



A ecomorfologia como ferramenta em estudos que abordam a alimentação e o uso de habitats por assembleias de peixes

Diogo Campos Cardoso¹, Flávia Kelly Siqueira de Souza² e Carlos Edwar de Carvalho Freitas³

Submetido 16/04/2015 – Aceito 16/05 /2015 – Publicado on-line 25/08/2015

Resumo

A ecomorfologia é definida como o estudo das relações entre a morfologia e o desempenho ecológico das espécies, visto que sua performance está ligada as pressões exercidas pelos ambientes. A ideia principal é que a morfologia está fortemente relacionada com a capacidade relativa dos organismos em desempenhar suas tarefas, adaptando a forma com que o animal se estabelece no ambiente. Os trabalhos realizados com peixes utilizando a ecomorfologia podem descrever preferências alimentares, uso de habitats e aspectos da relação predador-presa. Devido seu poder de predição sua utilização tem crescido nos últimos anos, como uma abordagem destinada a compreender como estes organismos respondem a mudanças ocorridas nos diferentes sistemas aquáticos. A ecomorfologia têm-se mostrado útil para identificar as estratégias de utilização do habitat, sendo que a intensidade da relação entre a morfologia e a dieta têm-se mostrado dependente do nível de estruturação do ambiente. O presente estudo realizou uma revisão bibliográfica sobre ecomorfologia de peixes descrevendo sua utilização em abordagens referentes à dieta e ao uso preferencial de habitats.

Palavras-Chave: Atributos ecomorfológicos, ictiofauna, dieta e habitats.

Abstract

The ecomorphology could be defined as the study of the relationships between the morphology and the ecological behavior of the species. Since an ecological performance could be also associated with the environmental pressures. The central idea is that there is a strong association between the organism morphology and its relative ability to develop the necessary tasks to survivorship and that there are feedback mechanisms. The ecomorphology could be employed to describe habitat preferences, feeding behavior and aspects of the predator-prey relationship. Due to its prediction power, the use of ecomorphology has been growing, with several studies developed to better understand how are the fish answers to changes at the aquatic environment. Ecomorphology have been a valuable approach to identify the strategies of habitat exploration. Nevertheless, the strength of the relationship between morphology and feeding behavior could be dependent of the degree of environment structuring. This manuscript carried out a review on the studies of fish ecomorphology to describe the patterns of habitat use and feeding behavior in fishes.

Key-words: ecomorphological attributes, ictiofauna, habitat use and feeding behavior

¹ Aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil. cardosopesca@gmail.com

² Professora Adjunta na Universidade Federal do Amazonas - Departamento de Ciências Pesqueiras. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil. flakel.souza@gmail.com

³ Professor Titular na Universidade Federal do Amazonas - Departamento de Ciências Pesqueiras. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil. freitasc50@gmail.com



1. Introdução

A ecomorfologia é o ramo da ecologia que estuda as relações entre a morfologia funcional e o desempenho ecológico das espécies (MOTTA *et al.*, 1995; NORTON *et al.*, 1995; PERES-NETO, 1999), buscando identificar padrões que expliquem a capacidade do indivíduo de explorar com sucesso os ambientes. Neste sentido, a morfologia e o comportamento ecológico apresentados pelos organismos estão direta ou indiretamente sob a influência das condições ambientais (MOTTA *et al.*, 1995; NORTON *et al.*, 1995; PERES-NETO, 1999 e WAINWRIGHT, 1996). Devido sua natureza preditiva (SAMPAIO e GOULART, 2011; PAGOTTO *et al.*, 2011; SAMPAIO *et al.*, 2013), a ecomorfologia tem sido utilizada com diferentes organismos, a exemplo dos peixes, insetos (HUTCHINSON, 1959), aves (RICKLEFS e TRAVIS, 1980), lagartos (RICKLEFS *et al.*, 1981) e roedores (FOX e BROWN, 1993).

Os peixes desenvolveram várias estruturas relacionadas com processos de locomoção, respiração e alimentação formando o grupo de vertebrados mais diversificados e capacitados a colonizar todos os ambientes aquáticos (FREIRE e AGOSTINHO, 2001). Essa variedade de estruturas morfológicas podem ser avaliadas por meio de atributos que expressam características dos indivíduos, refletindo preferências no uso do habitat (GATZ JR, 1979a e b; WIKRAMANAYAKE, 1990; WINEMILLER, 1991; WINEMILLER *et al.*, 1995; MOTA *et al.*, 1995; FREIRE e AGOSTINHO, 2001; FREITAS *et al.*, 2005; PIORSKI *et al.*, 2005; JENNIFER e WINEMILLER, 2010; MAZZONI *et al.*, 2010) e na dieta (WATSON e BALON, 1984; WIKRAMANAYAKE, 1990; WINEMILLER, 1991; WINEMILLER *et al.*, 1995; MOTA *et al.*, 1995; LABROPOULOU e ELEFThERIOU, 1997; PIET, 1998; HUGUENY e POUILLY, 1999; FREIRE e AGOSTINHO, 2001; PIORSKI *et al.*, 2005; TEIXEIRA e BENNEMANN, 2007; MAZZONI *et al.*, 2010; PAGOTTO *et al.*, 2011; SAMPAIO *et al.*, 2013).

Em um trabalho pioneiro, GATZ JR (1979a) descreveu 56 medidas morfométricas lineares que podem ser associadas ao uso do habitat e a alimentação das espécies de peixes. Estes descritores refletiriam estruturas diversas como cabeça, boca, nadadeiras, tronco e barbilhões. Entre as medidas morfométricas

empregadas para estabelecer associações com o uso do habitat pelas espécies de peixes, destacam-se: comprimento padrão, profundidade do corpo, largura do corpo, forma do tronco, índice de achatamento ventral, comprimento da nadadeira peitoral, diâmetro do olho, extensão da nadadeira caudal e orientação da boca (GATZ JR, 1979a e WIKRAMANAYAKE, 1990). Em estudos relacionados a dieta, as medidas morfológicas mais utilizadas são comprimento padrão, comprimento da cabeça, largura da cabeça, altura, largura e orientação da boca, diâmetro do olho, presença/ausência de barbilhões, comprimento do intestino e aspectos do pedúnculo caudal (GATZ JR, 1979a; WATSON e BALON 1984 e WIKRAMANAYAKE, 1990).

Segundo PAGOTTO *et al.* (2009), os trabalhos desenvolvidos com ecomorfologia buscam caminhos alternativos e mais precisos para analisar a estrutura das assembleias de peixes. Baseado em resultados levantados através de pesquisas bibliográficas. Este artigo tem como objetivo apresentar informações acerca da ecomorfologia em peixes, abordando aspectos relacionados a preferências pelo uso de habitats e itens alimentares.

2. Metodologia

Para a elaboração deste estudo, realizamos levantamento bibliográfico nos portais de indexação de revistas científicas: SciELO (www.scielo.org), Google Acadêmico (www.scholar.google.com.br) e no conjunto de base de dados do portal de periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br). Os dados foram coletados de junho à dezembro de 2014. Na consulta, utilizamos os termos “atributos ecomorfológicos”, “ecomorfologia” e “peixe”, em português e em inglês, como palavras chaves nas pesquisas e consideramos os artigos publicados no período compreendido entre 1970 a 2014. Os dados foram submetidos a uma análise descritiva, sendo dividido em três categorias.

3. Ecomorfologia em estudos relacionados ao uso de habitat e dieta

Nos portais de indexação de revistas científicas, foram encontrados 12 trabalhos utilizando a ecomorfologia para descrever o habitat dos peixes. Esta temática tem sido abordada desde a década de 1980, com um estudo publicado. Entretanto, somente nas décadas de

2000 e 2010 percebemos um aumento expressivo em publicações, com destaque para o período de 2000 a 2009 (Figura 1). Foram encontrados 27 estudos relacionando a morfologia com a dieta dos peixes, publicados a partir da década de 1990. As décadas seguintes mantiveram o padrão médio de 8 artigos publicados, com destaque para a última que já apresenta 9 artigos ao longo de cinco anos. Os trabalhos pioneiros em ecomorfologia, publicados nas décadas de 1970 e 1980, dão conta da avaliação dos aspectos de uso do hábitat e dieta de peixes de forma conjunta. A partir de 2000 é possível observar um aumento na produção de trabalhos envolvendo esta temática (Figura 1).

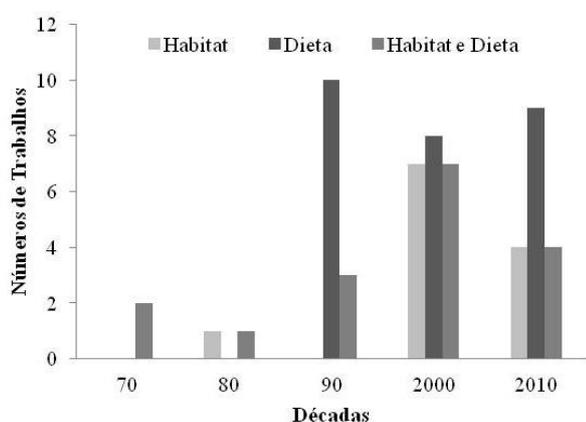


Figura 1 - Trabalhos com ecomorfologia descrevendo o uso de habitat, dieta e habitat e dieta, publicados nos portais de indexação de revistas científicas: SciELO, Google Acadêmico e no portal de periódicos CAPES.

Os resultados encontrados por GATZ JR. (1979a) para 44 espécies de peixes em um córrego de água doce na Carolina do Norte, revelaram a existência de grupos definidos segundo o uso de habitats em função de fatores ambientais como a velocidade da água e a posição ocupada pelas espécies na coluna d'água. O autor relatou um padrão similar ao encontrado em outros estudos acerca da organização da assembleia de peixes, em função do tamanho da partícula de alimento e do tipo de habitat (GATZ JR. 1979b e 1981).

Dentre os estudos encontrados, destacamos GOMES *et al.* (2003) que observaram segregação da ictiofauna em função da posição ocupada pelas espécies na coluna d'água, relacionando a preferência por habitat, a posição relativa dos olhos e a altura relativa do corpo. Destacando, ainda, que a agilidade natatória estava associada com o comprimento relativo do pedúnculo caudal e o tamanho da presa com o

comprimento relativo da cabeça e a largura relativa da boca. CASSATI e CASTRO (2006) encontraram uma relação entre o índice compressão do pedúnculo caudal e a capacidade de natação dos peixes, distinguindo espécies mais ativas e menos ativas. No estudo de MEDEIROS e RAMOS (2007), o tamanho da presa foi associado ao tamanho da cabeça e a quantidade de dentes, enquanto a velocidade de natação das espécies foi relacionada com o comprimento do pedúnculo caudal. Padrão semelhante foi observado por HOAGSTROM e BERRY (2008) que organizaram as espécies de peixes em função do tamanho das presas e da capacidade de natação. SOUZA e BARRELLA (2009) perceberam que a organização das espécies estavam relacionada a sua posição na coluna d'água, por meio da orientação da boca e da posição relativa dos olhos. Enquanto o tamanho das partículas dos alimentos ingeridos e o local de preferência alimentar (superfície ou meia água), estava associado ao tamanho da cabeça e da boca. A capacidade de manobra apresentada pelas espécies de peixes foi relacionada com a área relativa da nadadeira peitoral. A segregação das espécies em função do hábito alimentar, separando peixes carnívoros e detritívoros, foi percebida por OLIVEIRA (2010), através dos tamanhos dos olhos, largura da boca e das nadadeiras peitorais e pedúnculos caudais mais desenvolvidos, e do uso preferencial do habitat, distinguindo espécies de habitats lênticos e lóticos como função da forma e tamanho das nadadeiras caudal, anal, peitoral e pélvicas. Para SOARES *et al.* (2013) a capacidade de movimentos para frente e para trás e a maior capacidade de natação estão relacionados com os atributos: aspecto da nadadeira anal e peitoral e com os índices relacionados ao pedúnculo caudal.

FREIRE e AGOSTINHO (2001) avaliaram as relações morfológicas de oito espécies de peixes no reservatório de Itaipu e ordenaram as espécies em função do tamanho dos itens alimentares ingeridos e da posição ocupada na coluna d'água. Os autores concluíram que a ecomorfologia funciona como uma ferramenta eficaz para relacionar a forma e a função ecológica da espécie na comunidade.

PIORSKI *et al.* (2007) estudaram a relação dos atributos morfológicos com o uso do habitat e a dieta de *Balistes vetula*, *Ocyurus chrysurus* e *Haemulon plumieri*, coletados em um complexo recifal, localizado na costa do estado do

Maranhão. Os resultados mostraram para as três espécies que atributos como altura relativa do corpo, posição relativa dos olhos, comprimento relativo do pedúnculo caudal e configuração das nadadeiras peitorais estavam associados ao hábito bentônico e com a habilidade das espécies em realizar giros verticais, ao passo que os atributos comprimento relativo da cabeça e a largura relativa da boca foram relacionados com o tamanho das presas consumidas. O padrão morfológico geral de *H. plumierie* e *O. chrysurus* indicou a forma de corpo próxima à fusiforme, típica de peixes de natação rápida e diferenças relacionadas com o tamanho da presa capturada. Os autores concluíram que os resultados obtidos permitiram inferir acerca dos padrões ecológicos das diferentes espécies estudadas. Resultados semelhantes também foram encontrados por WINEMILLER (1992).

COCHRAN-BIEDERMAN e WINEMILLER (2010) estudaram as relações morfológicas e ecológicas de seis ciclídeos no rio Bladen, Belize, América Central. Foram efetuadas 32 medidas morfológicas associadas com o uso de habitat e a dieta. Os resultados indicam que as formas corporais dos ciclídeos apresentam um alto grau de variação morfológica, com espécies de corpos grandes, pequenos e alongados; bocas e maxilas relativamente grande e com alta protrusão. Tais características evidenciaram uma alta plasticidade no uso de habitats e na capacidade de explorar diferentes recursos alimentares particionados.

3.1. Ecomorfologia em estudos acerca de preferências por habitat

Estudos nesta área demonstraram que a morfologia de um organismo está associada com o tipo de habitat que ele explora preferencialmente (PIORSKI, DOURADO e NUNES, 2007). Por exemplo, espécies que apresentam o corpo achatado dorso-ventralmente optam por habitar regiões próximas ao sedimento, enquanto que as espécies com corpo fusiforme, achatado lateralmente e truncado habitam as regiões pelágicas. Alguns estudos evidenciaram uma relação inversa entre área dos olhos e os limites de profundidades preferencialmente explorados, visto que quanto maior a profundidade menor o uso da visão (GATZ JR., 1979a; PIET, 1998); e uma relação direta entre o índice de compressão do

corpo e a velocidade da corrente (WATSON e BALON, 1984).

WATSON e BALON (1984) estudaram as relações morfológicas de 7 espécies de peixes do rio Nida (Polônia), 16 no rio Grande (Ontário) e 24 no rio Baram (Sarawak, na Malásia). Os resultados agruparam as espécies de acordo com sua posição na coluna d'água, classificando-as em espécies de superfície, pelágicas e bentônicas. Os autores concluíram que as espécies partilham de recursos semelhantes aumentando a competição interespecífica o que faz com que ocorra mudanças de hábitos das espécies. Resultados semelhantes foram encontrados por BHAT (2005), CASATTI *et al.* (2005), GIBRAN (2010). Em outro estudo SOUZA *et al.* (2014) ordenaram as espécies em função da capacidade de manobra, desempenho de natação e posição ocupada pelas espécies na coluna d'água. CHUANG *et al.* (2006), CUNICO e AGOSTINHO (2006), MONTANA e WINEMILLER (2010) e LEAL *et al.* (2013) discriminaram as espécies em função da velocidade de natação e sua hidrodinâmica.

Na bacia Amazônica, FREITAS *et al.* (2005) realizaram um estudo com treze espécies de peixes abundantes e frequentes em lagos de várzea. A análise de correspondência utilizada originou dois eixos que explicam mais de 95% da variância total. O primeiro distinguiu os ciclídeos herbívoros *Heros severus* e *Uaru amphiacanthoides* das demais espécies, devido aos valores elevados do índice de compressão do pedúnculo caudal. O segundo eixo discriminou três grupos: o primeiro era composto pelos piscívoros *Pygocentrus nattereri*, *Satanoperca acuticeps* e *Serassalmus elongatus*, e o herbívoro *S. acuticeps* associados à área relativa da nadadeira caudal, à posição relativa do olho e aspecto da nadadeira peitoral. O segundo grupo era composto por *Serrasalmus spilopleura*, *Serrasalmus calmoni* e *Metynnis hypsauchen*, mostrando a relação entre a profundidade relativa e o índice de compressão do corpo. O terceiro grupo era constituído por espécies onívoras, herbívoras e planctófagas (*Colossoma macropomum*, *Acarichthys heckelii*, e *Geophagus spp.*) que indicavam relação com os atributos do índice de achatamento ventral, posição relativa dos olhos, aspectos da nadadeira peitoral, profundidade relativa do corpo e índice de compressão. Os autores concluíram que as adaptações morfológicas e diversidade trófica pode ser muito importante para permitir a



coexistência de espécies nas assembleias de peixes da Amazônia.

3.2. Estudos ecomorfológicos descrevendo dieta

Estudos relacionando a morfologia com a dieta evidenciaram forte correlação entre o tamanho do trato digestório e o hábito alimentar, permitindo distinguir carnívora, onívora e herbívora (WIKRAMANAYAKE, 1990; SIBBING *et al.*, 1994; MOTA *et al.*, 1995; LABROPOULOU e ELEFThERIOU, 1997; XIE *et al.*, 2001); entre o tamanho da cabeça e da boca e o tamanho da presa (GATZ JR, 1979a; WINEMILLER, 1995; ADITE e WINEMILLER, 1997; POUILLY *et al.*, 2003; PIORSKI *et al.*, 2005; TEIXEIRA e BENNEMANN, 2007; COCHRAN-BIEDERMAN e WINEMILLER, 2010).

LABROPOULOU e ELEFThERIOU (1997) avaliaram as relações tróficas das espécies *Mullus barbatus*, *Serranus cabrilla*, *Serranus hepatus* e *Mullus surmuletus*, associadas a atributos ecomorfológicos e a partilha de recursos interespecíficos. Os resultados mostraram que as espécies seguem estratégias diferentes na seleção de suas presas de acordo com características morfológicas, como: largura da boca, número de rastros branquiais e comprimento da cabeça e do intestino. Além disso, os autores evidenciaram que as variáveis morfológicas associadas com a alimentação fornecem um conjunto de caracteres suficientes para a distinção entre as quatro espécies de peixes, sendo seus atributos morfológicos relacionados com alimentação, seleção de alimentos e separação dos níveis tróficos. Resultados semelhantes foram encontrados por GATZ JR., (1979b), WIKRAMANAYAKE (1990), WINEMILLER *et al.* (1995) e MOTA *et al.* (1995).

A relação da dieta associada às características morfológicas de 18 espécies de peixes coletados em rios de água doce da Guiné, na África Ocidental, verificada por HUGUENY e POUILLY (1999), resultaram na classificação das espécies em quatro níveis tróficos. O tamanho do corpo e da boca foram relacionados com a frequência de peixes na dieta, já o comprimento relativo do intestino apresentou correlação negativa com a frequência de ocorrência de invertebrados aquáticos e positiva com a frequência de ocorrência de detritos. Resultados semelhantes associando atributos

ecomorfológicos e a dieta foram observados também por PIET, (1998); XIE *et al.*, (2001); GOMES *et al.*, (2003); POUILLY *et al.*, (2003); PIORSKI *et al.*, (2005); JENNIFER e WINEMILLER, (2010). WAINWRIGHT (2010), que encontraram ordenação das espécies através do tamanho das partículas de alimento em função da abertura da mandíbula e do comprimento da cavidade da bucal.

TEIXEIRA e BENNEMANN (2007) estudaram nove espécies de peixes que habitavam trechos semi-lóticos do reservatório Capivara, associando atributos morfológicos e forma de alimentação. Os atributos mais relacionados à organização de grupos foram: área relativa da nadadeira caudal, área relativa da nadadeira peitoral, comprimento relativo da cabeça, altura relativa do corpo, índice de compressão do pedúnculo e índice de compressão do corpo. Segundo os autores há uma correlação significativa entre os atributos ecomorfológicos e os alimentos consumidos pelas espécies estudadas. Resultados semelhantes foram encontrados por MAZZONI *et al.* (2010); PAGOTTO *et al.*, (2011); SILVA-CAMACHO *et al.*, (2014); FILHO *et al.*, (2014).

4. Discussão

Os trabalhos realizados nesta área têm demonstrado resultados bem distintos, enquanto uns mostram correlações entre a diversidade morfológica com o uso de habitats (GATZ JR., 1979a; GATZ JR, 1981; WATSON e BALON, 1984; MOTTA *et al.*, 1995; LANGERHANS *et al.*, 2003; BHAT, 2005; MONTAÑA e WINEMILLER, 2010), outros mostram ausência de correlação com o mesmo (WILLIS *et al.*, 2005; GIBRAN, 2010; SOARES *et al.*, 2013). Para os estudos realizados com ecomorfologia correlacionada com a dieta, os resultados apresentados diferem entre si, enquanto alguns trabalhos mostram fortes correlações com a dieta (Mahon, 1984; Watson e Balon 1984; Wikramanayake, 1990; Winemiller *et al.*, 1995; Piet Gerbrand, 1998; Hugueny e Pouilly, 1999; Xie *et al.*, 2001; Pouilly *et al.*, 2003; Merona *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2010; Pagotto *et al.*, 2011), outros demonstraram apenas correlação fraca (Douglas e Matthews 1992; Adite e Winemiller, 1997; Ibanez *et al.*, 2007; Jennifer e Winemiller, 2010; Faye *et al.*, 2012) ou até mesmo ausência de correlação entre forma e dieta das espécies (Felley 1984; Motta *et al.*, 1995;



Silva-Camacho et al., 2014). Esta correlação ou não estão diretamente relacionada com a estrutura do ambiente, podendo ser afeta por exemplo mais pela diversidade de alimento do que pela diversidade morfológica (Hugueny e Pouilly, 1999). No entanto na falta de correlação da morfologia com o habitat e dieta, estudos que abordem o comportamento de forrageamento podem contribuir na explicação das diferenças (Schmitt & Coyer, 1982).

5. Considerações finais

Observamos uma forte tendência ao crescimento do uso da ecomorfologia para explicar e descrever aspectos relacionados ao habitat, dieta e comportamento de peixes. No entanto, existe uma forte divergência de resultados entre estudos que correlacionam à morfologia com habitat e dieta das espécies.

Agradecimentos

A Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas pelo apoio institucional aos autores; A CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida ao primeiro autor.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

ADITE, A., WINEMILLER, K. O. Trophic ecology and ecomorphology of fish assemblages in coastal lakes of Benin, West Africa. **Ecoscience**, p. 6-23, 1997.

ANTUNES SAMPAIO, A. L., GOULART, E. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 4, p. 775-798, 2011.

BHAT, A. Ecomorphological correlates in tropical stream fishes of southern India. **Environmental Biology of Fishes**, 73:211-225. DOI 10.1007/s10641-005-0561-0, 2005.

CARLSON, R. L., WAINWRIGHT, P. C. The ecological morphology of darter fishes (Percidae: Etheostomatinae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 100, n. 1, p. 30-45, 2010.

CASATTI, L., CASTRO, R. M. C. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the river São Francisco, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 203-214, 2006.

COCHRAN-BIEDERMAN, J. L., WINEMILLER, K. O. Relationships among habitat, ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. **Environmental Biology of Fishes**, v. 88, n. 2, p. 143-152, 2010.

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

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

FILHO, V. P. F., GUERRA, T. P., LIMA, M. C. S., TEIXEIRA, D. F. F., COSTA, R. R., ARAÚJO, I. M. S., MOURA, G. J. B., EL-DEIR, A. C. A. Padrões ecomorfológicos associados à dieta de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Scianidae) em reservatório permanente, no Nordeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**. DOI: 10.1590/1678-476620141042134142, 2014.

FOX, B. J., BROWN, J. H. Assembly rules for functional groups in North American desert rodent communities. **Oikos**, p. 358-370, 1993.

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

FREITAS, C. E. C., COSTA, E. L., SOARES, M. G. M. Ecomorphological correlates of thirteen dominant fish species of Amazonian floodplain lakes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 17(3):339-347, 2005.

GATZ JR, A. J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane studies in zoology and botany**, v. 21, n. 2, p. 91-124, 1979a.

GATZ JR, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, p. 711-718, 1979b.



GATZ JR, A. J. Morphologically inferred niche differentiation in stream fishes. **American Midland Naturalist**, p. 10-21, 1981.

GIBRAN, F. Z. Habitat partitioning, habits and convergence among coastal nektonic fish species from the São Sebastião Channel, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 2, p. 299-310, 2010.

GOMES, L. N., JÚNIOR, J. R. P., PIORSKI, N. M. Aspectos ecomorfológicos da comunidade de peixes do estuário do rio Anil, Ilha de São Luís-MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 16, n. 1, 2003.

HOAGSTROM, C W., BERRY, C. R. Morphological diversity among fishes in a Great Plains river drainage. **Hydrobiologia**, v. 596, n. 1, p. 367-386, 2008.

HUGUENY, B., POUILLY, M. Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 54, n. 6, p. 1310-1325, 1999.

HUTCHINSON, G. Evelyn. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals?. **American naturalist**, p. 145-159, 1959.

LABROPOULOU, M., ELEFThERIOU, A. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. **Journal of Fish Biology**, v. 50, n. 2, p. 324-340, 1997.

LANGERHANS, R. B., CRAIG, A. L., AIMEE, K. L., THOMAS J. D. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 80, n. 4, p. 689-698, 2003.

LEAL, C. G., JUNQUEIRA, N. T., SANTOS, H. A., POMPEU, P. S. Ecomorphological and habitat use variations in piabina argentea (characiformes, characidae) from Velhas River basin, Minas Gerais, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, n. 3, p. 222-231, 2013.

MAZZONI, R., MORAES, M., REZENDE C. F., MIRANDA, J. C. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 2, p. 162-168, 2010.

MEDEIROS, P. R., RAMOS, R. T. C. Predicting ecomorphological patterns from morphology of a tropical estuarine fish assemblage. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 40-46, 2007.

MONTAÑA, C. G., WINEMILLER, K. O. Local-scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of cichlid fishes in a tropical floodplain river. **Ecology of freshwater Fish**, v. 19, n. 2, p. 216-227, 2010.

MOTTA, P. J., CLIFTON, K. B., HERNANDEZ, P., EGGOLD, B. T. Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diet and microhabitat utilization. **Ecomorphology of fishes**. Springer Netherlands, p. 37-60, 1995.

OLIVEIRA, E. F. GOULART, E., BREDA, L., MINTEVERA, C. V., PAIVA, L. R. S., VISMARA, M. R. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 3, p. 569-586, 2010.

PAGOTTO, J. P. A., GOULART, E., OLIVEIRA, E. F., YAMAMURA, C. B. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 469-479, 2011.

PAGOTTO, J. P. A., GOULART, E., OLIVEIRA, E. F., YAMAMURA, C. B. A ecomorfologia como ferramenta para análise da estrutura de assembleias. p. 327-346. In: LANSAC-TÔHA F. A., BENEDITO, E., OLIVEIRA, E. F. [Org.]. *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia*. Maringá: Eduem. 527p., 2009.

PERES-NETO, P. R. Introdução a análises morfométricas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 2, n. 1, p. 3, 1995.

PERES-NETO, P. R. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 6, n. 1, p. 7, 1999.

PIET, G. J. Ecomorphology of a size-structured tropical freshwater fish community. **Environmental Biology of Fishes**, v. 51, n. 1, p. 67-86, 1998.

PIORSKI, N. M., ALVES, J. D. R. L., MACHADO, M. R. B., CORREIA, M. M. F. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 63-70, 2005.

PIORSKI, N. M., DOURADO, E. C. S., NUNES, J. L. S. Análise Ecomorfológica de Três Espécies de Peixes do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz, Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 20, n. 1, 2007.



POUILLY, M., LINO, F., BRETENOUX, J. G., ROSALES, C. Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. **Journal of Fish Biology**, v. 62, n. 5, p. 1137-1158, 2003.

RICKLEFS, R. E., TRAVIS, J. A morphological approach to the study of avian community organization. **The Auk**, p. 321-338, 1980.

RICKLEFS, R. E., PIANKA, C. D., ERIC R. A morphological analysis of the structure of communities of lizards in desert habitats. **Ecology**, p. 1474-1483, 1981.

SAMPAIO, A. L. A., PAGOTTO, J. P. A., GOULART, E. Relationships between morphology, diet and spatial distribution: testing the effects of intra and interspecific morphological variations on the patterns of resource use in two Neotropical Cichlids. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 2, p. 351-360, 2013.

SANTOS, A. B. I., CAMILO, F. L., ALBIERI, R. J., ARAÚJO, F. G. Morphological patterns of five fish species (four characiforms, one perciform) in relation to feeding habits in a tropical reservoir in south-eastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 27, n. 6, p. 1360-1364, 2011.

SIBBING, F. A., NAGELKERKE, L. A. J., OSSE, J. W. M. Ecomorphology as a tool in fisheries: identification and ecotyping of Lake Tana barbs (*Barbus intermedius* complex), Ethiopia. **NJAS wageningen journal of life sciences**, v. 42, n. 1, p. 77-85, 1994.

SILVA-CAMACHO, D. D. S., SANTOS, J. N. D. S., GOMES, R. D. S., ARAÚJO, F. G. Ecomorphological relationships among four Characiformes fish species in a tropical reservoir in South-eastern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, n. 1, p. 28-34, 2014.

SOARES, B. E., RUFFEIL, T. O. B., MONTAG, L. F. A. Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 4, p. 845-858, 2013.

SOUZA, C. E., BARRELLA, W. Atributos ecomorfológicos de peixes do Sul do Estado de

São Paulo. **Revista Eletrônica de Biologia (REB). ISSN 1983-7682**, v. 2, n. 1, p. 1-35, 2009.

SOUZA, M. A., FAGUNDES, D. C., LEAL, C. G., POMPEU, P. S. Ecomorphology of *Astyanax* species in streams with different substrates. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, n. 1, p. 42-50, 2014.

TEIXEIRA, I., BENNEMANN, S. T. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 67-76, 2007.

WAINWRIGHT, P. C. Ecological explanation through functional morphology: the feeding biology of sunfishes. **Ecology**, p. 1336-1343, 1996.

WATSON, D. J., BALON, E. K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, v. 25, n. 3, p. 371-384, 1984.

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

WILLIS, S. C., WINEMILLER, K. O., LOPEZ-FERNANDEZ, H. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. **Oecologia**, v. 142, n. 2, p. 284-295, 2005.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphology of fresh-water fishes. **Research & Exploration**, v. 8, n. 3, p. 308-327, 1992.

WINEMILLER, K. O., KELSO-WINEMILLER, L. C., BRENKERT, A. L. Ecomorphological diversification and convergence in fluvial cichlid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 44, n. 1-3, p. 235-261, 1995.

XIE, S., CUI, Y., LI, Z. Dietary-morphological relationships of fishes in Liangzi Lake, China. **Journal of fish biology**, v. 58, n. 6, p. 1714-1729, 2001.