamericus stramineus* e *Trichomycterus* sp. foram encontradas em velocidades maiores que 2,5 m/s. Destes, *Trichomycterus* sp. teve maior densidade relativa nesta classe. Os intervalos 3 e 4, de velocidades intermediárias, abrigaram os Siluriformes *I. minutus*, *Bunocephalus* sp., *Rineloricaria* sp., *Hisonotus* sp. e o Characiformes *B. stramineus*.

Algumas espécies, como *B. stramineus* e *P. argentea*, foram generalistas ao parâmetro profundidade, tendo ocorrido em todo o gradiente amostrado (Figura 5B). *Astyanax* sp. também ocorreu em todo gradiente, entretanto, principalmente em habitats com 40-60 cm de profundidade. *Characidium fasciatum*, *P. uai*, *I. minutus*, *Trichomycterus* sp. e *Planaltina* sp. tiveram nítida seleção por ambientes rasos. Já *C. zebra*, *C. lagsantensis*, *S. heterodon*, *S. piaba* e *Bunocephalus* sp. selecionaram maiores profundidades. As demais espécies, *Hisonotus* sp., *Rineloricaria* sp. e *H. marginatus*, foram encontradas, principalmente, em ambientes com profundidades intermediárias.

Para substrato, o uso de hábitat das espécies foi ainda menos específico do que para os parâmetros anteriores (Figura 5C). *Phalloceros uai*, *O. xacriaba*, *Trichomycterus* sp., *Rineloricaria* sp. e *C. fasciatum* foram as espécies mais seletivas em relação ao substrato: banco de folhas, raiz na margem, seixo, areia e matacão respectivamente. Já *S. heterodon*, *Astyanax* sp., *S. piaba* e *P. argentea* foram generalistas a este parâmetro, tendo sido encontradas em todos os tipos de substrato. *Bunocephalus* sp., *C. zebra*, *C. lagsantensis*, *I. minutus* e *B. stramineus* foram registradas em 4 ou 5 tipos de substrato, porém, com maior densidade em matéria orgânica (*Bunocephalus* sp., *C. zebra*, *C. lagsantensis*),

matação (*I. minutus*) ou cascalho (*B. stramineus*). Considerando os substratos de partículas finas, apenas *Planaltina* sp. esteve associada, principalmente, a silte+argila e *H. marginatus* e *Rineloricaria* sp. a areia.

Das espécies acima caracterizadas quanto ao uso de hábitat, destacam-se as congêneras que ocorreram em simpatria. As três espécies de *Characidium* foram encontradas no rio Curimataí e, neste rio, apresentaram grande segregação espacial quanto ao uso de habitats (Figura 6). *Characidium fasciatum* utilizou ambientes rasos e rápidos com substrato de seixo ou matação. Já *C. lagsantensis* esteve associada a raízes na margem, onde a velocidade é baixa e a profundidade intermediária (entre 60 e 80 cm), enquanto *C. zebra* teve maior densidade relativa em habitats arenosos, profundos e lentos (Figura 6A). A porcentagem de sobreposição morfológica entre os pares de espécies *C. fasciatum* e *C. lagsantensis*, *C. lagsantensis* e *C. zebra* foi de 76,5%. Entre *C. zebra* e *C. fasciatum*, a sobreposição foi maior, 88,2%. *C. zebra* e *C. fasciatum* também apresentaram maior sobreposição de hábitat (18,9%), seguidas por *C. zebra* e *C. lagsantensis* (4,9%). Entre *C. fasciatum* e *C. lagsantensis* não houve sobreposição de hábitat, da mesma forma que para as três espécies juntas não houve registro de sintopia.

As espécies do gênero *Serrapinnus* ocorreram em simpatria em todos os rios, exceto no Cipó, onde nenhuma das duas foi registrada. A sobreposição de seus atributos morfológicos foi de 70,6% e a sobreposição de hábitat, 68,2%. As curvas de uso de hábitat indicaram que são espécies sintópicas, ou seja, habitam os mesmos ambientes. *Serrapinnus heterodon* e *S. piaba* apresentaram grande sobreposição, principalmente em relação à velocidade e à profundidade (Figura 6B). Ambas preferiram ambientes lentos e profundos. Quanto ao substrato, as duas espécies estavam associadas a todas as classes, porém, *S. heterodon*, mais abundante em partículas finas e banco de folhas e *S. piaba*, em fundo de areia.

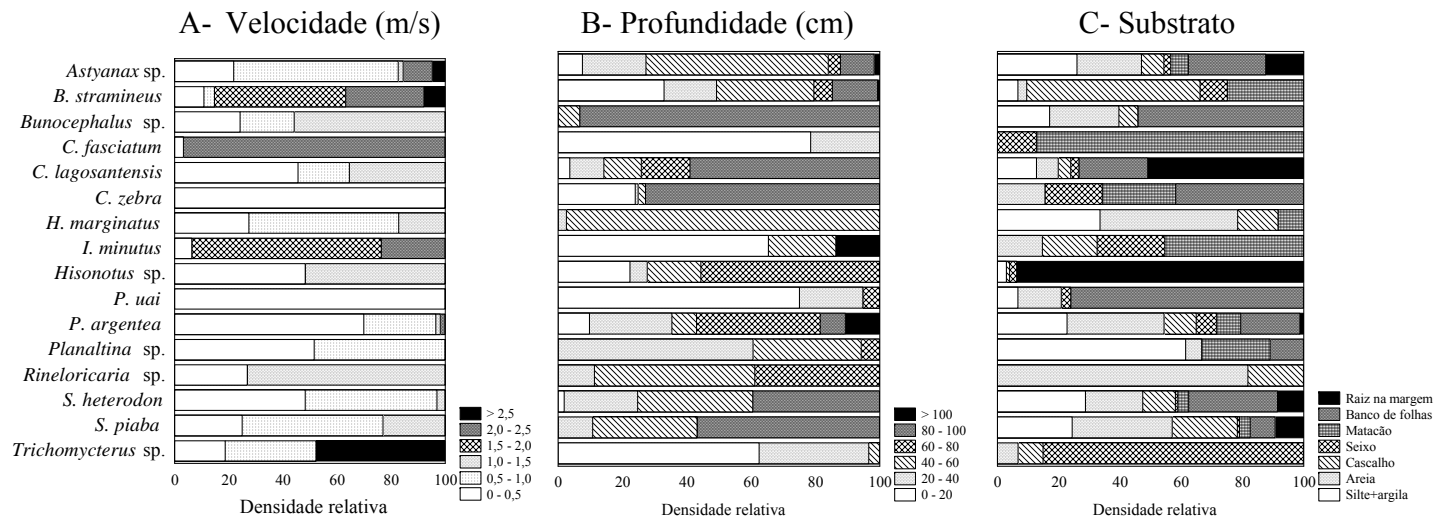


FIGURA 5 Densidade relativa das espécies de peixes coletadas nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, por classe de velocidade média da água (A), profundidade (B) e substrato (C).

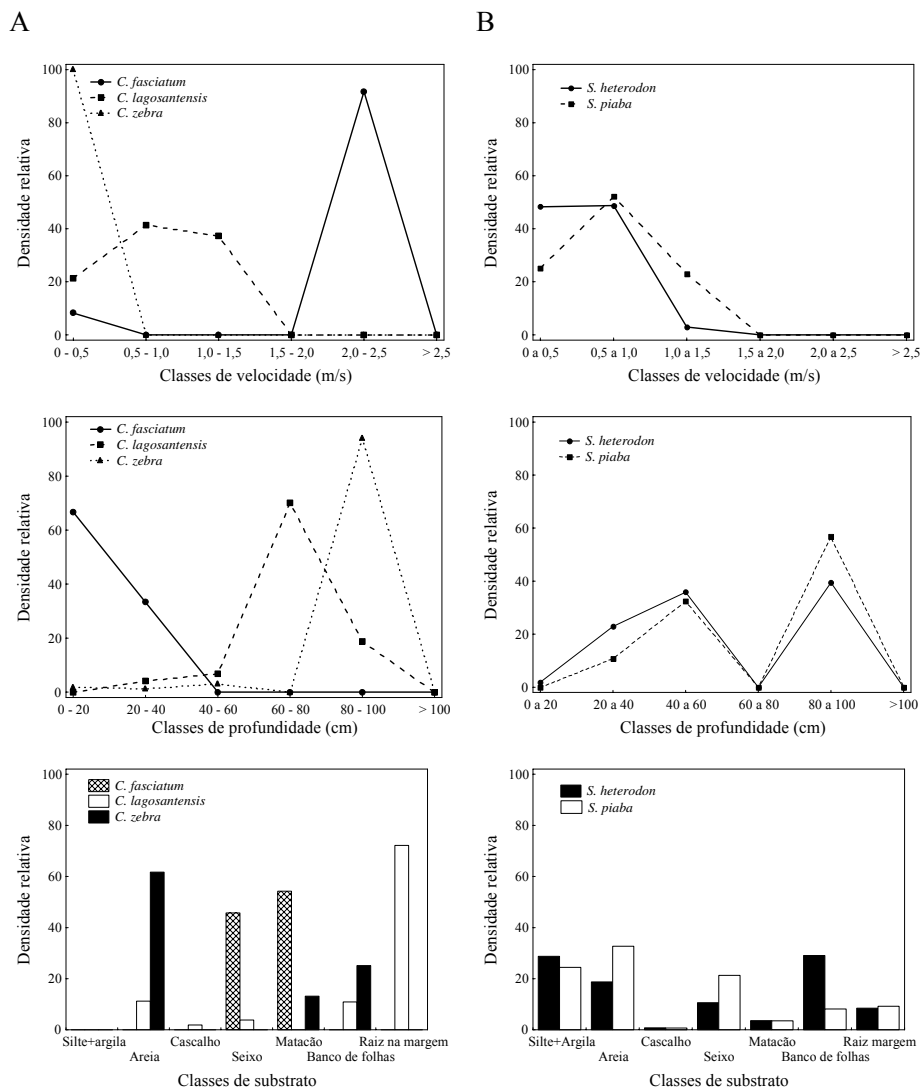


FIGURA 6 Densidade relativa das espécies de *Characidium* (A) coletadas no rio Curimataí e das espécies de *Serrapinnus* (B) coletadas nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, por classe de velocidade da água, profundidade e substrato.

Categorizando os pontos do PCA em relação às guildas de uso vertical dos habitats e seleção de hábitat das espécies, foram encontrados padrões em relação ao primeiro componente principal. Espécies que selecionam habitats rápidos, de 1,5 a >2,5 m/s, encontram-se no centro do espaço ecomorfológico (Figura 7A). À sua esquerda estão espécies registradas, preferencialmente, nos dois primeiros intervalos de velocidade e, no extremo oposto, aquelas encontradas em velocidades intermediárias. Para profundidade, o padrão é menos evidente, destacando-se as espécies de ambientes rasos no centro do gráfico, próximas ao zero (Figura 7B). Quanto à seleção por substrato, observa-se grande dispersão de todas as classes, porém, uma proximidade das espécies generalistas, aquelas que ocorreram em todas as classes amostradas, na extrema esquerda do gráfico (Figura 7C). Assim como para velocidade, para ocupação vertical do hábitat houve um padrão evidente, com a separação dos grupos de espécies bentônicas A, bentônicas B e nectônicas (Figura 7D).

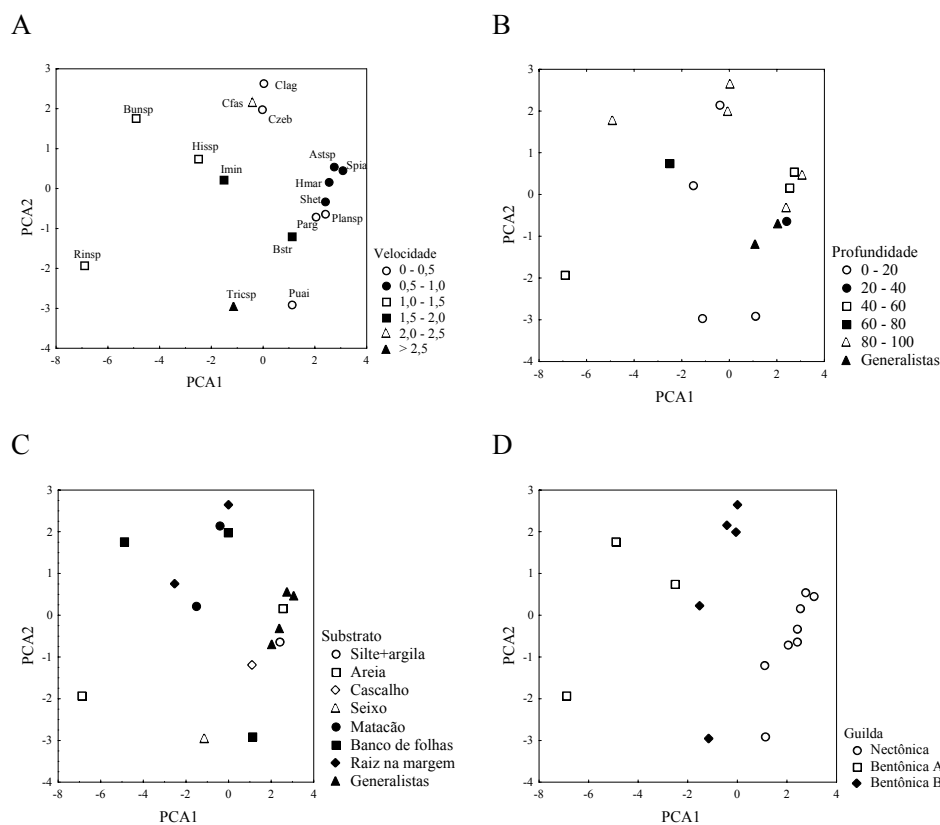


FIGURA 7 Ordenação das espécies de peixes da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, no espaço ecomorfológico, destacando sua seleção por classes de velocidade, em m/s (A), profundidade, em cm (B) e substrato (C) e também sua guilda de uso vertical do hábitat (D). *Astyanax* sp. (Astsp), *Bunocephalus* sp. (Bunsp), *Bryconamericus stramineus* (Bstr), (Cfas) *Characidium fasciatum*, *Characidium lagosantensis* (Clag), *Characidium zebra* (Czeb), *Hemigrammus marginatus* (Hmar), *Imparfinis minutus* (Imin), *Hisonotus* sp. (Hissp), *Piabina argentea* (Parg), *Planaltina* sp. (Plansp), *Phalloceros uai* (Puai), *Rineloricaria* sp. (Rinsp), *Serrapinnus heterodon* (Shet), *Serrapinnus piaba* (Spia) e *Trichomycterus* sp. (Tricsp).

4 DISCUSSÃO

A distribuição das espécies no espaço ecomorfológico e nos grupos sugeridos pela análise de agrupamentos evidencia a congruência entre os atributos ecomorfológicos e o uso vertical dos habitats. O formato do corpo é um dos principais aspectos limitantes à ocupação dos habitats pelos distintos tipos morfológicos, influenciando sua locomoção, principalmente no que diz respeito às atividades de forrageamento e escape de predadores (Neves & Monteiro, 2003). Gorman & Karr (1978) sugerem que peixes dependem de um componente vertical do hábitat, já que utilizam as três dimensões do ambiente. As restrições filogenéticas na diversificação evolutiva da forma e função também são evidentes na distribuição das espécies em ordens no espaço ecomorfológico, assim como encontrado por Winemiller (1991). Esse resultado já era esperado, uma vez que a morfologia é, originalmente, a base da taxonomia (Douglas & Matthews, 1992). As espécies bentônicas B (*Aspredinidae* e *Loricariidae*) apresentam adaptações morfológicas para a vida junto ao substrato, como corpo deprimido, olhos dorsalmente orientados e disco oral suatorial. Para lidar com a velocidade da água, elas permanecem muito próximas ao fundo, aderidas ou sob o substrato. As espécies deste grupo foram bem seletivas ao substrato: *Rineloricaria* sp., em areia; *Bunocephalus* sp., em banco de folhas e *Hisonotus* sp., em raiz na margem. No rio das Velhas, não foram encontradas raízes na margem e a escassez de vegetação marginal disponibiliza poucas folhas junto ao fundo, neste rio os habitats utilizados por estas espécies são limitados. Para velocidade, as três foram mais frequentes em ambientes entre 1,0 e 1,5m/s mas com diferentes profundidades.

As espécies bentônicas A, diferentemente das bentônicas B, caracterizam-se por corpo alongado e cilíndrico, e pertencem às famílias

Crenuchidae, Heptapteridae e Trichomycteridae. Os Crenuchidae têm o formato corporal mais fusiforme, próprio para habitar corredeiras. Já os Heptapteridae e Trichomycteridae, embora sejam encontrados em habitats com maior velocidade, evitam a correnteza, permanecendo nas camadas adjacentes ao substrato, onde a velocidade é menor (Casatti & Castro, 1998). Assim como as espécies bentônicas A, as bentônicas B foram mais seletivas ao substrato do que as espécies nectônicas. Este resultado é esperado, uma vez que estas espécies vivem em contato direto com o substrato e, para tal, apresentam adaptações morfológicas e comportamentais. O grupo bentônicas B inclui membros distantes filogeneticamente das ordens Characiformes e Siluriformes, evidenciando a convergência adaptativa entre estas espécies. Em regimes seletivos análogos, espera-se que as soluções fenotípicas sejam análogas, embora a origem filogenética das espécies seja diferente (Cody & Mooney, 1978). Algumas destas espécies são classificadas, na literatura, como nectobentônicas, ou seja, que transitam pela meia água, mas, se alimentam e se refugiam no fundo (Lincoln et al., 1995), como *C. zebra*, *C. fasciatum*, *I. minutus* e outra espécie de *Trichomycterus* (Casatti & Castro, 2006), ou também como bentônicas, como outra espécie do gênero *Imparfinis* (Castro et al., 2003, 2004) e do gênero *Characidium* (Casatti et al., 2001; Castro et al., 2004; Ferreira, 2007). No presente estudo, optou-se por mantê-las como bentônicas, pelo fato de serem espécies preferencialmente de fundo que raramente se deslocam pela coluna d'água.

Com exceção de *P. uai*, as espécies nectônicas pertencem à família Characidae e são conhecidas como lambaris e piabas. Em geral, são espécies que possuem corpo achatado lateralmente, alto e olhos laterais, atributos típicos de espécies que nadam continuamente em várias partes da coluna d'água (Casatti & Castro, 2006). *Bryconamericus stramineus*, *P. argentea* e outras espécies de *Astyanax* são também citadas como nectônicas por Casatti & Castro (2006) e

Ferreira (2007). Embora *Astyanax* sp., *H. marginatus* e *B. stramineus* não tenham posição filogenética definida na família Characidae (Lima et al., 2003), nota-se que as duas espécies do gênero *Serrapinnus* que pertencem à subfamília Cheirodontinae estão em subgrupos diferentes na análise de agrupamentos: *S. piaba* junto com *Astyanax* sp. e *S. heterodon* junto com o Glandulocaudinae *Planaltina* sp. Este resultado reflete a diferença morfológica corporal das duas espécies, tendo *S. piaba* o corpo mais alto do que *S. heterodon*, porém, não reflete o padrão de uso de hábitat, já que as duas espécies tiveram grande sobreposição. Demonstra também a prevalência dos aspectos ecológicos sobre as relações filogenéticas. As espécies nectônicas tiveram maior densidade em habitats lentos, exceto *B. stramineus*. Quanto à profundidade e ao substrato, ocorreram em diversas classes, tendo o grupo incluído todas as espécies generalistas a estes dois parâmetros.

Para muitas espécies de peixes de água doce, o uso do hábitat é influenciado por aspectos como velocidade da água, substrato e profundidade (Gorman & Karr, 1978; Jowett & Richardson, 1995; Lamouroux et al., 1999). As espécies de pequeno porte mais abundantes na bacia do rio das Velhas apresentaram seleção por habitats em relação a estas características hidráulicas, notadamente a velocidade média da água. A resistência da água sobre o corpo dos peixes apresenta alta correlação com aspectos hidrodinâmicos (Matthews, 1998), sendo esperado que influencie a ocupação dos habitats pelas espécies. Blanck et al. (2007) acrescentam que, juntamente com os aspectos hidráulicos, a temperatura da água e o oxigênio dissolvido podem impor importantes restrições energéticas aos organismos aquáticos, influenciando a distribuição das espécies.

Todas as espécies foram registradas na primeira classe de velocidade, tendo a maioria delas selecionado habitats lentos. Ambientes rápidos devem ser mais restritivos às espécies, uma vez que a movimentação e a manutenção da posição corporal neste tipo de hábitat envolvem maiores gastos energéticos

(Lamouroux et al., 2002; Casatti & Castro, 2006). Os Siluriformes apresentaram maior densidade em maiores velocidades do que os Characiformes. Casatti et al. (2001) e Casatti (2005) associaram o predomínio da ordem Siluriformes em riachos tropicais à predominância de corredeiras e trechos de maior velocidade da água, principalmente no curso superior dos riachos. Em geral, Siluriformes apresentam adaptações para ocupar habitats com maior velocidade da água, sejam elas comportamentais ou morfológicas. A ocupação de corredeiras envolve adaptações morfológicas, comportamentais e de história de vida que tornam a permanência das espécies energeticamente viável (Mahon, 1984; Blanck et al., 2007). Blanck et al. (2007) sugerem, ainda, que estas limitações energéticas devem selecionar espécies com habilidades para rápida colonização.

Para os demais parâmetros hidráulicos, o uso de hábitat da maioria das espécies foi de profundidades e substratos variados. Sobretudo, deve-se fazer uma ressalva em relação ao fato do método utilizado para referir-se velocidade e profundidade ser local e não focal, ou seja, o ponto exato na coluna d'água onde o indivíduo ocorre.

Das 16 espécies, cinco preferem habitats rasos, quatro preferem profundidades intermediárias, cinco habitam ambientes fundos e duas ocorrem em todo o gradiente amostrado. Dentre as espécies mais seletivas ao substrato, destacam-se as bentônicas, como *Hisonotus* sp., por raiz na margem; *Bunocephalus* sp., por banco de folhas; *Trichomycterus* sp., por seixo; *Rineloricaria* sp., por areia e *C. fasciatum*, por matacão. Considerando que estas espécies passam grande parte do tempo e realizam a maioria de suas atividades de forrageamento junto ao substrato é de se esperar que elas sejam mais especialistas em relação a este aspecto do que as espécies nectônicas. Considerando os substratos finos, apenas *Planaltina* sp. teve maior densidade em silte+argila e *Rineloricaria* sp. e *H. marginatus*, em areia. Considerando as características físicas do trecho estudado do rio das Velhas, como altas

velocidades, ausência de substrato vegetal e predominância de partículas finas, pode ser um problema, ou até mesmo impossível, para algumas destas 16 espécies abundantes, permanecerem neste trecho da bacia.

As espécies de *Serrapinnus* apresentaram grande sobreposição de habitat, tendo sido encontradas juntas em cerca de 70% da área em que pelo menos uma foi detectada. Em todos os registros, *S. heterodon* ocorreu em maior abundância do que *S. piaba*. Entretanto, em coletas feitas nas lagoas marginais da bacia, *S. piaba* foi registrada em maior abundância (dados não publicados). Este pode ser um indício de que as espécies preferem ambientes diferentes: lântico, no caso de *S. piaba* e lótico, para *S. heterodon*. Da mesma forma, o formato corporal das duas espécies é diferente: *S. piaba* possui o corpo curto e alto e *S. heterodon*, alongado e baixo. O formato corporal fusiforme é mais eficiente, energeticamente, para a locomoção em ambientes lóticos, enquanto o corpo arredondado e alto favorece os movimentos curtos e a realização de manobras, sendo mais apropriado em ambientes lânticos (Gatz Júnior, 1979b; Langerhans et al., 2003; Neves & Monteiro, 2003). No dendrograma da análise de agrupamentos, *S. heterodon* agrupou-se com *Planaltina* sp. e *S. piaba* com *Astyanax* sp., devido à maior similaridade ecomorfológica a estas espécies do que as congênicas entre si. Assim como encontrado por Casatti & Castro (2006) para outras espécies de riacho no alto rio São Francisco, este parece ser um caso de prevalência dos aspectos ecológicos sobre as relações filogenéticas.

O gênero *Characidium* compreende espécies encontradas em diversos habitats, principalmente corpos d'água com alta velocidade da água (Buckup, 2003). Na bacia do rio das Velhas, as espécies de *Characidium* apresentaram nítida segregação espacial no rio Curimataí, onde ocorreram em simpatria. *Characidium fasciatum*, *C. lagosantensis* e *C. zebra* ocuparam habitats com diferentes características, tanto de velocidade quanto de profundidade e substrato. Embora similares morfológicamente, as espécies estão separadas

ecologicamente e devem coexistir raramente, visto os baixos índices de sobreposição de habitat. Especializações ecológicas devem ser ajustes para facilitar a partição de recursos e minimizar a competição interespecífica (Watson & Balon, 1984; Wikramnayake, 1990). Segundo Miller (1984), modelos ecomorfológicos podem sugerir partição de recursos entre duas espécies, uma vez que consideram que uma espécie é correspondente ao seu mosaico morfológico. Porém, o processo de coevolução competitiva é dificilmente testado e comprovado, limitando-se apenas às inferências a partir das evidências encontradas (Wikramanayake, 1990).

Por outro lado, não houve separação destas três espécies no espaço ecomorfológico, o que evidencia a restrição filogenética na diversificação da morfologia corporal do grupo. Assim, seria difícil inferir, apenas a partir dos atributos morfológicos utilizados neste trabalho, que as espécies ocupam microhabitats diferentes. As características de *Characidium* são: corpo fusiforme, nadadeiras pares relativamente largas e horizontalmente orientadas e boca pequena (Casatti & Castro, 2006). Esse tipo de informação é importante, pois se poderia pensar que um único tipo de hábitat atenderia a espécies tão parecidas morfolologicamente e, na verdade, o que se vê é que seus requerimentos são diferentes e específicos.

Peixes de água doce utilizam uma grande diversidade de habitats, com várias pressões seletivas e o formato corporal das espécies afeta diretamente seu desempenho natatório (Webb, 1984), limitando sua ocupação a determinados ambientes. A relação entre a morfologia corporal das espécies e aspectos hidráulicos dos seus habitats é relativamente bem conhecida. Entretanto, o conhecimento dos requerimentos e do uso de hábitat das espécies é pouco abordado e elucidado, sendo de suma importância para o manejo adequado das espécies e a restauração de habitats (Rosenfeld, 2003), sobretudo em uma bacia tão ameaçada pelas atividades antrópicas, como a do rio das Velhas.

As informações de uso de hábitat obtidas durante a realização deste estudo são as primeiras deste tipo para os peixes da bacia do rio das Velhas e poderão constituir uma importante base para o desenvolvimento de modelos preditivos, visando entender como a comunidade responde a mudanças no ambiente hidráulico, com o conseqüente comprometimento de sua estrutura física, notadamente pelo assoreamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. A. Seasonal microhabitat use by juvenile Spring Chinook Salmon in the Yakima River Basin. **Washington Rivers**, Washington, v. 7, n. 4, p. 314-332, 2000.

ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. Historical changes in the rio das Velhas fish fauna – Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 45, p. 587-602, 2005.

BEAUMORD, A. C.; PETRERE, M. Fish communities of Manso River, Chapada dos Guimarães, MT, Brazil. **Acta Biologica Venezuelica**, Caracas, v. 152, p. 21-35, 1994.

BLANCK, A.; TEDESCO, P. A.; LAMOUREUX, N. Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 843-859, 2007.

BUCKUP, P. A. Family Crenuchidae (South American darters). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JÚNIOR, C. J. (Ed.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 87-95.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. A fish community of the São Francisco River headwater riffles, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, Munchen, v. 9, p. 229-242, 1998.

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**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

CASATTI, L. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2005.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2001.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; FERREIRA, K. M.; RIBEIRO, A. C.; BENINE, R. C.; DARDIS, G. Z. P.; MELO, A. L. A.; STOPIGLIA, R.; ABREU, T. X.; BOCKMAN, F. A.; CARVALHO, M.; GIBRAN, F. Z.; LIMA, F. C. T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-31, 2003.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; MELO, A. L. A.; MARTINS, L. S. F.; FERREIRA, K. M.; GIBRAN, F. Z.; BENINE, R. C.; CARVALHO, M.; RIBEIRO, A. C.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; PELIÇÃO, G. Z.; STOPIGLIA, R.; LANGEANI, F. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2004.

CODY, M. L.; MOONEY, H. A. Convergence versus nonconvergence in Mediterranean-climate ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 9, p. 265-321, 1978.

DOUGLAS, M. E.; MATTHEWS, W. J. Does morphology predict ecology? Hypothesis testing within a freshwater fish assemblage. **Oikos**, Oxford, v. 65, p. 213-224, 1992.

FERREIRA, K. M. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2001.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158 p. (Série de Publicações Técnicas/SPT-010).

GATZ JÚNIOR, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, Washington, v. 60, p. 711-718, 1979a.

GATZ JÚNIOR, A. J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, New Orleans, v. 21, p. 91-124, 1979b.

GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, Washington, v. 59, p. 507-515, 1978.

GOSLINE, W. A. **Functional morphology and classification of teleostean fishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1971. 208 p.

GROSSMAN, G. D.; DE SOSTOA, A. Microhabitat use by fish in the lower Rio Matarraña, Spain, 1984-1987. **Ecology of Freshwater Fish**, Copenhagen, v. 3, p. 123-136, 1994.

GROSSMAN, G. D.; RATAJCZAK JÚNIOR, R. E.; CRAWFORD, M.; FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.

HORA, S. L. Ecology, bionomics and evolution of the torrential fauna, with special reference to the organs of attachment. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 28, p. 171-282, 1930.

JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 58, p. 157-170, 2001.

JOWETT, I. G.; RICHARDSON, J. Habitat preferences of common, riverine New Zealand native fishes and implications for flow management. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 29, p. 13-23, 1995.

LAMOUREUX, N.; CAPRA, H.; POUILLY, M.; SOUCHON, Y. Fish habitat preferences in large streams of southern France. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 673-687, 1999.

LAMOUREUX, N.; POFF, N. L.; ANGERMEIER, P. L. Intercontinental convergence of stream fish community traits along geomorphic and hydraulic gradients. **Ecology**, Washington, v. 83, p. 1792-1807, 2002.

LANGERHANS, R. B.; LAYMAN, C. A.; LANGERHANS, A.; DEWITT, T. J. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. **Biological Journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 80, p. 689-698, 2003.

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 JÚNIOR, C. J. (Ed.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 106-169.

LINCOLN, R. J.; BOXSHALL, G. A.; CLARK, P. F. **Diccionario de ecología, evolución y taxonomía**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1995. 488 p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Fish communities in tropical freshwaters**. New York: Longman, 1975. 284 p.

MAHON, R. Divergent structure in fish taxocenes of north temperate stream. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 41, p. 330-350, 1984.

MATTHEWS, W. J. **Patterns in freshwater fish ecology**. New York: Chapman and Hall, 1998. 756 p.

MILLER, G. L. Seasonal changes in morphological structuring in a guild of benthic stream fishes. **Oecologia**, Berlin, v. 63, p. 106-109, 1984.

MILLER, R. R.; WILLIAMS, D.; WILLIAMS, J. E. Extinctions of North American fishes during the past century. **Fisheries**, London, v. 14, p. 22-38, 1989.

NEVES, F. M.; MONTEIRO, L. R. Body shape and size divergence among populations of *Poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, London, v. 63, p. 928-941, 2003.

POFF, N. L.; ALLAN, D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; SPARKS, R. E.; STROMBERG, J. C. The natural regime flow – a paradigm for river conservation and restoration. **BioScience**, Washington, v. 47, n. 11, p. 769-784, 1997.

POFF, N. L. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 16, p. 391-409, 1997.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 47, p. 11-22, 2005.

ROSENFELD, J. Assessing the habitat requirements of stream fishes: an overview and evaluation of different approaches. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 132, p. 953-968, 2003.

STATISTICA SOFTWARE. **Statistica for Windows** - computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2001.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP, 1973. 317 p.

VADAS JÚNIOR, R. L.; ORTH, D. J. Habitat use of fish communities in a Virginia stream system. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 59, p. 253-269, 2000.

WATSON, D. J.; BALON, E. Ecomorphological analysis of taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, London, v. 25, p. 371-384, 1984.

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

WIKRAMANAYAKE, E. D. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. **Ecology**, Washington, v. 71, p. 1756-1764, 1990.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 61, p. 343-365, 1991.

CAPÍTULO 4

PLASTICIDADE MORFOLÓGICA E USO DO HÁBITAT POR *Piabina argentea* Reinhardt 1867 EM RIOS COM DIFERENTES GRAUS DE PRESERVAÇÃO E CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS, NA BACIA DO RIO DAS VELHAS, MINAS GERAIS

RESUMO

No presente trabalho, foram investigadas diferenças ecomorfológicas e dos padrões local e regional de uso de hábitat de *Piabina argentea*, em quatro rios da bacia do rio das Velhas, que apresentam diferentes graus de preservação e diferentes aspectos hidráulicos. Em cada hábitat amostrado, mediram-se profundidade, velocidade da água e substrato. Para as análises morfológicas, foram obtidos 17 atributos ecomorfológicos de 40 exemplares de *P. argentea* de cada rio. As populações apresentaram grande sobreposição no espaço ecomorfológico, entretanto, a análise da função discriminante mostrou haver diferença significativa entre elas (Wilk's $\lambda=0,347$; $F_{9, 374}= 22,69$; $p<0,01$), em termos dos atributos: índice de compressão, altura relativa e índice de achatamento ventral. A diferença foi, principalmente, do rio das Velhas em relação aos tributários. Os indivíduos do rio das Velhas também apresentaram os menores valores do índice de sobreposição em relação às populações dos demais rios. A espécie foi mais restritiva à velocidade média da água e mais generalista aos outros aspectos hidráulicos. Em todos os rios, indivíduos jovens selecionaram habitats lentos e rasos, que devem ser mais adequados à fuga de predadores de maior porte. Os padrões locais de seleção de hábitat pela espécie não foram congruentes em todos os rios, mas, em geral, houve predomínio do padrão regional: habitats lentos, profundidade entre 20 a 40 cm e 60 a 80 cm e substrato areia, silte+argila e banco de folhas. Considerando as características hidráulicas de cada rio e o padrão regional de *P. argentea*, boa parte dos seus requerimentos de hábitat é contemplada nos quatro rios. Entretanto, sendo a velocidade da água um aspecto importante para a seleção de hábitat por indivíduos de todos os tamanhos, o trecho do rio das Velhas, que é o mais veloz, deve oferecer à espécie menos opções de ambientes lentos.

Palavras-chave: ecomorfologia, assoreamento, sobreposição morfológica, seleção de hábitat, Characidae

*Orientador: Paulo dos Santos Pompeu

ABSTRACT

This study aims to investigate the local and regional patterns of habitat use by *Piabina argentea* in rivers with different conservation status. Field work was carried out in the rio das Velhas basin, one of the most important tributaries of rio São Francisco. *Piabina argentea* were collected in: Cipó, Curimataí, Pardo Grande and Velhas River. For each habitat, the sampled area was estimated and velocity, depth and substrate were measured. Ecomorphological analysis was performed using 17 ecomorphological attributes and 40 specimens from each river. Although the populations were overlapped in the morphological space, the Discriminant Function Analysis showed that they are statistically different (Wilk's $\lambda=0.347$; $F_{9, 374}= 22.69$; $p< 0.01$), mainly rio das Velhas from tributaries. The most important attributes in the analysis were: compression index, relative depth and index of ventral flattening. These populations belong to a morphological gradient and are not totally separated. The index of morphological overlap indicated that *Piabina argentea* from Velhas River has the lowest values of overlap than the other rivers. The local patterns of habitat use were not similar between all rivers, but in general, the regional pattern was: slow flowing habitats with 20 to 40 cm and 60 to 80 cm of depth and sand, silte+clay and leave banks as substrate. Considering the hydraulic characteristics of each river and the regional habitat use pattern, a great amount of the species requirements is observed in the four rivers.

Key words: ecomorphology, sedimentation, morphological overlap, habitat selection, Characidae.

*Guidance Committee: Dr. Paulo dos Santos Pompeu

1 INTRODUÇÃO

O formato corporal é o principal componente do fenótipo de um organismo, influenciando sua eficiência de forrageamento, desempenho locomotor, vulnerabilidade à predação e sucesso reprodutivo (Guill, 2003). No caso dos peixes, a resistência da água sobre o corpo e seus aspectos hidrodinâmicos são altamente correlacionados à locomoção (Matthews, 1998).

As características morfológicas das espécies devem refletir aspectos ecológicos importantes e dar indicativos de seus hábitos e adaptações aos ambientes onde vivem (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984; Winemiller, 1991). Dessa forma, o fenótipo do indivíduo determina os limites de seu desempenho no que diz respeito à faixa de recursos que é capaz de explorar (Wainwright, 1994). Dentro desta faixa de recursos, os indivíduos podem selecionar os habitats que vão efetivamente ocupar, sendo, geralmente, forte a relação das espécies com as variáveis velocidade da água, profundidade e substrato (Gorman & Karr, 1978; Grossman & De Sostoa, 1994; Jowett & Richardson, 1995; Grossman et al., 1998; Lamouroux et al., 1999; Allen, 2000; Vadas Júnior & Orth, 2000; Blanck et al., 2007).

Ambientes aquáticos, geralmente, apresentam grande variabilidade espacial e temporal, tanto de aspectos bióticos quanto abióticos (Lowe-McConnell, 1987). Portanto, um único fenótipo não deve oferecer o melhor desempenho para uma espécie em todas as situações (Pakkasmaa & Piironen, 2001). Regimes seletivos diferentes podem gerar e manter diversidade fenotípica que, por sua vez, pode ser resultado de diferenças genéticas ou plasticidade fenotípica (Robinson & Wilson, 1994; Travis, 1994). Por outro lado, o fluxo gênico e a migração de indivíduos devem restringir e limitar a diversificação adaptativa entre populações em ambientes distintos (Langerhans et al., 2003).

A diversidade morfológica intraespecífica de peixes é bem documentada na literatura (Robinson & Wilson, 1994; Smith & Skúlason, 1996; Brinsmead & Fox, 2002; Langerhans et al., 2003; Neves & Monteiro, 2003), principalmente em relação ao caráter lótico ou lêntico dos ambientes. O melhor entendimento de conceitos ecológicos e das relações de forma e função entre os caracteres morfológicos e aspectos do ambiente permitiu o amplo uso da ecomorfologia em estudos ecológicos e evolutivos (Cunico & Agostinho, 2006). Entretanto, sua aplicação como ferramenta para avaliar as consequências da alteração e da perda de habitats, devido a atividades antrópicas, ainda é pouco difundida. Sabendo-se que a morfologia corporal das espécies está relacionada ao seu uso de hábitat e desempenho de nicho (Gatz Júnior, 1979a), a alteração de habitats deve afetar diretamente estas espécies (Cunico & Agostinho, 2006).

A piaba *Piabina argentea* Reinhardt, 1867, é uma espécie de pequeno porte que tem como localidade tipo o rio das Velhas. Distribui-se amplamente pela América do Sul, com registro para as bacias dos rios Alto Paraná, São Francisco, Itapicuru, Paraíba e Itapemirim (Lima et al., 2003). Na bacia do rio das Velhas, pode ser encontrada em diferentes ambientes, incluindo a calha principal e seus tributários (Alves & Pompeu, 2001).

O presente trabalho foi realizado com os objetivos de investigar os padrões local e regional de uso de hábitat e ecomorfologia de *Piabina argentea* em diferentes trechos na bacia do rio das Velhas, respondendo às seguintes perguntas (i) Qual é a seleção de hábitat de *Piabina argentea* na bacia do rio das Velhas? (ii) O uso hábitat da espécie estudada é o mesmo para suas diferentes classes de tamanho? (iii) O uso de hábitat da espécie difere em rios distintos? (vi) Populações de *Piabina argentea* encontradas nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e Velhas diferem ecomorfologicamente? (v) Os padrões locais de seleção de hábitat de *P. argentea* relacionam-se às diferenças ecomorfológicas?

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia do rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco. Sua bacia de drenagem compreende uma área de 27.867 km² (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 1983; Plano..., 1986) e a calha principal possui 761 km de extensão e 38 m de largura média (CETEC, 1983; Plano..., 1986). A bacia do rio das Velhas apresenta grande relevância histórica e biológica, por abrigar uma rica fauna de peixes (115 espécies conhecidas) e ter sido base de importantes estudos dos naturalistas Reinhardti e Lutken, no século XIX.

O rio das Velhas nasce próximo à região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e recebe esgoto doméstico desta capital assim como de vários municípios ao longo do seu curso. A ocupação das margens, assim como a utilização de sua água para abastecimento de várias cidades, também vêm contribuindo para a sua degradação.

Foram amostrados os seguintes tributários do rio das Velhas: rio Cipó, próximo a Presidente Juscelino (18°41'7.1''S, 43°59'48.7''W; 576m); rio Curimataí, próximo a Augusto de Lima (17°59'33.3''S, 44°10'48.2''W; 543m) e o rio Pardo Grande, próximo a Santo Hipólito (18°13'43.3''S, 44°13'3.1''W; 516m), além da calha principal do rio das Velhas, próximo a Rio Acima (20°06'01.44''S, 43°47'35.85''W; 742m) (Figura 1). Os trechos estudados dos quatro rios foram escolhidos considerando porte, aspectos hidrológicos e geomorfológicos, garantindo a comparabilidade entre eles. O rio das Velhas, no trecho amostrado, apresenta-se bastante assoreado e degradado, enquanto os tributários são considerados trechos de referência na bacia por abrigarem uma rica ictiofauna e possuírem boa integridade física (Pompeu et al., 2005).

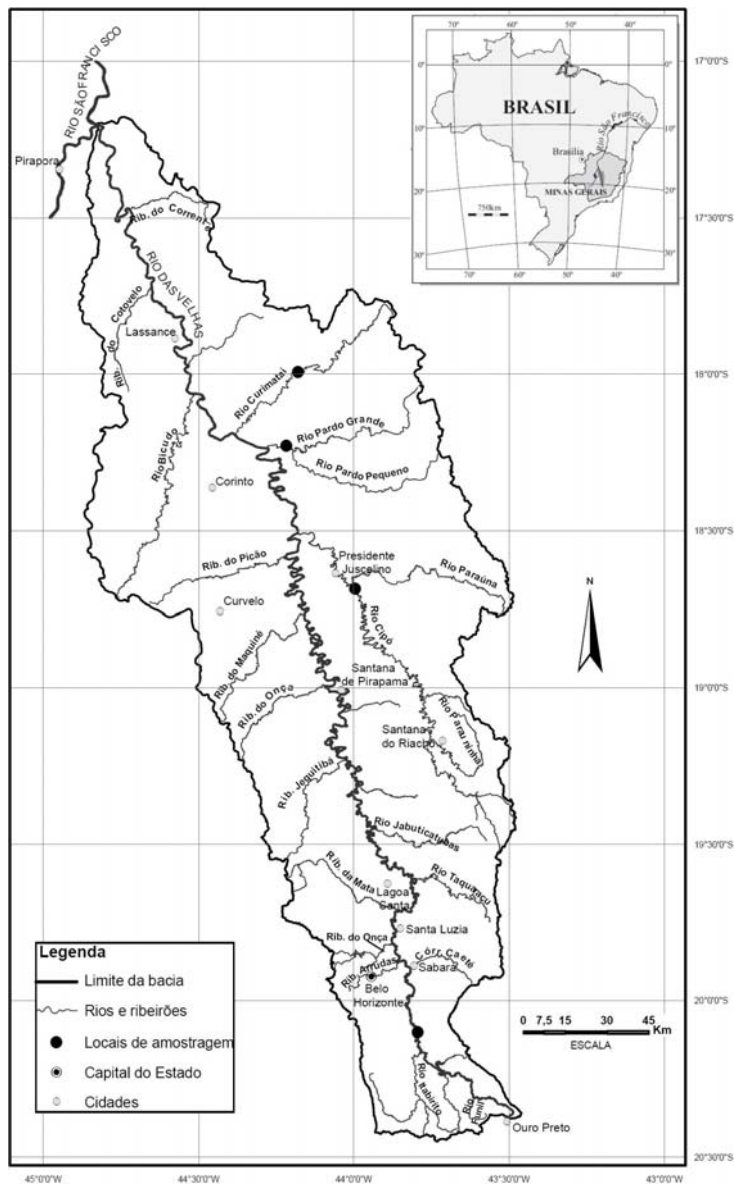


FIGURA 1 Mapa da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, indicando os trechos amostrados nos rios das Velhas, Cipó, Pardo Grande e Curimataí.

2.2 Coleta de dados

Os exemplares foram capturados durante o dia, na estação seca, em setembro de 2007. Em cada rio, a amostragem foi realizada em dois dias, totalizando oito dias consecutivos em campo. Em um trecho de 500 m de cada rio, foi amostrado o maior número possível de habitats, sendo estes definidos como unidades homogêneas distinguíveis visualmente a partir da combinação das características substrato, velocidade e profundidade (i.e. corredeira rasa de cascalho, praia de areia com profundidade intermediária, banco de folhas com baixa velocidade e profundidade, etc.). Definidos os limites de um hábitat, seguiram-se a coleta de peixes e a caracterização física dos mesmos.

Os peixes foram capturados com rede de arrasto (6 m de comprimento, 5 mm de malha) e peneira de tela mosquiteiro (80 cm de diâmetro, 1 mm de malha). Em campo, os exemplares coletados foram etiquetados e fixados em solução de formol 10%. No laboratório, foram conservados em solução de álcool 70° GL. Para a caracterização física dos habitats, a área foi estimada em m². Profundidade e velocidade média da água foram medidas com o fluxímetro eletrônico Swoffer (modelo 2100), sendo a velocidade tomada a 60% da profundidade. Estes dois parâmetros foram divididos em seis classes cada, com intervalo fechado à esquerda e aberto à direita: 0-0,5 m/s; 0,5-1,0 m/s; 1,0-1,5m/s; 1,5-2,0 m/s; 2,0-2,5 m/s; >2,5 m/s, para velocidade e 0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm; 60-80 cm; 80-100 cm; >100cm, para profundidade. Uma amostra de substrato foi coletada para análises granulométricas em laboratório, sendo consideradas as seguintes classes: silte+argila (<0,063 mm), areia (0,063 a 2 mm), cascalho (4 mm), seixo (>16 e <300 mm) e matacão (>300 mm) (Suguio, 1973). O substrato dominante foi definido como o percentil 50 da proporção de cada granulometria, ordenada em um gradiente de tamanho. Além destas, foram consideradas mais duas classes de substrato: banco de folhas e raiz na margem.

Para as análises morfométricas, foram separados 40 indivíduos de *Piabina argentea* de cada rio, que haviam sido coletados em locais com velocidade entre 0 e 0,5 m/s. Os indivíduos foram medidos com paquímetro digital (0,01mm de precisão). Foram realizadas dezesseis medidas lineares (Figura 2) e cinco medidas de área de cada indivíduo. A medida das áreas foi feita estendendo-se e desenhando-se o contorno das nadadeiras e do corpo dos peixes em papel milimetrado. Foram, então, calculados dezessete atributos ecomorfológicos. São eles:

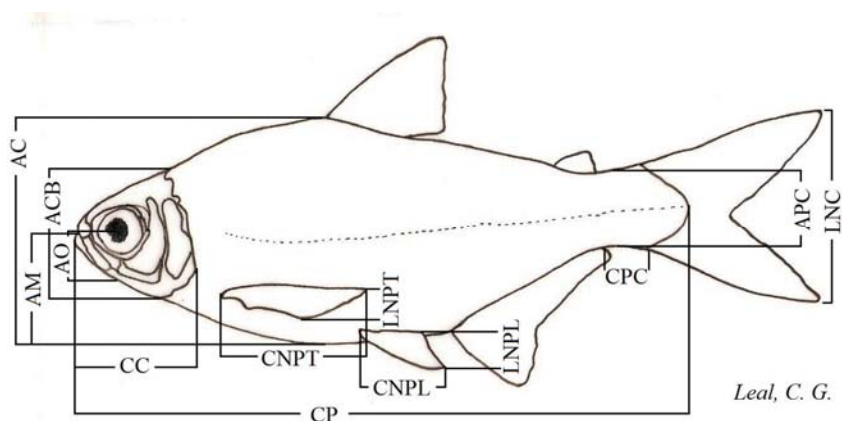


FIGURA 2 Treze das 16 medidas lineares obtidas de cada indivíduo para as análises ecomorfológicas dos peixes da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. As siglas estão explicadas abaixo.

1) **índice de compressão (IC)**: altura máxima do corpo, dividida pela largura máxima do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes lateralmente comprimidos, habitantes de locais com baixa velocidade da água (Watson & Balon, 1984);

2) **altura relativa (AR)**: altura máxima do corpo, dividida pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Inversamente relacionada à

velocidade da água e diretamente relacionada à capacidade de desenvolver deslocamentos verticais (Gatz Júnior, 1979b);

3) **índice de achatamento ventral (IAV)**: altura máxima do corpo, dividida pela máxima altura média (distância do ventre até a linha que corta o corpo entre o focinho e o meio da cauda) (Gatz Júnior, 1979b). Baixos valores são típicos de peixes que vivem em águas com alta velocidade, possibilitando que mantenham sua posição, sem realizar natação (Hora, 1930);

4) **posição relativa dos olhos (PRO)**: altura do olho (em seu ponto médio), dividida pela altura da cabeça (Watson & Balon, 1984). É indicativo da preferência de hábitat vertical (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores sugerem peixes bentônicos com olhos dorsalmente localizados (Watson & Balon, 1984);

5) **posição da boca (PB)**: ângulo formado pela tangente dos lábios superior e inferior com a boca totalmente aberta e o plano perpendicular ao eixo longitudinal (Gatz Júnior, 1979b). Caracteriza-se como: superior = entre 10° e 80°; terminal = 90°; inferior = entre 100° e 170° e ventral = 180° (Freire & Agostinho, 2001). Os valores em graus foram convertidos para escala decimal, sendo 1° = 60 (Casatti & Castro, 2006);

6) **comprimento relativo da cabeça (CRC)**: comprimento da cabeça, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente relacionado ao tamanho da presa, valores altos sugerem espécies predadoras de presas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

7) **comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPC)**: comprimento do pedúnculo caudal (distância entre o final da nadadeira anal e o início do caudal), dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Pedúnculos relativamente longos indicam peixes que habitam águas turbulentas e possuem boa habilidade para natação (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984);

8) **índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC)**: altura do pedúnculo caudal, dividida pela largura do pedúnculo caudal (Gatz Júnior,

1979a). É inversamente relacionado à amplitude dos movimentos natatórios, altos valores indicam pedúnculos comprimidos, típico de nadadores menos ativos (Gatz Júnior, 1979b);

9) **razão aspecto nadadeira caudal (RANC)**: quadrado da altura da nadadeira caudal, dividido pela área da nadadeira caudal (Gatz Júnior, 1979b). Diretamente proporcional à quantidade de natação que o peixe realiza (Gatz Júnior, 1979b);

10) **razão aspecto da nadadeira peitoral (RANPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadeiras longas e sugerem peixes com grande capacidade natatória (Watson & Balon, 1984);

11) **razão aspecto da nadadeira pélvica (RANPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pela sua largura (Gatz Júnior, 1979b). Valores baixos são observados em peixes que utilizam as nadadeiras pélvicas para realizar frenagens e nadar para frente e maiores valores para aqueles que as utilizam para recuar e manter sua posição na coluna d'água (Gatz Júnior, 1979b);

12) **comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRNPT)**: comprimento da nadadeira peitoral, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Altos valores indicam peixes habitantes de águas lentas e que realizam muitas manobras (Gatz Júnior, 1979b);

13) **comprimento relativo da nadadeira pélvica (CRNPL)**: comprimento da nadadeira pélvica, dividido pelo comprimento padrão (Gatz Júnior, 1979b). Relaciona-se à preferência de hábitat, sendo mais longa em habitats rochosos e mais curta em espécies nectônicas (Gatz Júnior, 1979b);

14) **área relativa de nadadeira caudal (ARNC)**: área da nadadeira caudal, dividida pela área do corpo (Watson & Balon, 1984). Valores elevados

indicam nadadeiras capazes de produzir impulsos rápidos, típicos à natação de muitos peixes bentônicos (Watson & Balon, 1984);

15) **área relativa da nadadeira peitoral (ARNPT)**: área da nadadeira peitoral, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Valores elevados indicam nadadores lentos que utilizam essas nadadeiras para executar manobras. Porém, peixes habitantes de águas rápidas que as utilizam como superfícies de deflexão da água, mantendo seu corpo junto ao substrato, também possuem altos valores (Watson & Balon, 1984);

16) **área relativa da nadadeira pélvica (ARNPL)**: área da nadadeira pélvica, dividida pela área do corpo (Gatz Júnior, 1979b). Peixes bentônicos apresentam áreas relativamente grandes (Gatz Júnior, 1979b);

17) **área relativa da nadadeira dorsal (ARND)**: área da nadadeira dorsal, dividida pela área do corpo (Casatti & Castro, 2006). A nadadeira dorsal é responsável pela estabilidade do peixe, sendo esperado que dorsais com áreas pequenas sejam mais eficientes em águas com maior velocidade (Gosline, 1971).

2.3 Análise dos dados

Para verificar a ordenação dos indivíduos de *Piabina argentea* de cada rio no espaço morfológico, foi realizada uma análise dos componentes Principais (PCA), com os valores brutos dos 17 atributos ecomorfológicos. Para avaliar se as populações são diferentes ecomorfolologicamente entre os rios, foi aplicada uma análise da função discriminante (DFA) passo-a-passo *Backward*, considerando a configuração padrão do programa Statistica 6.0 (Statistica Software – Statsoft, 2001). A análise começa com todos os atributos ecomorfológicos no modelo e, a cada passo, exclui aquele com maior valor de F e menor tolerância. Por fim, ficam retidos no modelo apenas os atributos que mais contribuem para a discriminação dos grupos.

Para avaliar seleção de hábitat de *P. argentea*, calculou-se a densidade relativa da espécie em cada classe de velocidade, profundidade e substrato. Esta avaliação foi feita separadamente em cada rio (padrão local) estudado, para cada uma das classes de comprimento padrão definidas: 10-15 mm, 15-20 mm, 20-25 mm, 25-30 mm, 30-35 mm, 35-40 mm, 40-45 mm, 45-50 mm e 50-55 mm. Estas classes são formadas por intervalo fechado à direita e aberto à esquerda. Da mesma forma, obteve-se a seleção de hábitat da espécie para todos os rios juntos (padrão regional). A seleção de hábitat ocorre quando um organismo usa determinado hábitat em maior proporção do que este se encontra disponível no ambiente (Rosenfeld, 2003).

O índice de sobreposição morfológica proposto por Gatz Júnior (1979a) foi calculado para *P. argentea*, para cada par de rio. Para tal, as médias de cada atributo foram comparadas entre os pares de rios por meio do teste T de Student, pelo programa Statistica 6.0 (Statsoft, 2001). O número de atributos não diferentes significativamente foi expresso percentualmente em relação ao número total de atributos e tido como a porcentagem de sobreposição. Para aplicar o índice, assumiu-se que foram medidos atributos suficientes relacionados a diferentes aspectos da biologia da espécie, para expressar seu nicho ecomorfológico (Gatz Júnior, 1979a).

3 RESULTADOS

No rio das Velhas, foi registrada a maior densidade de *Piabina argentea*, 0,94 indivíduos/m² e a maior abundância de indivíduos (273), seguido pelos rios Cipó (0,57 indivíduos/m²; 133), Curimataí (0,36 indivíduos/m²; 100) e Pardo Grande (0,33 indivíduos/m²; 197). No rio das Velhas, houve predomínio

de indivíduos de menor tamanho, 20 a 25 mm. No rio Curimataí, a classe mais frequente foi de 25 a 30 mm. Já nos rios Pardo Grande e Cipó, a maior abundância foi de indivíduos de 30 a 35 mm de comprimento padrão (Figura 3).

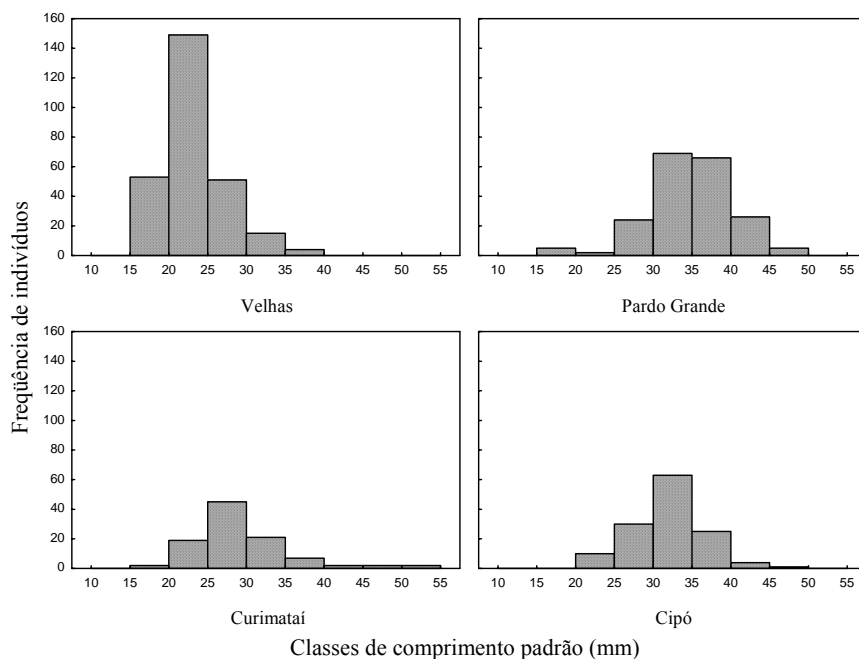


FIGURA 3 Distribuição dos indivíduos de *Piabina argentea* em classes de comprimento padrão (mm), para os quatro rios amostrados na bacia do rio das Velhas.

As médias e os desvios padrões dos atributos ecomorfológicos de *Piabina argentea* para cada rio encontram-se na Tabela 2. Os dois primeiros eixos da análise dos componentes principais foram responsáveis por 29,3% da variância (Tabela 3). O primeiro componente explicou 18,8% e os atributos que mais contribuíram negativamente para a sua formação foram área relativa da nadadeira pélvica e comprimento relativo da nadadeira pélvica; positivamente, o atributo comprimento relativo do pedúnculo caudal. Este eixo discriminou indivíduos com nadadeiras pélvicas maiores e longas e pedúnculo caudal curto

dos indivíduos com nadadeiras menores e curtas e pedúnculo longo. O segundo eixo reteve 10,5% da variância, sendo a área da nadadeira caudal relacionada negativamente e a altura relativa, positivamente. O gradiente sugerido foi de indivíduos com grande área da nadadeira caudal e corpo baixo, a indivíduos com nadadeira pequena e corpo alto.

TABELA 2 Média e desvio padrão dos atributos ecomorfológicos de *Piabina argentea* coletada nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. Siglas dos atributos ecomorfológicos: ver Material e Métodos.

Atributos	Cipó		Curimataí		Pardo Grande		Velhas	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
IC	1,76	0,13	1,91	0,14	1,92	0,14	1,94	0,16
AR	0,23	0,01	0,23	0,01	0,24	0,01	0,25	0,01
IAV	0,49	0,06	0,52	0,04	0,47	0,03	0,52	0,05
PRO	0,53	0,08	0,54	0,09	0,55	0,09	0,49	0,09
PB	1,17	0,09	1,21	0,06	1,18	0,11	1,15	0,10
CRC	0,26	0,01	0,27	0,01	0,27	0,01	0,26	0,02
CRPC	0,15	0,03	0,15	0,02	0,14	0,01	0,15	0,02
ICPC	2,48	0,44	2,85	0,41	2,51	0,34	3,00	0,48
RANC	2,67	0,61	2,69	0,72	3,02	0,85	2,18	0,55
RANPT	2,38	0,34	2,48	0,50	2,18	0,33	2,59	0,72
RANPL	1,95	0,37	2,09	0,46	1,77	0,26	2,36	0,75
CRNPT	0,19	0,01	0,20	0,01	0,19	0,01	0,19	0,02
CRNPL	0,14	0,01	0,14	0,01	0,13	0,01	0,12	0,01
ARNC	0,16	0,03	0,17	0,03	0,15	0,03	0,15	0,03
ARNPT	0,06	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01	0,06	0,02
ARNPL	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01
ARND	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,07	0,02

TABELA 3 Contribuição dos 17 atributos ecomorfológicos nos dois primeiros eixos do PCA, para *Piabina argentea* coletada nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil. Valores maiores que -0,3 e menores que 0,3 estão representados apenas com sinal positivo ou negativo.

Atributos ecomorfológicos	Eixos	
	PCA 1	PCA2
Índice de compressão	+	+
Altura relativa	-	0,52
Índice de achatamento ventral	0,52	-0,34
Posição relativa dos olhos	-0,42	+
Posição da boca	+	-
Comprimento relativo da cabeça	-	-0,36
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	0,55	-
Índice de compressão do pedúnculo caudal	0,52	-
Razão aspecto da nadadeira caudal	-	+
Razão aspecto da nadadeira peitoral	0,54	-
Razão aspecto da nadadeira pélvica	0,53	-
Comprimento relativo da nadadeira peitoral	-	-0,44
Comprimento relativo da nadadeira pélvica	-0,58	-
Área relativa da nadadeira caudal	-	-0,56
Área relativa da nadadeira peitoral	-0,53	-0,30
Área relativa da nadadeira pélvica	-0,74	-
Área relativa da nadadeira dorsal	-0,45	-0,41
Autovalor	3,2	1,8
Proporção da variação (%)	18,8	10,5
Variação cumulativa (%)		29,3

No espaço ecomorfológico, as quatro populações apresentaram grande sobreposição, embora, nos extremos de sua distribuição, os grupos sejam

diferentes (Figura 4). Considerando o primeiro eixo da análise (PCA1), os indivíduos dos rios Cipó, Curimataí e Pardo Grande encontram-se, principalmente, próximos ao zero e à esquerda deste (Figura 5). Para o rio das Velhas, a maioria dos pontos está distribuída à direita do zero. Em relação ao segundo eixo (PCA2), os indivíduos de Cipó e Curimataí estão, preferencialmente, abaixo do zero e aqueles dos rios Pardo Grande e das Velhas, acima do zero.

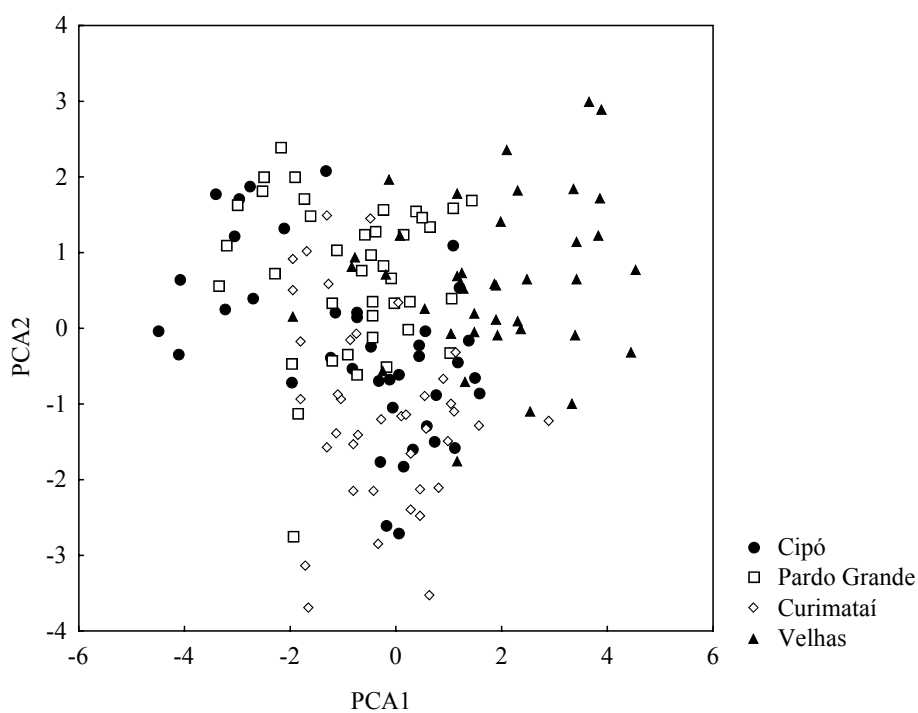


FIGURA 4 Projeção dos dois primeiros eixos da análise dos componentes principais, para os indivíduos de *Piabina argentea* coletados nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

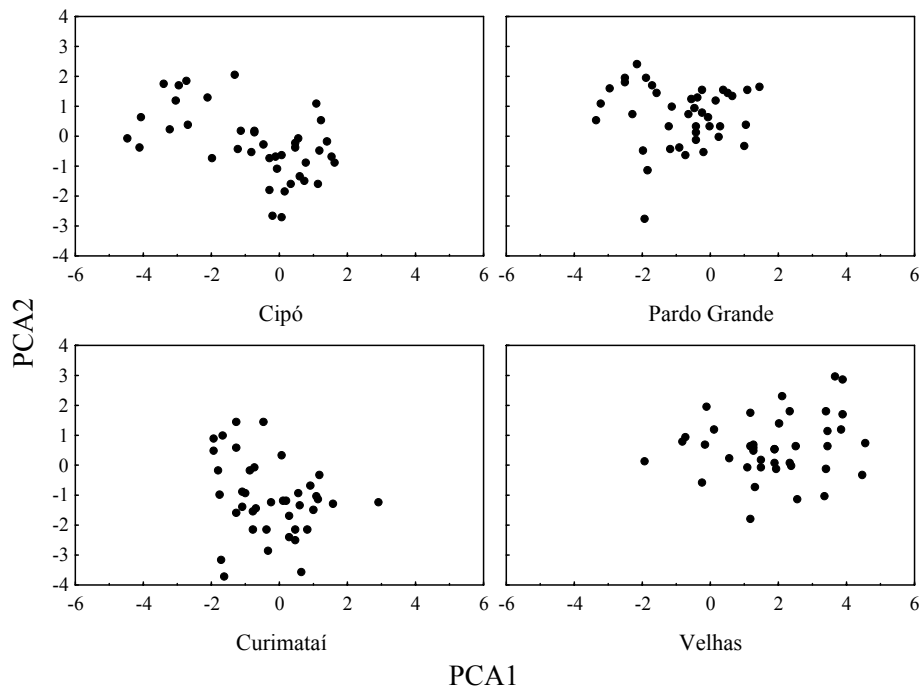


FIGURA 5 Ordenação dos indivíduos de *Piabina argentea* coletados em quatro rios da bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil, nos dois primeiros eixos da análise dos componentes principais.

A análise da função discriminante mostrou haver diferença significativa entre as populações de *P. argentea* dos quatro rios em relação aos atributos ecomorfológicos (Wilk's $\lambda=0,347$; $F_{9, 374}= 22,69$; $p<0,01$). Estas populações foram separadas por distâncias de Mahalanobis significativamente diferentes, sendo os pares das Velhas-Cipó, das Velhas-Curimataí e das Velhas-Pardo Grande ($D^2= 11,5$; $D^2=5,3$ $D^2= 7,1$, respectivamente), os mais distantes. Os atributos retidos no modelo, e que mais contribuíram para a separação dos grupos, foram (em ordem de importância): comprimento relativo da nadadeira pélvica, altura relativa e razão aspecto da nadadeira pélvica (Tabela 4). Os

demais atributos foram excluídos do modelo por sua baixa contribuição à separação dos grupos. Segundo a análise, a classificação correta dos casos foi de 82,5% dos exemplares de *P. argentea* do rio das Velhas, 80% do rio Cipó, 65% dos do rio Pardo Grande e apenas 35% do rio Curimataí.

TABELA 4 Valores de F para entrar e sair do modelo e tolerância obtidos pela análise da função discriminante passo-a-passo *Backward* para *Piabina argentea* coletada nos rios Cipó, Curimataí, Pardo Grande e das Velhas, bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

Variáveis retidas no modelo	F-para-sair	Tolerância
Comprimento relativo da nadadeira pélvica	40,51	0,88
Altura relativa	25,00	0,85
Razão aspecto da nadadeira pélvica	15,69	0,90
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	0,30	0,90
Posição relativa dos olhos	0,86	0,95
Razão aspecto da nadadeira peitoral	1,17	0,79
Área relativa da nadadeira peitoral	1,39	0,95
Área relativa da nadadeira dorsal	2,70	0,99
Área relativa da nadadeira caudal	3,51	0,99
Posição da boca	4,06	0,96
Comprimento relativo da nadadeira peitoral	4,51	0,92
Área relativa da nadadeira pélvica	5,63	0,91
Índice de compressão	6,59	0,92
Índice de achatamento ventral	8,21	0,93
Comprimento relativo da cabeça	8,76	0,99
Razão aspecto da nadadeira caudal	8,80	0,96
Índice de compressão do pedúnculo caudal	9,85	0,97

O índice de sobreposição morfológica indicou que *Piabina argentea* do rio das Velhas tem os menores valores de sobreposição em relação aos demais rios: 29,4% com os rios Cipó e Pardo Grande e 41,2% com o Curimataí (Tabela

5). Entre os tributários, Curimataí teve maior sobreposição com Cipó e Pardo Grande (64,7%) do que Cipó com Pardo Grande (52,9%).

TABELA 5 Porcentagem de sobreposição morfológica para *Piabina argentea* coletada na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

Rios	Cipó	Curimataí	Pardo Grande	Velhas
Cipó	100			
Curimataí	64,7	100		
Pardo Grande	52,9	64,7	100	
Velhas	29,4	41,2	29,4	100

A seleção da espécie estudada foi por habitats lentos, nos quatro rios amostrados (Figura 6). Apenas no rio Cipó, exemplares maiores foram predominantemente registrados em habitats rápidos, com velocidades entre 2,0 e 2,5 m/s. Nos demais rios, indivíduos de todos os tamanhos habitaram apenas ambientes com baixas velocidades. No rio das Velhas, *P. argentea* foi encontrada somente em velocidades entre 0 e 0,5 m/s. No rio Pardo Grande, indivíduos acima de 25 mm apresentaram uso de hábitat dividido entre as duas primeiras classes de velocidade.

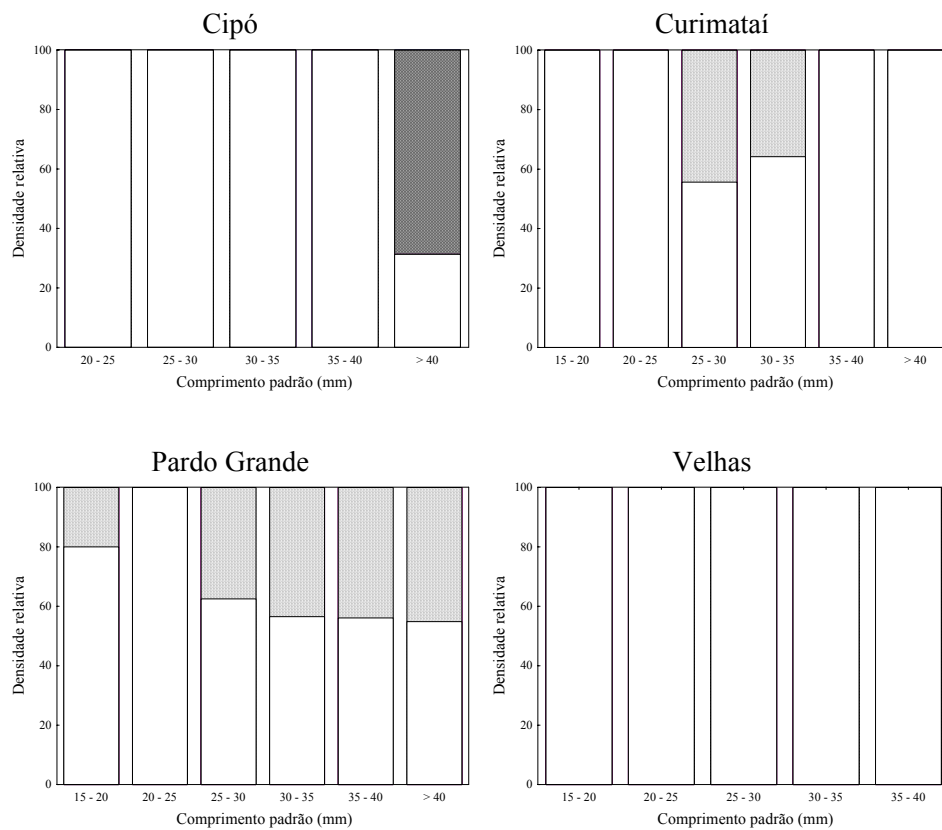


FIGURA 6 Densidade relativa das classes de comprimento padrão de *Piabina argentea* nos intervalos de velocidade da água em m/s (□ 0-0,5; ▨ 0,5-1,0; ▩ 2,0-2,5) coletada na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

Considerando os quatro rios, *P. argentea* foi encontrada em todas as classes de profundidade (Figura 7). Em todos eles, os indivíduos menores foram predominantemente registrados em habitats rasos, 0 a 20 cm, no caso do rio Cipó e 20 a 40 cm, nos demais. Nos rios Cipó, Curimataí e das Velhas, os maiores indivíduos foram mais abundantes em maiores profundidades. No rio Pardo Grande, o padrão foi semelhante entre as classes de tamanho.

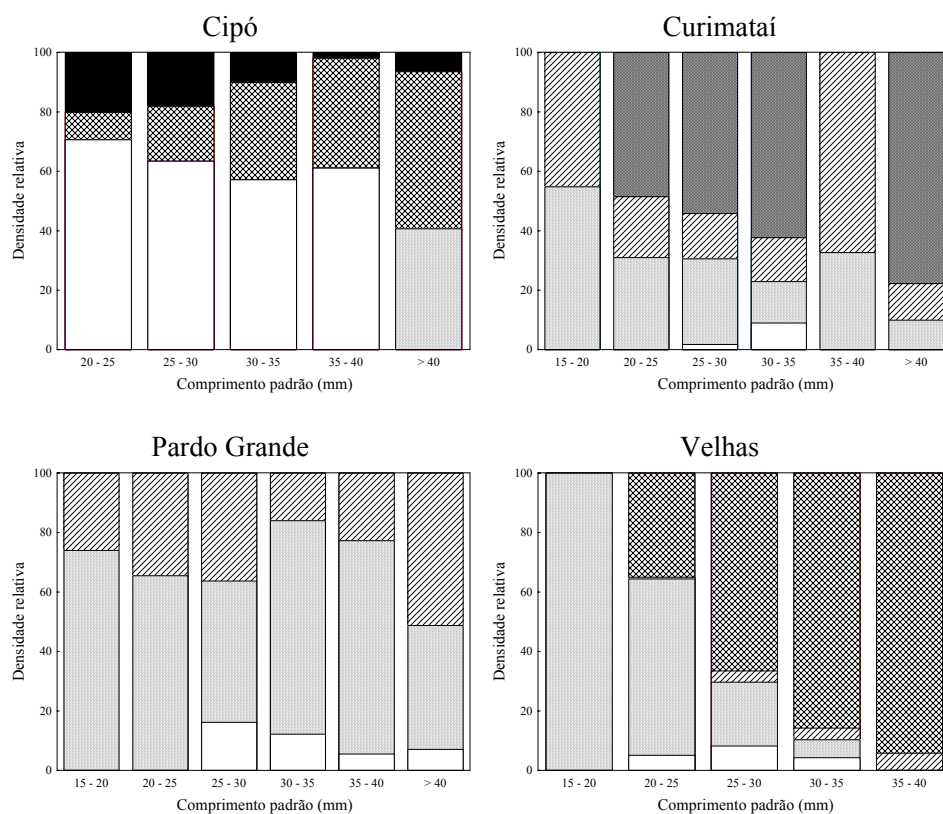


FIGURA 7 Densidade relativa das classes de comprimento padrão de *Piabina argentea* nos intervalos de profundidade em cm (□ 0-20; ▤ 20-40; ▨ 40-60; ▩ 60-80; ▪ 80-100; ■ >100), na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

No rio Cipó, *P. argentea* de todos os tamanhos esteve associada apenas a dois tipos de substrato, seixo e, principalmente, areia (Figura 8). No rio Curimataí, indivíduos maiores e menores selecionaram banco de folhas, mas em todas as classes houve boa representatividade em cascalho. No rio Pardo Grande, a seleção foi por silte+argila, em todas as classes de comprimento padrão, exceto indivíduos de 25 a 30 mm, que preferiram raiz na margem. No

rio das Velhas, exemplares de 15 a 25 mm foram mais frequentes em areia; de 25 a 35 mm, em banco de folhas e de 35 a 40 mm, silte+argila. Não houve um padrão similar de uso de substratos por classe de tamanho entre os quatro rios.

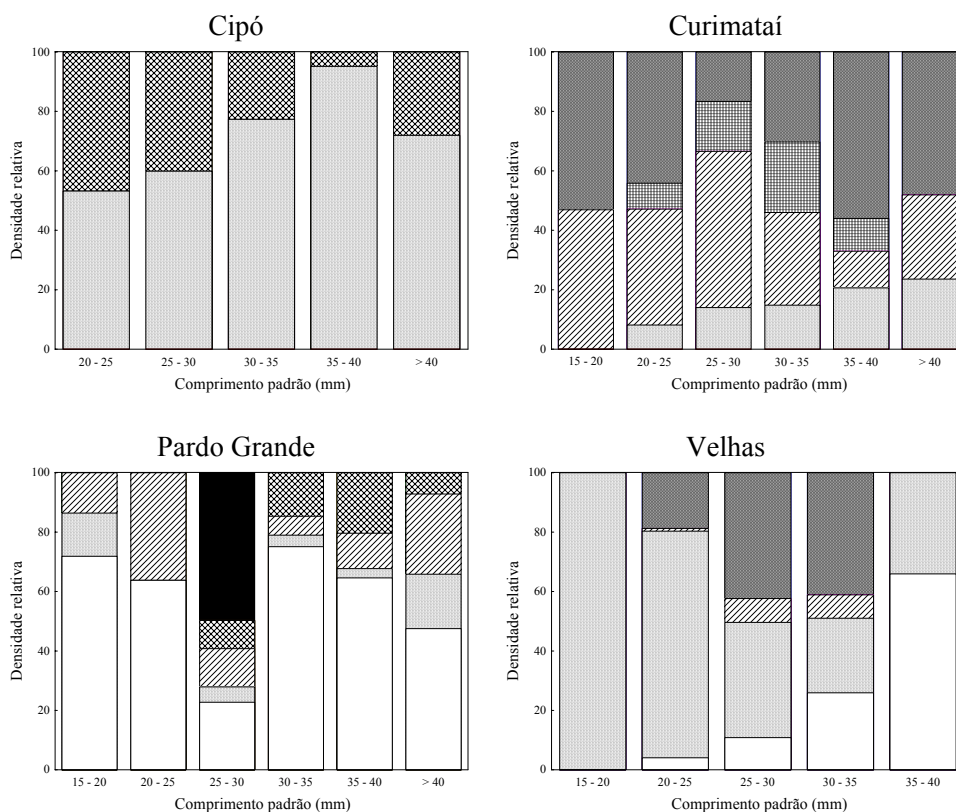


FIGURA 8 Densidade relativa das classes de comprimento padrão de *Piabina argentea* nos intervalos de substrato (□ silte+argila; ▤ areia; ▨ cascalho; ▩ seixo; ▦ matacão; ▧ banco de folhas; ■ raiz na margem) coletados na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

O padrão regional de seleção de habitat de *P. argentea*, considerando todos os rios e classes de tamanho juntos, foi de habitats predominantemente lentos, com profundidade intermediária (20 a 40 cm e 60 a 80 cm) e substrato areia, silte+argila ou banco de folhas (Tabela 6). Para profundidade e substrato,

a espécie ocorreu em todo o gradiente amostrado e sua seleção foi menos marcante do que para velocidade.

TABELA 6 Seleção de hábitat representada pela densidade relativa de *Piabina argentea* nas classes de velocidade da água, profundidade e substrato, na bacia do rio das Velhas, sudeste do Brasil.

Velocidade	Densidade (%)	Profundidade	Densidade (%)	Substrato	Densidade (%)
0-0,5	70,0	0-20	8,0	Silte+argila	22,7
0,5-1,0	26,7	20-40	28,6	Areia	31,7
1,0-1,5	1,7	40-60	7,5	Cascalho	10,5
1,5-2,0	0	60-80	37,8	Seixo	6,7
2,0-2,5	1,7	80-100	7,7	Matacão	7,9
>2,5	0	>100	10,4	Banco de folhas	19,3
				Raiz na margem	1,2

4 DISCUSSÃO

A variação intraespecífica do formato corporal dos peixes é bem documentada na literatura (Robinson & Wilson, 1994; Smith & Skúlason, 1996; Pakkasmaa & Piironen, 2001; Brinsmead & Fox, 2002; Langerhans et al., 2003; Neves & Monteiro, 2003), sendo a heterogeneidade espacial e temporal dos aspectos bióticos e abióticos apresentada pelos ambientes aquáticos (Lowe-McConnell, 1987) a principal motivação para tal variação. Para *Piabina argentea* avaliada no presente estudo, houve diferença morfológica significativa entre os quatro trechos de rios da bacia do rio das Velhas. Embora as populações da espécie tenham se sobreposto no espaço ecomorfológico, principalmente os tributários, a análise da função discriminante mostrou haver diferença significativa entre elas. Os grupos de indivíduos de cada rio fazem parte de um

gradiente morfológico e não são unidades discretas totalmente separadas. Dessa forma, nos extremos do gradiente, observa-se a predominância de indivíduos de cada rio.

Tanto a análise dos componentes principais quanto a análise da função discriminante destacaram atributos das nadadeiras pélvicas como importantes para a separação das populações de *P. argentea*. Entretanto, a associação desses atributos com as características hidráulicas dos rios não ficou clara. As nadadeiras pélvicas são responsáveis por ajustes delicados aos movimentos dos peixes (Breda et al., 2005), indicando que, em rios diferentes, os requerimentos e os ajustes natatórios são diferentes, uma vez que a espécie pode ocupar habitats com características distintas. Variações nas estratégias ecológicas utilizadas por diferentes populações da mesma espécie são comumente observadas em uma variedade de escalas geográficas (Brinsmead & Fox, 2002).

É improvável que um único fenótipo promova o melhor desempenho para uma espécie em todas as condições ambientais às quais ela está sujeita (Pakkasmaa & Piironen, 2001). Embora façam parte da mesma bacia, os quatro trechos de rios estudados apresentam peculiaridades, que devem ser a causa da variação morfológica intraespecífica de *P. argentea*. O trecho estudado do rio Cipó caracteriza-se por baixas velocidades, maiores profundidades e 0,03% de declividade (Santos et al., 2009). Com seu leito praticamente contínuo, apresenta praias estreitas nas margens e um pequeno trecho encachoeirado de margem a margem. O trabalho acima citado, atribui aos trechos dos rios Pardo Grande e Curimataí as menores profundidades e velocidades intermediárias. Os autores ainda citam que o rio Pardo Grande possui a menor declividade, 0,02%. No presente trabalho, constatou-se que o rio Pardo Grande no trecho estudado, é composto por grandes praias de areia e também alguns habitats rasos (até 20 cm) com substrato predominantemente de cascalho e seixo. Já o rio Curimataí, com 0,08% de declividade (Santos et al., 2009), apresentou todos os tipos de

substrato, exceto silte+argila. Este rio destacou-se dos demais pelas diversas corredeiras com blocos de pedra e também pela abundância de bancos de folhas e vegetação com raízes submersas. Por último, o trecho do rio das Velhas é o mais rápido, apresenta maior declividade (0,13%) e é o segundo em profundidade (Santos et al., 2009). Apesar da maior velocidade e declividade, observa-se em seu leito grande acúmulo de sedimento fino como silte+argila e areia, sinais evidentes de seu assoreamento. Boa parte deste substrato é de origem das minerações a montante ou, até mesmo, material de construção e lixo doméstico particulado. Um importante tipo de substrato, as raízes submersas, não foi encontrado no rio das Velhas, que possui vegetação marginal escassa ou mesmo ausente. A natureza da variação encontrada indica que os indivíduos do trecho do rio das Velhas apresentam características de bons nadadores, dado o pedúnculo caudal mais longo, vantajoso em habitats turbulentos (Gatz Júnior, 1979b; Watson & Balon, 1984).

Piabina argentea é conhecida como uma espécie nectônica (Castro et al., 2004; Ferreira, 2007), diurna e onívora (Ferreira, 2007). Casatti et al. (2006) apontam, ainda, que *P. argentea* é potencial indicadora de habitats preservados, como observado no sistema do rio São José dos Dourados, sudeste do Brasil. No presente estudo, *P. argentea* foi encontrada tanto em tributários bem preservados da bacia do rio das Velhas, quanto no trecho bem degradado do rio, em maior densidade neste último.

Os eixos da PCA mostraram separação de *P. argentea* em relação ao caráter bentônico ou nectônico dos indivíduos e ocupação de águas turbulentas (PCA1) e também em relação à velocidade da água (PCA2). Dessa forma, os indivíduos do rio das Velhas apresentam caráter nectônico e atributos relacionados a habitats turbulentos e, nos tributários, os exemplares são principalmente bentônicos.

Apesar do conhecido caráter nectônico, Ferreira (2007) cita que a espécie é onívora com tendência à insetívora e possui grande plasticidade alimentar, podendo capturar presas tanto na coluna d'água quanto no substrato. O assoreamento do rio das Velhas, possivelmente, lhe confere um substrato de menor riqueza e abundância de presas, levando *P. argentea* a explorar recursos principalmente na coluna d'água. A espécie não apresenta adaptações morfológicas estritamente ligadas ao caráter bentônico, mas, nos tributários, deve forragear preferencialmente junto ao substrato.

A velocidade da água é amplamente citada como um importante fator da divergência morfológica em peixes, principalmente em relação à ocupação de habitats lóticos e lênticos (Pakkasmaa & Piironen, 2001; Brinsmead & Fox, 2002; Langerhans et al., 2003; Neves & Monteiro, 2003). A resistência da água sobre o corpo tem alta correlação com aspectos hidrodinâmicos (Matthews, 1998) e deve limitar a ocupação dos habitats por determinados tipos morfológicos. No caso de *P. argentea*, os quatro rios estudados têm o mesmo caráter lótico, mas diferem, em termos dos regimes de velocidade e profundidade.

A população do rio das Velhas é mais diferente morfológicamente das populações dos tributários do que estas entre si, haja vista as maiores distâncias de Mahalanobis dadas pela análise da função discriminante e os menores valores do índice de sobreposição morfológica. Isto, possivelmente, reflete as diferentes condições ambientais vivenciadas por esta espécie no rio das Velhas. Pode também ser devido à maior distância da população do rio das Velhas, localizada no alto curso da bacia, dos tributários, situados em seu médio curso e mais próximos entre si. O fluxo gênico entre populações é uma restrição à divergência morfológica (Lenormand, 2002; Langerhans et al., 2003). Os indivíduos do rio Curimataí apresentaram os maiores valores do índice de sobreposição morfológica, sendo mais similares aos dos tributários Cipó e Pardo Grande do

que estes entre si. Caracteres morfológicos são raramente constantes dentro das espécies; algumas apresentam pequena variação fenotípica, outras variam em maior escala em populações diferentes (Travis, 1994).

A velocidade da água é destacada como um dos principais aspectos da preferência de hábitat dos peixes (Jowett & Richardson, 1995; Lamouroux et al., 1999). *Piabina argentea* foi mais restritiva à velocidade média da água e mais generalista aos outros aspectos hidráulicos dos habitats. A seleção por habitats quanto à velocidade foi congruente entre rios e classes de tamanho. Embora indivíduos maiores que 40 mm tenham sido encontrados em habitats rápidos no rio Cipó, indivíduos de *P. argentea* de todos os tamanhos selecionaram, preferencialmente, habitats lentos. Já em relação à profundidade, a espécie pareceu mais generalista, ocorrendo no Cipó e no Pardo Grande, preferencialmente, em locais rasos e nos outros rios, em ambientes profundos. O padrão regional de uso de profundidade, 20 a 40 cm e 60 a 80 cm, foi encontrado nos rios das Velhas e Pardo Grande.

Para substrato, também não houve padrão similar de seleção, tanto entre rios quanto entre classes de tamanho. O padrão regional de seleção de hábitat da espécie por areia e silte+argila como substrato, foi observado também localmente nos rios Cipó, das Velhas e Pardo Grande. No rio Curimataí, os substratos mais representativos foram cascalho e banco de folhas. Considerando as classes de tamanho, indivíduos de *P. argentea* de menor tamanho apresentaram seleção de hábitat mais marcada, sendo mais restritivos às condições de velocidade e profundidade. Em todos os rios, os jovens selecionaram habitats lentos e rasos, que devem ser mais adequados à fuga de predadores de maior porte ou refletir a menor capacidade natatória de indivíduos menores. É interessante notar que apenas os indivíduos maiores foram registrados em velocidades altas, que são ambientes que requerem maior gasto energético (Casatti & Castro, 2006).

Identificar processos locais comuns a diferentes áreas é uma etapa importante para definir ferramentas de manejo aplicáveis em maior escala (Lamouroux et al., 1999). Os padrões locais de preferência de habitat de *Piabina argentea* não foram congruentes em todos os rios, mas, em geral, houve predomínio do padrão regional: habitats lentos, profundidade entre 20 a 40 cm e 60 a 80 cm e substrato areia, silte+argila e banco de folhas. Boa parte destes requerimentos da espécie é contemplada nos quatro rios. Entretanto, sendo a velocidade da água um aspecto importante para a sua seleção de habitat por indivíduos de todos os tamanhos, o trecho do rio das Velhas, que é o mais veloz, deve oferecer menos ambientes lentos para esta espécie.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. A. Seasonal microhabitat use by juvenile Spring Chinook Salmon in the Yakima River Basin. **Washington Rivers**, Washington, v. 7, n. 4, p. 314-332, 2000.

ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. A fauna de peixes da bacia do rio das Velhas no final do século XX. In: ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. (Org.). **Peixes do rio das Velhas: passado e presente**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001. p. 165-187.

BLANCK, A.; TEDESCO, P. A.; LAMOUROUX, N. Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 843-859, 2007.

BREDA, L.; OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 371-381, 2005.

BRINSMEAD, J.; FOX, M. G. Morphological variation between lake- and stream-dwelling rock bass and pumpkinseed populations. **Journal of Fish Biology**, London, v. 61, p. 1619-1638, 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**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; SILVA, A. M.; CASTRO, R. M. C. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 2, p. 681-696, 2006.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; MELO, A. L. A.; MARTINS, L. S. F.; FERREIRA, K. M.; GIBRAN, F. Z.; BENINE, R. C.; CARVALHO, M.; RIBEIRO, A. C.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; PELIÇÃO, G. Z.; STOPIGLIA, R.; LANGEANI, F. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2004.

CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A. Morphological patterns of fish and their relationships with reservoirs hydrodynamics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 125-134, 2006.

FERREIRA, K. M. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2001.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158 p. (Série de Publicações Técnicas/SPT-010).

GATZ JÚNIOR, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, Washington, v. 60, p. 711-718, 1979a.

GATZ JÚNIOR, A. J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, New Orleans, v. 21, p. 91-124, 1979b.

GORMAN, O. T.; KARR, J. R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, Washington, v. 59, p. 507-515, 1978.

GOSLINE, W. A. **Functional morphology and classification of teleostean fishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1971. 208 p.

GROSSMAN, G. D.; DE SOSTOA, A. Microhabitat use by fish in the lower rio Matarraña, Spain, 1984-1987. **Ecology of Freshwater Fish**, Copenhagen, v. 3, p. 123-136, 1994.

GROSSMAN, G. D.; RATAJCZAK JÚNIOR, R. E.; CRAWFORD, M.; FREEMAN, M. C. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 68, n. 3, p. 395-420, 1998.

GUILL, J. M.; HOOD, C. S.; HEINS, D. C. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). **Ecology of Freshwater Fish**, Copenhagen, v. 12, p. 134-140, 2003.

HORA, S. L. Ecology, bionomics and evolution of the torrential fauna, with special reference to the organs of attachment. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 28, p. 171-282, 1930.

JOWETT, I. G.; RICHARDSON, J. Habitat preferences of common, riverine New Zealand native fishes and implications for flow management. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 29, p. 13-23, 1995.

LAMOUREUX, N.; CAPRA, H.; POUILLY, M.; SOUCHON, Y. Fish habitat preferences in large streams of southern France. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 673-687, 1999.

LANGERHANS, R. B.; LAYMAN, C. A.; LANGERHANS, A.; DEWITT, T. J. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. **Biological Journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 80, p. 689-698, 2003.

LENORMAND, T. Gene flow and the limits to natural selection. **Trends in Ecology and Evolution**, Limerick, v. 17, p. 183-189, 2002.

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 JÚNIOR, C. J. (Ed.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 106-169.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge: Cambridge University, 1987. 379 p.

MATTHEWS, W. J. **Patterns in freshwater fish ecology**. New York: Chapman and Hall, 1998. 756 p.

NEVES, F. M.; MONTEIRO, L. R. Body shape and size divergence among populations of *Poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, London, v. 63, p. 928-941, 2003.

PAKKASMAA, S.; PIIRONEN, J. Water velocity shapes juvenile salmonids. **Evolutionary Ecology**, Dordrecht, v. 14, p. 721-730, 2001.

PLANO Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco - PLANVASF. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 1986. 324 p.

POMPEU, P. S.; CALLISTO, M.; ALVES, C. B. M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, Bethesda, v. 47, p. 11-22, 2005.

ROBINSON, B. W.; WILSON, D. S. Character release and displacement in fishes: a neglected literature. **American Naturalist**, Chicago, v. 144, p. 596-627, 1994.

ROSENFELD, J. Assessing the habitat requirements of stream fishes: an overview and evaluation of different approaches. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 132, p. 953-968, 2003.

SANTOS, H. A.; POMPEU, P. S.; CHAVES, C.; CUNHA, S. F.; LEITE, M. M. Hydrodynamic and physical assessment for the four reaches in Velhas River basin, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOHYDRAULICS, 7., 2009, Concepción, Chile. **Anais...** Concepción: [s.n.], 2009. 1 CD-ROM.

SMITH, T. B.; SKÚLASON, S. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians, and birds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 27, p. 111-133, 1996.

STATISTICA SOFTWARE. **Statistica for Windows** - computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2001.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP, 1973. 317 p.

TRAVIS, J. Evaluating the adaptative role of morphological plasticity. In: WAINWRIGHT, C. P.; REILLY, S. M. (Ed.). **Ecological morphology: integrative organismal in biology**. Chicago: University of Chicago, 1994. p. 99-122.

VADAS JÚNIOR, R. L.; ORTH, D. J. Habitat use of fish communities in a Virginia stream system. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 59, p. 253-269, 2000.

WAINWRIGHT, P. C. Functional morphology as a tool in ecological research. In: WAINWRIGHT, C. P.; REILLY, S. M. (Ed.). **Ecological morphology: integrative organismal in biology**. Chicago: University of Chicago, 1994. p. 42-59.

WATSON, D. J.; BALON, E. Ecomorphological analysis of taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, London, v. 25, p. 371-384, 1984.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, Washington, v. 61, p. 343-365, 1991.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, as espécies de pequeno porte mais abundantes na bacia do rio das Velhas foram mais restritivas à velocidade média da água dos habitats, aspecto que pode ser fortemente influenciado por ações antrópicas e representar um obstáculo à permanência das espécies. Os resultados apontam que tipo de hábitat é utilizado por estas espécies e desta forma, devem ser mantidos ou restaurados para garantir a heterogeneidade física dos trechos estudados e a manutenção da biodiversidade da bacia.

A diferença morfológica intraespecífica encontrada para *Piabina argentea* reforça o papel seletivo de diferentes condições ambientais e a importância da manutenção da heterogeneidade física dos habitats. E os resultados do primeiro capítulo demonstram que comunidades de rios de mesmo porte que fazem parte da bacia do Velhas, seguem um padrão ecomorfológico comum, mesmo tendo uma composição de espécies diferenciada e diferentes graus de conservação.

Conhecer os requerimentos de hábitat das espécies de peixes da bacia do rio das Velhas é importante para estabelecer as metas de um plano de revitalização que vise à preservação e à recuperação de habitats hidráulicos na bacia. As informações apresentadas neste estudo poderão servir como base para o desenvolvimento de modelos preditivos, visando entender como a comunidade de peixes responde a mudanças no ambiente hidráulico, em consequência, por exemplo, de um assoreamento. Cabe salientar que medidas de revitalização só são efetivas quando envolvem um grupo multidisciplinar de ação, que trate dos diversos aspectos envolvidos: biótico, social, hidráulico e geomorfomológico.