



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

**RAILLA MARIA OLIVEIRA LIMA**

**ECOMORFOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2019**

**RAILLA MARIA OLIVEIRA LIMA**

**ECOMORFOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação

Área de concentração: Biodiversidade e Conservação em Ecossistemas Terrestres e Aquáticos

**Orientador:** Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa

**CAMPINA GRANDE**

**2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732e Lima, Railla Maria Oliveira.  
Ecomorfologia da ictiofauna de reservatórios do semiárido [manuscrito] / Railla Maria Oliveira Lima. - 2019.  
43 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2020.  
"Orientação : Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, Departamento de Biologia - CCBS."  
1. Ictiofauna. 2. Atributos ecomorfológicos. 3. limnologia. I.  
Título

21. ed. CDD 577.6

RAILLA MARIA OLIVEIRA LIMA

ECOMORFOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Trabalho de Conclusão de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação

Área de concentração: Biodiversidade e Conservação em Ecossistemas Terrestres e Aquáticos

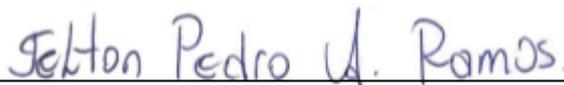
Aprovada em: 18/12/2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Telton Pedro Anselmo Ramos  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Juliana dos Santos Severiano  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*“Eu pensava que nós  
seguíamos caminhos já  
feitos, mas parece que não  
os há. O nosso ir faz o  
caminho.”*

*C. S. Lewis*

## AGRADECIMENTOS

Palavras nunca seriam suficientes para descrever a imensa gratidão por finalizar mais uma etapa de grande importância em minha vida ao lado de pessoas tão queridas, sem elas esse momento não teria o mesmo sentido.

Primeiramente sou grata a Deus que tem me cuidado durante toda minha vida, me fortalecido diante dos obstáculos e que também tem me proporcionado inúmeros motivos de alegria, me permitindo concluir mais uma fase de minha formação acadêmica.

Aos meus pais, especialmente, minha mãe que sempre me apoiou e incentivou, dando todo o suporte necessário e possível em minha formação acadêmica, meu maior exemplo de força, coragem e amor. Também a minha amada irmã que sempre esteve ao meu lado e minha sobrinha Olivia, a qual tenho imenso amor e cuidado e tem proporcionado imensa alegria em nossa família.

Ao meu esposo, Helder Eduardo, pelo companheirismo, paciência e amparo nos dias alegres e difíceis, pela disposição em me ajudar, muitas vezes sem saber como, mas estando ao meu lado e por proporcionar o maior presente que poderíamos ter em nossas vidas, nosso filho Heitor, que chegará para trazer mais alegria para nosso lar.

Ao meu orientador, José Etham, grande exemplo de pesquisador e ser humano, por todo apoio desde o início e suporte para que a pesquisa fosse realizada e concluída e compreensão e paciência quando mais precisei, sem seu apoio e carinho esse momento não seria possível, meu muitíssimo obrigada!

A Juliana pelo direcionamento e compreensão nos momentos necessários, bem como a toda a equipe do Leaq, sempre tão querida e acolhedora, disposta a contribuir para bem comum. A presença e amizade de vocês tornaram essa jornada mais leve e agradável.

Ao PPGEC pelo suporte e compreensão durante todo o período do mestrado e a CAPES pela bolsa fornecida nesses dois anos.

## RESUMO

Considerado um grupo altamente diversificado, as comunidades de peixes de água doce sofrem grande influência das perturbações aos ambientes aquáticos. A região do semiárido nordestino, a qual foi considerada por muito tempo pouco diversa, sustenta comunidades ricas e espécies endêmicas, segundo apontam estudos atuais, porém as condições ambientais da região como baixa precipitação, aumento da temperatura e perda de habitat são fatores que afetam a manutenção e estruturação dessas comunidades. A associação desses fatores à ação humana, como a construção de barragens para armazenamento de água, podem afetar a forma de funcionamento desses ecossistemas em razão de sua dinâmica. Sendo esses ecossistemas artificiais, considerados heterogêneos e complexos, com multiformidade química e física, a conectividade entre reservatório e rio determinará as condições e integridade desses ecossistemas, bem como a predação uma vez que é responsável pela regulação de presas através do controle top-down. Considerando as características peculiares desses ecossistemas estudos tem sido direcionados a entender a estruturação das comunidades ictiológicas na região, as quais são influenciadas por elementos abióticos em menor escalas e abióticos em maior escala. No ambiente, a disponibilidade de recursos tem grande interferência na exploração e formas de interações entre as espécies, uma vez que disponibilizado em abundância tem sua exploração de forma abrangente e quando escasso, é explorado de forma especializada em razão da intensificação da predação e competição, essa relação permite o particionamento dos recursos e por consequência a coexistência, mecanismo que auxilia a manutenção da comunidade e está associado às características morfológicas, fisiológicas e comportamentais. Em razão dessa associação, a ecomorfologia aponta a morfologia como principal responsável pelo desempenho das espécies e essa abordagem tem sido aplicada pela eficiência de inferir aspectos ecológicos, principalmente em comunidades ictiológicas, pela diversidade de adaptações e facilidade de mensurar as características morfológicas. Diante das condições variadas e complexas as quais as comunidades ictiológicas dos reservatórios estão expostas, o estudo objetiva analisar as características morfológicas a fim

de caracterizar os hábitos de vida de comunidades ictiológicas de três reservatórios do semiárido paraibano aplicando a abordagem ecomorfológica.

**Palavras-chave:** ictiofauna. atributos ecomorfológico. limnologia.

## ABSTRACT

Considered a highly diverse group, freshwater fish communities are greatly influenced by disturbances to aquatic environments. The northeastern semi-arid region, which was considered for a long time little diverse, supports rich communities and endemic species, according to current studies, but the region's environmental conditions such as low precipitation, temperature increase and habitat loss are factors that affect the region. maintenance and structuring of these communities. The association of these factors with human action, such as the construction of water storage dams, can affect the way these ecosystems function due to their dynamics. Since these artificial ecosystems are considered heterogeneous and complex, with chemical and physical multiformity, reservoir-river connectivity will determine the conditions and integrity of these ecosystems, as well as predation as it is responsible for regulating prey through top-down control. Considering the peculiar characteristics of these ecosystems, studies have been directed to understand the structure of the ichthyological communities in the region, which are influenced by smaller scale abiotic elements and larger scale abiotic elements. In the environment, the availability of resources has great interference in exploitation and forms of interactions between species, since its abundant availability is exploited widely and when scarce, is exploited in a specialized way due to the intensification of predation and competition, This relationship allows the partitioning of resources and, consequently, coexistence, a mechanism that helps maintain the community and is associated with morphological, physiological and behavioral characteristics. Because of this association, ecomorphology points to morphology as the main responsible for species performance and this approach has been applied for the efficiency of inferring ecological aspects, especially in ichthyological communities, for the diversity of adaptations and ease of measuring morphological characteristics. Given the varied and complex conditions to which the ichthyological communities of the reservoirs are exposed, the study aims to analyze the morphological characteristics in order to characterize the life habits of ichthyological

communities of three reservoirs of the Paraíba semi-arid by applying the ecomorphological approach.

**Keyword:** ichthyofauna. ecomorphological attributes. limnology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação da bacia do rio Paraíba .....	29
Figura 2. Captura de indivíduos por redes de arrasto e espera nos reservatórios de Poções e Camalaú.....	35
Figura 3. Medição de comprimento total e comprimento de nadadeira peitoral com auxílio de paquímetro digital.....	36
Figura 4. Representação da distribuição dos índices ecomorfológicos entre os reservatórios.....	40
Figura 5. Distribuição dos escores das espécies nos dois primeiros eixos.....	42
Figura 6. Representação de agrupamento das espécies pelos índices ecomorfológicos por dendograma.....	42

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Medidas morfológicas da ictiofauna e suas respectivas descrições ..... 31
- Tabela 2. Lista dos oito atributos ecomorfológicos e suas respectivas descrições..... 32
- Tabela 3. Composição taxonômica da ictiofauna dos reservatórios Epitácio Pessoa, Poções e Camalaú. .... 33
- Tabela 4. Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos índices ecomorfológicos para as espécies: *H. pularum* (HPUS), *H. malabaricus* (HMAL), *L. piau*, (LPIA), *C. menezesi* (CMEN), *P. vivípara* (PVIV), *A. bimaculatus* (ABIM), *A. ocellatus* (AOCE), *P. squamosissimus* (PSQU), *C. ocellaris* (COCE) e *O. niloticus* (ONIL)..... 34
- Tabela 5. Valores de correlação dos dois primeiros eixos (PC1 e PC2) da Análise dos Componentes Principais (PCA) dos índices ecomorfológicos. .... 36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>2. HIPÓTESE</b> .....	<b>17</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>19</b>

## ECOMORFOLOGIA APLICADA A FORMA DE USO DE RECURSOS EM COMUNIDADES DE PEIXES DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
2.1 Área de estudo.....	28
2.2 Amostragem.....	29
2.3 Medidas morfométricas .....	30
2.4 Índices ecomorfológicos.....	32
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>41</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Considerado o grupo mais diversificado dos Craniata, com mais de 27.977 espécies de água doce descritas e 1000.000 estimadas, as comunidades ictiológicas desses ecossistemas estão na principal rota de ameaças, senão mais vulneráveis que ambientes terrestres e marinhos. Embora seja possível observar aumento de perturbações nesses ecossistemas ao longo do tempo, novas espécies têm sido frequentemente descritas, principalmente na região Neotropical (HUBERT, 2006, ABEL, 2008). No Brasil, representadas por mais de 3000 espécies, as comunidades ictiológicas de água doce apresentam ampla diversidade, com uma média de descrição de uma nova espécie a cada quatro dias e tal riqueza é justificada pelos grandes corpos hidrográficos do país, entre eles a bacia amazônica (BUCKUP, 2007, ROSA, 2008, COSTA, 2017).

Com os maiores estudos de comunidades ictiológicas destinadas às demais regiões, o Nordeste, principalmente regiões semiáridas, durante muito tempo foi considerado escasso e pouco diverso em razão da aparência seca e árida. Todavia, através do avanço de inventários, hoje sabe-se que os corpos hídricos da região sustentam comunidades altamente diversificadas e endêmicas, sendo a insuficiência do aprofundamento de estudos um dos fatores limitantes para o entendimento desses ecossistemas (ROSA, 2008, RAMOS, 2014, TEIXEIRA, 2017, GURGEL-LOURENÇO, 2017).

As comunidades ictiológicas dulcícolas do semiárido sofrem influência de diversos fatores, entre eles, do regime hidrológico da região. Abrigando em grande parte rios intermitentes, áreas com baixos índices de precipitação anual e tendência ao prolongamento do período de estiagem, os efeitos das perturbações são acentuados sob toda a biota aquática, especialmente sob as assembleias de peixes (MEDEIROS, 2006). Variação da temperatura, pH e oxigênio, aumento da produção primária, perda da complexidade de habitats, modificação nos mecanismos de reprodução e diminuição da oferta de recursos alimentares são efeitos comuns que afetam as comunidades da região (MACEDO, 2010).

Sendo as condições climáticas uma problemática não apenas ambiental, mas social e econômica, desde o Brasil império grandes construções de

barragens ou reservatórios vêm sendo executadas para armazenamento de água para períodos de estiagem prolongada no Nordeste, ou para geração de energia nas demais região do país, comum também em países desenvolvidos (MEDEIROS, 2006, TEIXEIRA, 2017). Essas construções consistem em barramentos de rios, ou seja, em determinadas áreas dos rios, as águas deixam de ser lóaticas e passam a ser lânticas, podendo formar gradientes longitudinais, com diferenças entre as zonas e biota aquática, geralmente apresentando os reservatórios sistemas de cascata ( FERRAREZE, 2014, UEHARA, 2015,).

Os reservatórios são ecossistemas artificiais, heterogêneos e complexos, espacialmente e temporalmente em razão das condições as quais estão expostos, principalmente pela formação de sua estrutura. A multiformidade de características químicas, físicas e ambientais na extensão dos reservatórios podem promover maior diversidade de recursos, sejam alimentares ou de habitat, ou efeitos opostos, como perda de espécies, especialmente endêmicas e a diminuição de recursos (PELICICEE, 2006, SMITHI, 2008, KIPPER, 2011). Logo, a conectividade entre reservatório e rio é que determinará as condições desses ecossistemas, sendo um fator chave na integridade dos mesmos, pois promove continuidade de gradiente, diminui barreias promovendo assim maior diversidade de espécies, de recursos, de troca genética e complexidade de habitats, definindo a estruturação das assembleias de peixes (FERRAREZE, 2014, UEHARA, 2015, SÁ-OLIVEIRA, 2016).

A heterogeneidade de habitat e a predação são outros importantes fatores responsáveis pela estruturação das comunidades ictiológicas em lagos, enquanto que em rios, a variação longitudinal dos gradientes, detém essa função. Por se tratar de ecossistemas com variações não cíclicas, os reservatórios apresentam estruturas mais aleatórias e imprevisíveis, as quais sofrem grande influência do manejo e uso (OLIVEIRA, 2005), De forma geral, a predação destaca-se entre os principais fatores na manutenção das comunidades nos ecossistemas aquáticos, sendo responsável pela regulação de presas, através do controle top-down, produtividade, forrageamento e preferência por habitat (SÁ-OLIVEIRA, 2016).

Considerando as características peculiares e estudos ainda discretos no semiárido, o desafio de entender o funcionamento e a estruturação dessas complexas organizações tem impulsionado estudos a nível de comunidade de diversos grupos, e no caso de organismos aquáticos como os peixes, a ação múltipla dos fatores definem os padrões observados nos ecossistemas. Podendo ser estruturadas por processos aleatórios ou sistemáticos, pelas interações de fatores bióticos e abióticos a escala aponta para os principais elementos estruturadores, sendo os fatores bióticos mais relevantes em menor escala e processos biogeográficos e abióticos em maior escala sob a ictiofauna (OLIVEIRA, 2005, MONTANA, 2014, SÁ-OLIVEIRA, 2014, SÁ-OLIVEIRA, 2016).

A disponibilidade de recursos no ambiente tem ampla relevância na formas de interações e de exploração dos mesmos pelas espécies. Seu uso em geral ocorre de forma abrangente quando o mesmo é disponibilizado em abundância, e casos de escassez favorece intensa competição interespecífica e predação, e uso de forma especializada, estratégia que permite a partição dos mesmos e coexistência (PIET, 1998, ESPÍNOLA, 2014). Esse mecanismo sustenta comunidades em situação de perturbação e mostra a forte influência da morfologia, fisiologia e do comportamento sob o uso dos recursos, uma vez que divergências morfológicas são necessárias para que espécies com hábitos e características semelhantes coexistam (WINEMILLER, 2014, PESSANHA, 2015, PEASE, 2018). A disponibilidade dos recursos alimentares, matérias primas para manutenção das atividades, gasto e alocação de energia, determina como as guildas alimentares serão distribuídas no espaço, logo, a variação dos fatores que pode causar interferências nos recursos e conseqüentemente na estrutura trófica (SÁ-OLIVEIRA, 2014, BOHÓRQUEZ-HERRERA, 2015, ZULUAGA-GÓMEZ, 2016).

A abordagem ecomorfológica aponta as características morfológicas responsáveis pelo desempenho das espécies, favorecendo ou não seu sucesso. Em razão dessa estreita relação entre a exploração dos recursos e morfologia, a ecomorfologia, já empregada em sua visão mais básica desde século IV, tem sido comumente utilizada pela eficiência de inferir de forma confiável aspectos ecológicos de diversos grupos (DELARIVA, 2001, COCHRAN-BIEDERMAN 2010, MISE, 2015). Facilmente aplicável ao grupo dos peixes em razão das

diversas adaptações morfológicas e formas de uso de recursos, através de medições simples pode ser empregada para indicar padrões ecológicos em comunidades ictiológicas (WINEMILLER, 2014, PESSANHA, 2015, GAMMANPILA, 2017).

A relação entre morfologia e uso de recursos em assembleias de peixes podem indicar as principais características adaptativas das espécies no nicho realizado e vários estudos têm investigado essa relação através da abordagem ecomorfológica e ecologia trófica, uma vez que as divergências e convergências morfológicas podem indicar a ecologia das espécies referente aos recursos alimentares através da formação de grupos tróficos (WINERMILLER, 1991, WINEMILLER, 1995) A morfologia da boca pode indicar o tamanho e tipo de presas preferenciais ou disponíveis no ambiente, enquanto as nadadeiras e forma do corpo, podem ser relacionadas ao comportamento de forrageamento, natação e preferência de habitat (ADITE, 1997, PIET, 1998, BREDA 2005, BOYLE, 2006).

Embora vários estudos apontem à eficiência da abordagem ecomorfológica aplicada às comunidades ictiológicas, a característica oportunista das espécies de água doce da região tropical é um fator relevante a ser observado, pois influenciar a compreensão da relação ecomorfologia/uso de recursos no ambiente (TEIXEIRA, 2007, MISE 2015) Grande parte das espécies de peixes da região tropical apresenta alta plasticidade trófica graças às adaptações morfológicas que evoluíram ao longo do tempo em respostas às pressões ambientais, variações espaciais e temporais, estratégias de captura, competição e predação (SILVA-CAMACHO, 2014, MACHADO-EVANGELISTA, 2015).

Diante das condições variadas e complexas as quais as comunidades ictiológicas dos reservatórios estão expostas, o estudo objetiva analisar as características morfológicas a fim de caracterizar os hábitos de vida de comunidades ictiológicas de três reservatórios do semiárido paraibano aplicando a abordagem ecomorfológica.

## **2. HIPÓTESE**

- Os índices ecomorfológicos têm relação e indicam a forma de uso de recursos e ocupação de habitat de comunidades ictiológicas em reservatórios do semiárido

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O estudo tem como objetivo caracterizar comunidades ictiológicas de reservatórios em cascata do semiárido paraibano a partir dos índices ecomorfológicos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar e agrupar as espécies a partir dos índices ecomorfológicos;
- Identificar padrões de comportamento das espécies quanto ao uso do habitat e forrageamento;
- Investigar a eficiência dos índices ecomorfológicos predizer aspectos ecológicos das comunidades ictiológicas dos reservatórios;

#### 4. REFERÊNCIAS

- ABELL, R. et al. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. **BioScience**. v. 58 n. 5. 2008.
- ADITE, A.; WINEMILLER, K. O. Trophic ecology and ecomorphology of fish assemblages in coastal lakes of Benin, West Africa. **Ecoscience**. v. 4, n. 1. 1997.
- BOHÓRQUEZ-HERRERA, J. et al. Feeding ecomorphology of seven demersal marine fish species in the Mexican Pacific Ocean. **Environmental Biology of Fishes**. v. 98, n. 5. 2015.
- BOYLE, K. S.; HORN, M. H. Comparison of feeding guild structure and ecomorphology of intertidal fish assemblages from central California and central Chile. **Marine Ecology Progress Series**. v. 319. n. 1. 2006.
- BREDA, L.; DE OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 27. n. 4. 2005.
- BUCKUP, P. A., MENEZES, N. A., GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro. Museu Nacional. 2007.
- 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. 2010.
- COSTA, S. Y. L. et al. Composition of the ichthyofauna in Brazilian semiarid reservoirs. **Biota Neotropica**. v. 17. n. 3. 2017.
- DELARIVA, R. L., AGOSTINHO, A. A. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. **Journal of Fish Biology**. v. 58. n. 3. 2001.
- ESPÍNOLA, L. A., DOURADO, E. C. S., BENEDITO, E. Difference in reproduction energy content in muscles on fish from reservoirs in Paraná State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**. n. 12. v. 4. 2014.
- FERRAREZE, M., CASATI, L., NOGUEIRA, M. G. Spatial heterogeneity affecting fish fauna in cascade reservoirs of the Upper Paraná Basin, Brazil. **Hydrobiologia**. n. 738. v. 1. 2014.
- GAMMANPILA, M. AMARASINGHE, U. S., WIJEYARATNE, M. J. S. Morphological correlates with diet of fish assemblages in brush park fisheries of tropical estuaries. **Environmental Biology of Fishes**. v. 100. n. 10. 2017.
- GURGEL-LOURENÇO, R. C. et al. Length-weight relationships for freshwater fish species from humid forest enclaves at the Brazilian semiarid. **Journal of Applied Ichthyology**. v. 33. n. 6. 2017.

HUBERT, N., RENNO, J. Historical biogeography of South American freshwater fishes. **Journal of Biogeography**. v. 33. n. 8. 2006.

KIPPER, D. et al. Composição taxonômica da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, Brasil. **Biota Neotropica**. n. 11 v.1. 2011.

MACHADO-EVANGELISTA, M. et al. Diet and ecomorphology of *Leporinus reticulatus* (Characiformes: Anostomidae) from the upper Rio Juruena, MT, Brazil: ontogenetic shifts related to the feeding ecology. **Acta Amazônica**. v. 45. n. 4. 2015.

MACEDO, C. L., TAVARES, L. H. S. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**. v. 36, n. 2. 2010.

MEDEIROS, E. S. F. et al. Spatial variation in reservoir fish assemblages along semi-arid intermitente river, Curimataú River, northeastern Brazil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. 2006.

MISE, F. T. et al. Intraspecific ecomorphological variations in *Poecilia reticulata* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes): comparing populations of distinct environments. Iheringia. **Série Zoologia**. v. 105. n. 2. 2015.

MONTANA, C. G., WINERMILLER, K. O., SUTTON, A. **Intercontinental comparison of fish ecomorphology: null model tests of community assembly at the patch scale in rivers**. Ecological Monographs. n. 84 .v. 1. 2014.

OLIVEIRA, F. E., MINTE-VERA, C. V., GOULART, E. Structure of fish assemblages along spatial gradients in a deep subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay border). **Environmental Biology of Fishes**. v. 72. n. 3. 2005.

PEASE, A. A., MENDONZA-CARRANZA, M., WINEMILLER, K. O. Feeding ecology and ecomorphology of cichlid assemblages in a large Mesoamerican river delta. **Environmental Biology of Fishes**. v. 101. n. 6. 2018.

PELICICE, F. M., AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**. v. 15. n. 1. 2006.

PESSANHA, A. L. M. et al. Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. **Neotropical Ichthyology**. v. 13. n. 2. 2015.

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

RAMOS, T. P. A., RAMOS, R. T. C., RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v. 14. n. 1. 2014.

SÁ-OLIVEIRA, J. C. et al. Diet and niche breadth and overlap in fish communities within the area affected by an Amazonian reservoir (Amapá, Brazil). **Anais da Academia de Ciências**. 86(1). 2014.

SÁ-OLIVEIRA, J. C. et al. Factors structuring the fish community in the area of the Coaracy Nunes hydroelectric reservoir in Amapá, northern Brazil. **Tropical Conservation Science**. v. 9. n. 1. 2016.

SILVA-CAMACHO, D. S. et al. Ecomorphological relationships among four Characiformes fish species in a tropical reservoir in South-eastern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**. v. 31. n. 1. 2014.

SMITHI, W. S., PETRERE JÚNIOR, M. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itupararanga Reservoir, Brazil. **Biologia Tropical**. v. 56 n. 4. 2008.

TEIXEIRA, K. F. et al. Ichthyofauna of Mundaú river basin, Ceará State, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v. 17. n. 1. 2017.

UEARA, W., ALBIERE, R. J., ARAÚJO, F. G. Structure of fish assemblages in seven tropical reservoirs in southeastern Brazil during the rainy season; what matters: physico-chemical or hydrological connectivity influences? **Journal of Applied Ichthyology**. v.17. n. 1. 2015.

WINEMILLER, K.O., KELSO-WINEMILLER, L.C. & BRENKERT, A.L. Ecomorphological diversification and convergence in fluvial cichlid fishes. **Environmental Biology of Fishes**. v. 44. 1995.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological Diversification in Lowland Freshwater Fish Assemblages from Five Biotic Regions Author ( s ): Kirk O . Winemiller Published by: **Ecological Society of America** **ECOMORPHOLOGICAL DIVERSIFICATION IN LOWLAND FRESHWATER FISH ASSEMBLAGES FROM FI**. Ecological Monographs. v. 61. n. 4. 1991.

ZULUAGA-GOMÉZ, M. A. et al. Morphologic and trophic diversity of fish assemblages in rapids of the Xingu River, a major Amazon tributary and region of endemismo. **Environmental Biology of Fishes**. v. 99. 2016.

## **ECOMORFOLOGIA APLICADA A FORMA DE USO DE RECURSOS EM COMUNIDADES DE PEIXES DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

**RAILLA MARIA OLIVEIRA LIMA**

### **RESUMO**

Em razão da necessidade de ampliar os conhecimentos sobre estruturação e funcionamento das comunidades, exige-se estudos que abordem essas organizações de forma complexa. Sendo a disponibilidade de recursos um fator chave nessa estruturação e fortemente relacionado à habilidade dos organismos em fazer uso dos mesmo, a abordagem ecomorfológica concilia aspectos ecológicos às características morfológicas, constituindo uma ferramenta útil para indicar padrões ecológicos em comunidades biológicas, principalmente ictiológicas, devida a diversidade de adaptações e facilidade de medições. Apesar da eficiência da abordagem, estudos ecomorfológicos em comunidades ictiológicas de água doce podem ser comprometido pelo caráter oportunista das espécies, principalmente nas região do semiárido, as quais sofrem forte influência da regime hidrológico, resultante de longos períodos de estiagem. Com base no exposto espera que as características morfológicas indiquem aspectos ecológicos relacionados a ocupação de habitat e exploração de recursos alimentares. Logo o estudo tem como objetivo caracterizar comunidades ictiológicas do semiárido paraibano a partir dos índices ecomorfológicos. O estudo foi realizado em três reservatórios da bacia do Rio Paraíba, com clima do tipo semiárido quente com estação seca atingindo um período que compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias em torno de 400 mm ao ano. Os indivíduos foram coletados entre abril de 2017 e abril de 2018, com redes de espera, arrasto e tarrafa. A análise ecomorfológica foi aplicada em indivíduos adultos de dez espécies, por meio de oito índices ecomorfológicos relacionados ao uso do habitat e alimentação. Os resultados mostraram um padrão ecomorfológico semelhante entre os reservatórios. A análise de Componentes Principais diferenciou as espécies em função do uso do habitat, influenciado principalmente pela forma do corpo, compressão do pedúnculo e tamanho das nadadeiras. As espécies *O. niloticus* e *A. bimaculatus* com corpos mais comprimidos e grandes nadadeiras peitorais foram

relacionados águas mais lentas, e alta mobilidade em diferentes estratos da coluna d'água, enquanto espécies com corpos mais fusiformes ocupam as áreas de águas mais movimentadas. Apesar da baixa influência da boca na PCA, foi possível inferir o tamanho dos itens alimentares ingeridos pelas espécies a partir do índice proporção da boca. O estudo identificou agrupamentos de espécies por índices ecomorfológicos semelhantes, porém com ao menos uma característica que diferencia seus nichos, seja na posição na coluna d'água, no tamanho dos itens consumidos ou na capacidade natatória, favorecendo coexistência das mesmas, logo, a abordagem ecomorfológica mostrou-se eficiente na descrição de aspectos ecológicos das comunidades ecológicas em reservatórios do semiárido paraibano.

**Palavras-chave:** Assembleia de peixes. corpos hídricos. ocupação de habitat.

## ABSTRACT

Due to the need to broaden the knowledge about structuring and functioning of communities, studies that address these organizations in a complex way are required. Since the availability of resources is a key factor in this structure and strongly related to the ability of organisms to make use of them, the ecomorphological approach reconciles ecological aspects with morphological characteristics, constituting a useful tool to indicate ecological patterns in biological communities, mainly ichthyological, due to diversity of adaptations and ease of measurement. Despite the efficiency of the approach, ecomorphological studies in freshwater ichthyological communities may be compromised by the opportunistic character of the species, especially in the semiarid region, which are strongly influenced by the hydrological regime resulting from long periods of drought. Based on the above expects that the morphological characteristics indicate ecological aspects related to habitat occupation and exploitation of food resources. Therefore the study aims to characterize the ichthyological communities of the Paraíba semiarid from the ecomorphological indices. The study was carried out in three reservoirs of the Paraíba River basin, with warm semiarid climate with dry season reaching a period ranging from 9 to 10 months and average rainfall around 400 mm per year. The individuals were collected between April 2017 and April 2018, with waiting nets, trawl and net. The ecomorphological analysis was applied to adult individuals of ten species, through eight ecomorphological indices related to habitat use and feeding. The results showed a similar ecomorphological pattern between the reservoirs. Principal Component Analysis differentiated species according to habitat use, mainly influenced by body shape, peduncle compression and fin size. *O. niloticus* and *A. bimaculatus* species with more compressed bodies and large pectoral fins were related to slower waters, and high mobility in different strata of the water column, while species with more fusiform bodies occupy the busiest water areas. Despite the low influence of mouth on PCA, it was possible to infer the size of food items ingested by species from the mouth proportion index. The study identified clusters of species by similar ecomorphological indices, but with at least one characteristic that differentiates their niches, either in the position in the water column, the size of the items consumed or the swimming capacity, favoring their

coexistence, therefore, the approach. The ecomorphological study proved to be efficient in describing ecological aspects of ecological communities in Paraiban semiarid reservoirs.

**Keywords:** Fish assemblage. water bodies. habitat occupation.

## 1. INTRODUÇÃO

A fim de relacionar características morfológicas aos modos de vida dos organismos, a ecomorfologia tem sido uma ferramenta utilizada por ecólogos para entender o funcionamento de comunidades biológicas, uma vez que espera-se que essa abordagem indique predições sobre o nicho ecológico das mesmas (WINEMILLER, 1992, SILVA-CAMACHO, 2014). Estudos dessa natureza foram propostos em sua maioria à organismos de maior porte como primatas, aves e peixes, tendo como precursor o último grupo para o trabalho de Keast e & Weeb em 1966, com espécies dulcícolas. A ecomorfologia emprega índices como indicadores da forma de vida dos organismos e tem sido amplamente utilizada em comunidades ictiológicas, contudo tal ferramenta pode ser comprometida pela alto oportunismo comum às espécies de água doce, as quais apresentam hábitos oscilantes em função das interações e condições do ambiente (BOYLE, 2006, TEIXEIRA, 2007, LUNDE, 2014, MISE, 2015).

A diversidade de espécies e adaptações, além de nichos, níveis tróficos e estratégias alimentares bem como suas características morfológicas facilmente mensuráveis, fazem dos peixes o grupo adequado para aplicação da abordagem ecomorfológica (PESSANHA, 2015). A forma do corpo por exemplo pode indicar a localização da espécie na coluna d'água e forrageamento, e o diâmetro de abertura e posição da boca relaciona-se com o tipo e tamanho de presas, bem como suas restrições, inferindo nichos de espaço e trófico. A estreita relação entre a morfologia e o uso dos recursos direcionam à organização das comunidades ictiológicas indicando as adaptações morfológicas relacionadas à forma de uso dos recursos alimentares e seus respectivos nichos (PALMEIRA, 2010, BARNETT, 2006, PRADO, 2016).

O grupo dos peixes apresentam mecanismos que visam amenizar os conflitos da competição e particionar os recursos, seja dos itens alimentares ou do espaço. Tal estratégia tem sido eficiente na sustentação de comunidades em situação de interações bióticas intensas e requer diferenças na morfologia, fisiologia e comportamento entre as espécies, segundo a teoria da similaridade limitante (MERONA, 2008, BLASINA, 2016). Logo, pesquisas ecomorfológicas agrupam espécies com base no uso dos recursos ou morfologia, geralmente não

considerando a similaridade filogenética, uma vez que pressupõe-se que capacidade de adaptação das espécies mediante às condições e interações é resultado de sucessivas evoluções ao longo do tempo podendo levar à convergência morfológica de espécies filogeneticamente distintas ou o oposto, todavia ainda existem discordâncias sobre considerar ou não a distância filogenética (MONTANA, 2014, PRADO, 2016).

Em razão instabilidade dos corpos hídricos da região semiárida do Brasil, principalmente dos reservatórios, por estarem sob condições climáticas peculiares e flutuantes, quanto a conectividade com o rio, volume hídrico e do uso e manejo, pressupõe-se variação dos recursos disponíveis, bem como a forma de uso dos mesmos pelas comunidades ictiológicas.

Logo, torna-se relevante o desenvolvimento de maiores estudos que avaliem a relação entre morfologia e forma de uso dos mesmos, uma vez que é possível indicar padrões de uso precisos do grupo de peixes, principalmente em regiões áridas, como no Nordeste do Brasil, as quais ainda apresentam estudos insuficientes. Espera-se que variáveis morfológicas associada à ecologia apontem e agrupe as espécies por meio de adaptações semelhantes em reservatórios do semiárido. Logo, o presente estudo objetiva caracterizar as comunidades ictiológicas de reservatórios do semiárido a partir da aplicação da abordagem ecomorfológica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Norte, com uma área compreendida de 20.071,83 km<sup>2</sup>, sendo a segunda maior do Estado da Paraíba (Figura 1). A bacia do Paraíba do Norte é uma das mais importantes do semiárido nordestino, composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto, Médio e Baixo curso do rio. O Rio Paraíba do Norte, nasce no alto da Serra de Jabitacá (município de Monteiro) e se estende no sentido Sudoeste-Nordeste por cerca de 360 km até desaguar no Oceano Atlântico (no município de Cabedelo). Do território paraibano, 38% se encontra dentro da hidrografia desta bacia, acolhendo 52% da população do estado, com a região metropolitana de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano (AESAs, 2006, PARAÍBA, 2007).

O clima predominante na região, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geigero, é do tipo semiárido quente com estação seca atingindo um período que compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias em torno de 400 mm ao ano. As variações de temperatura atingem mínimas mensais de 18 a 22°C entre os meses de julho e agosto, e máximas mensais de 28 a 31°C entre os meses de novembro e dezembro (AESAs, 2010).

O estudo foi realizado em três reservatórios distribuídos na porção Alta da Bacia do Rio Paraíba :**Reservatório Poções** (7°53'38"S e 37°0'30"W) – localizado no município de Monteiro, com capacidade de acumulação de 29.861.562 m<sup>3</sup>, abastece Monteiro e tem como principal finalidade o aproveitamento do potencial hídrico para irrigação, abastecimento público, lazer e pesca. **Reservatório Camalaú** (7°53'33.94"S e 36°50'39.16"W) – localizado no município de Camalaú, com capacidade máxima de acumulação 48.107.240 m<sup>3</sup>, é utilizado para abastecimento público, irrigação e pesca dos municípios de Camalaú e São João do Tigre. **Reservatório Epitácio Pessoa** (7°29'20"S e 36°17'3"W) localizado no município de Boqueirão, com uma bacia de 26.784 ha e capacidade de acumulação de 450.421.000 m<sup>3</sup>, é utilizado principalmente para fins de abastecimento e outras atividades tais como: irrigação, piscicultura, e

turismo. O Epitácio Pessoa é responsável atualmente pelo abastecimento de 20 municípios do Cariri paraibano, entre eles Campina Grande.

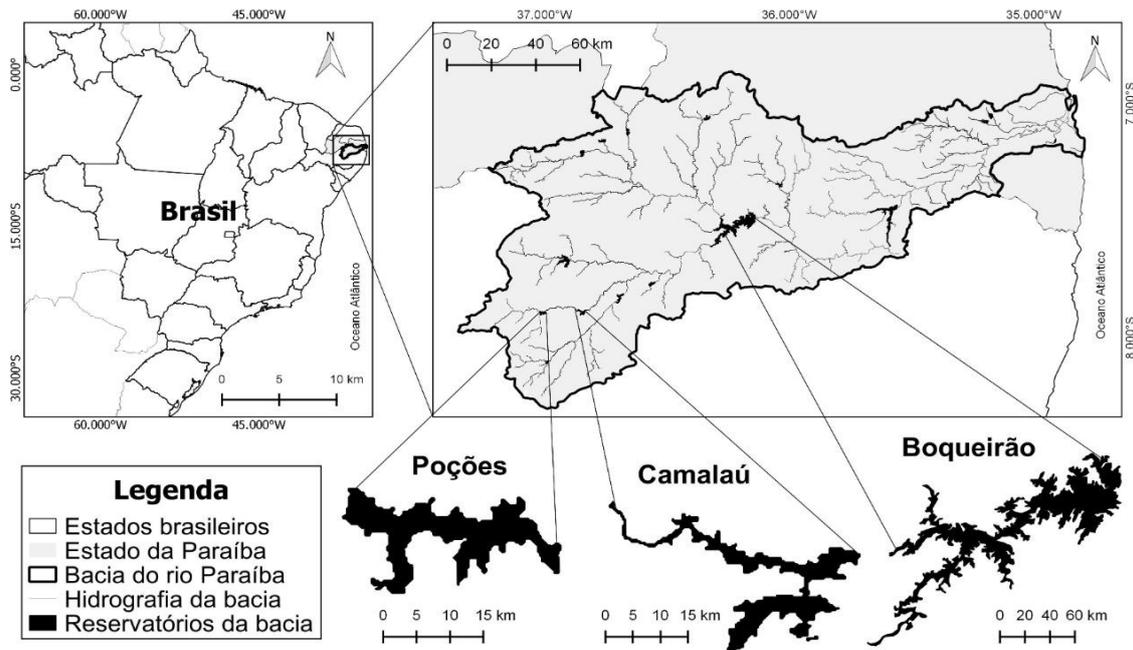


Figura 1. Representação da bacia do rio Paraíba

## 2.2 Amostragem

Foram realizadas três expedições de coletas entre abril de 2017 e abril de 2018. As coletas foram realizadas em quatro estações amostrais ao longo dos três reservatórios de forma transversal, desde as margens até as zonas mais profundas. Os indivíduos foram capturados através de redes de espera de tamanhos de malha entre 6 e 11 mm, com exposição do período do entardecer ao amanhecer, totalizando 12 horas, além do uso de redes de arrasto e tarrafa, a fim de ampliar a diversidade de organismos coletados, com padronização de esforço de captura em todos os pontos de coletas (Figura 2). Os indivíduos capturados foram anestesiados e sacrificados em solução de eugenol e fixados em formol 10%, para em laboratório (UEPB) serem preservados em álcool 70%. Os dados morfométricos foram avaliados segundo os métodos de Hubbs & Lagler (2006), sendo a identificação realizada com uso das chaves especializadas (BRITSK, 1999, VIEIRA, 2002, BUCKUP, 2006).



Figura 2. Captura de indivíduos por redes de arrasto e espera nos reservatórios de Poções e Camalaú.

### **2.3 Medidas morfométricas**

Para identificação dos índices morfométricos foram mensuradas 11 medidas morfológicas com base em Keast & Webb (1966), Gatz (1979), Watson & Balon (1984) e Beaumord & Petreire Jr. (1994) (Tabela 1). Foram utilizados paquímetros de menor calibre numérico (0,1 mm de precisão) para medição das variáveis morfológicas (Figura 3), por meio das quais foram definidos 8 índices ecomorfológicos segundo, Keast & Webb (1966), Beaumord (1994) Gatz (1981), Watson & Balon (1984) (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas morfológicas da ictiofauna e suas respectivas descrições

MEDIDA	DESCRIÇÃO
Comprimento total (C.T.)	- Da ponta do focinho até o final da nadadeira caudal
Comprimento padrão (C.P.)	- Da ponta do focinho até o final do pedúnculo caudal.
Altura do corpo (A.C.)	- Maior altura dorso-ventral perpendicular ao maior eixo corpóreo.
Largura do corpo (L.C.)	- Maior largura do corpo lado a lado.
Altura da boca (A.B.)	- Distância entre os lábios com a boca aberta
Largura da boca (L.B.)	- Distância entre as partes laterais da boca totalmente aberta sem distender os músculos.
Altura da nadadeira peitoral (A.N.P.)	- Maior largura da nadadeira em um eixo perpendicular ao eixo do comprimento da nadadeira totalmente aberta.
Comprimento da nadadeira peitoral (C.N.P.)	- Distância entre a base da nadadeira e sua extremidade.
Altura do pedúnculo caudal (A.P.C.)	- Altura do pedúnculo medida no mesmo ponto da largura.
Largura do pedúnculo caudal (L.P.C)	- Largura do pedúnculo medida no seu ponto médio.
Altura da nadadeira caudal (A.N.C.)	- Área da nadadeira caudal totalmente distendida.

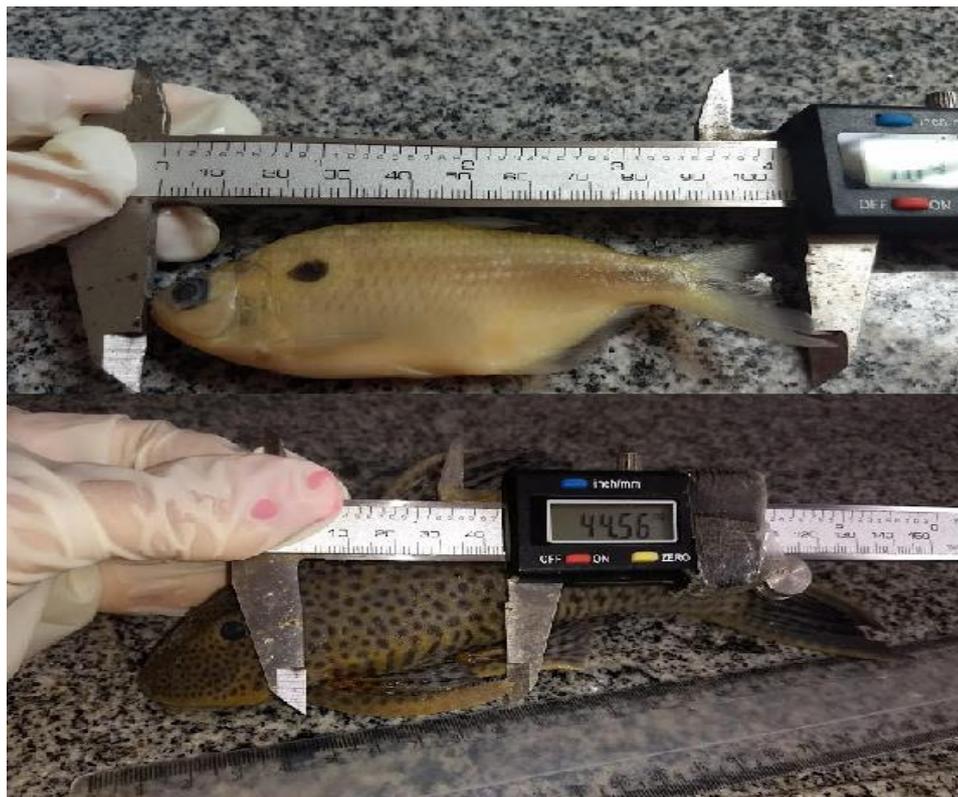


Figura 3. Medição de comprimento total e comprimento de nadadeira peitoral com auxílio de paquímetro digital.

## 2.4 Índices ecomorfológicos

Oito índices ecomorfológicos foram calculados a partir das medidas morfométricas, a fim de indicar os hábitos de vida relacionada ao uso dos recursos das comunidades ictiológicas: Índice de compressão (IC), Altura relativa do corpo (ARC), Índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC), Configuração da nadadeira peitoral (CNP), Largura relativa da boca (LRB), Altura relativa da boca (ARB), Proporção da boca (PB), Altura relativa da nadadeira caudal (ARNC) (Tabela 2).

Tabela 2. Lista dos oito atributos ecomorfológicos e suas respectivas descrições

ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS	DESCRIÇÃO
<b>Índice de compressão (IC): AC/LC</b> (Watson & Balon, 1984)	- Valores altos indicam peixes comprimidos lateralmente e habitantes de águas lênticas.
<b>Altura relativa do corpo (ARC): AC/CP</b> (Gatz, 1979)	- Inversamente relacionado com ambientes de hidrodinamismo elevado e diretamente relacionado com a capacidade de realizar giros verticais.
<b>Índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC): APC/LPC</b> (Gatz, 1979)	- Pedúnculos comprimidos indicam nadadores lentos e pouco manobráveis.
<b>Configuração da nadadeira peitoral (CNP): CNP/ANP</b> (Keast & Webb, 1966)	- Valores altos indicam nadadeira estreita longa, peixes que nadam muito.
<b>Largura relativa da boca (LRB): LB/CP</b> (Gatz, 1979)	- Valores maiores indicam o consumo de presas relativamente grandes, características de grandes predadores.
<b>Altura relativa da boca (ARB): AB/CP</b> (Gatz, 1979)	- Relacionado ao tamanho do alimento e hidrodinâmica
<b>Proporção da boca (PB): AB/LB</b> (Beaumord, 1994)	- Relacionado às formas dos alimentos em que valores altos indicam peixes com bocas estreitas e de grande abertura, sugerindo piscívoros
<b>Altura relativa da nadadeira caudal (ARNC): ANC/APC</b> (Keast & Webb, 1966)	- Valores altos indicam cauda furcada, indivíduos com natação veloz

### 3. RESULTADOS

Tabela 3. Composição taxonômica da ictiofauna dos reservatórios Epitácio Pessoa, Poções e Camalaú.

Espécies	Reservatórios			Nome vulgar
	Poções	Camalaú	Boqueirão	
<b>FAMÍLIA ANOSTOMIDAE</b>				
<i>Leporinus piau</i> (Fowler, 1941)	x	x	x	Piau preto
<b>FAMÍLIA CHARACIDAE</b>				
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	Piaba
<b>FAMÍLIA ERYTHRINIDAE</b>				
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	x	x	x	Traíra
<b>FAMÍLIA POECILIIDAE</b>				
<i>Poecilia vivipara</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x	-	x	Barrigudinho
<b>FAMÍLIA CICHILIDAE</b>				
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	-	-	x	Oscar
<i>Cichla ocellaris</i> (Bloch & Schneider 1801)	-	x	x	Tucunaré
<i>Crenicichla menezesi</i> (Ploeg, 1991)	x	-	x	Peixe sabão
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	Tilápia do Nilo
<b>FAMÍLIA SCIAENIDAE</b>				
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	-	-	x	Pescada
<b>FAMÍLIA LORICARIIDAE</b>				
<i>Hypostomus pusalum</i> (Starks, 1913)	x	x	x	Cascudo

As amostragens resultaram na captura de 961 exemplares, pertencentes a quatro ordens, sete famílias e dez espécies (Tabela 3). Foram medidos 10 indivíduos adultos de cada espécie ou o número disponível de exemplares (Tabela 4).

Tabela 4. Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos índices ecomorfológicos para as espécies: *H. pusarum* (HPUS), *H. malabaricus* (HMAL), *L. piau*, (LPIA), *C. menezesi* (CMEN), *P. vivipara* (PVIV), *A. bimaculatus* (ABIM), *A. ocellatus* (AOCE), *P. squamosissimus* (PSQU), *C. ocellaris* (COCE) e *O. niloticus* (ONIL)

ESPÉCIE	N		IC	ARC	ICPC	CNP	LRB	ARB	PB	ARNC
HPUS	1	<b>M</b>	<b>0,73101</b>	<b>0,21377</b>	<b>2,09599</b>	<b>2,38471</b>	<b>0,10609</b>	<b>0,080019</b>	<b>1,18875</b>	<b>2,25176</b>
	0		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>6</b>			<b>5</b>
		DV	0,14651	0,06336	0,68014	0,40830	0,03746	0,019643	1,527573	0,91920
			4	5	9	8	6			8
HMAL	1	<b>M</b>	<b>1,16384</b>	<b>0,19068</b>	<b>4,83980</b>	<b>3,01454</b>	<b>0,11617</b>	<b>0,13453</b>	<b>1,130315</b>	<b>1,20987</b>
	0		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>6</b>
		DV	0,09355	0,01679	1,97694	0,76131	0,01632	0,051328	0,339664	0,30165
			9	6	2	4				4
LPIA	1	<b>M</b>	<b>1,41093</b>	<b>0,28000</b>	<b>2,96979</b>	<b>2,43976</b>	<b>0,07331</b>	<b>0,062459</b>	<b>0,857264</b>	<b>1,71541</b>
	0		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>4</b>
		DV	0,11562	0,02229	0,92986	0,36711	0,00757	0,012998	0,186697	0,29125
			4	6	6		8			7
CMEN	1	<b>M</b>	<b>1,98606</b>	<b>0,24523</b>	<b>6,38454</b>	<b>2,64164</b>	<b>0,09872</b>	<b>0,151394</b>	<b>1,672362</b>	<b>1,68871</b>
	0			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			
		DV	0,37900	0,02944	3,72262	1,24452	0,05203	0,062327	0,543345	0,45469
			1	2	3		4			8
PVIV	1	<b>M</b>	<b>1,57375</b>	<b>0,27904</b>	<b>5,34119</b>	<b>2,66704</b>	<b>0,09817</b>	<b>0,069019</b>	<b>0,712509</b>	<b>1,23286</b>
	0		<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>			<b>7</b>
		DV	0,14002	0,02285	0,81765	0,89142	0,01501	0,008703	0,11075	0,46091
			4	9	5	2	6			3
ABIM	1	<b>M</b>	<b>3,02952</b>	<b>0,72852</b>	<b>4,61387</b>	<b>4,31091</b>	<b>0,16242</b>	<b>0,272444</b>	<b>1,965106</b>	<b>2,11740</b>
	0		<b>7</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>			<b>5</b>
		DV	0,32460	1,20913	2,27027	0,74856	0,29510	0,490984	1,231854	0,6276
			9	1	6	5	6			
AOCE	3	<b>M</b>	<b>3,04848</b>	<b>0,50584</b>	<b>8,11111</b>	<b>2,26743</b>	<b>0,09828</b>	<b>0,12238</b>	<b>1,260459</b>	<b>1,73555</b>
			<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>5</b>			<b>6</b>
		DV	0,13402	0,01049	2,00923	0,48484	0,01821	0,011286	0,137791	0,20443
			8	8						2
PSQU	9	<b>M</b>	<b>2,09291</b>	<b>0,29039</b>	<b>2,94797</b>	<b>2,82722</b>	<b>0,11149</b>	<b>0,144076</b>	<b>1,291632</b>	<b>2,21135</b>
			<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>			<b>8</b>
		DV	0,29372	0,00614	0,56105	0,95536	0,01048	0,022931	0,166064	0,41032
			9	7	6	3	4			1
COCE	8	<b>M</b>	<b>2,18633</b>	<b>0,29672</b>	<b>3,07713</b>	<b>3,73997</b>	<b>0,09710</b>	<b>0,109004</b>	<b>1,109867</b>	<b>1,86046</b>
			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>		<b>6</b>			<b>2</b>
		DV	0,34011	0,01809	0,56927	0,48023	0,00712	0,028371	0,225685	0,24933
			8	5	1	8	5			4
ONIL	1	<b>M</b>	<b>2,52647</b>	<b>0,41825</b>	<b>5,38103</b>	<b>4,72206</b>	<b>0,09995</b>	<b>0,103998</b>	<b>1,062504</b>	<b>1,61676</b>
	0		<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>4</b>
		DV	0,28545	0,03703	2,15124	0,80376	0,01428	0,009751	0,198289	0,18955
			6	4	2	7				6

A Análise de Coordenadas Principais (PCO) em que os autovalores foram extraídos da matriz de distância para identificar diferença de padrões de índices morfológicos das comunidades entre os reservatórios, não apontou nenhum padrão de segregação espacial, com alta sobreposição de amostras, explicada por 64,4% da variância (Figura 4).

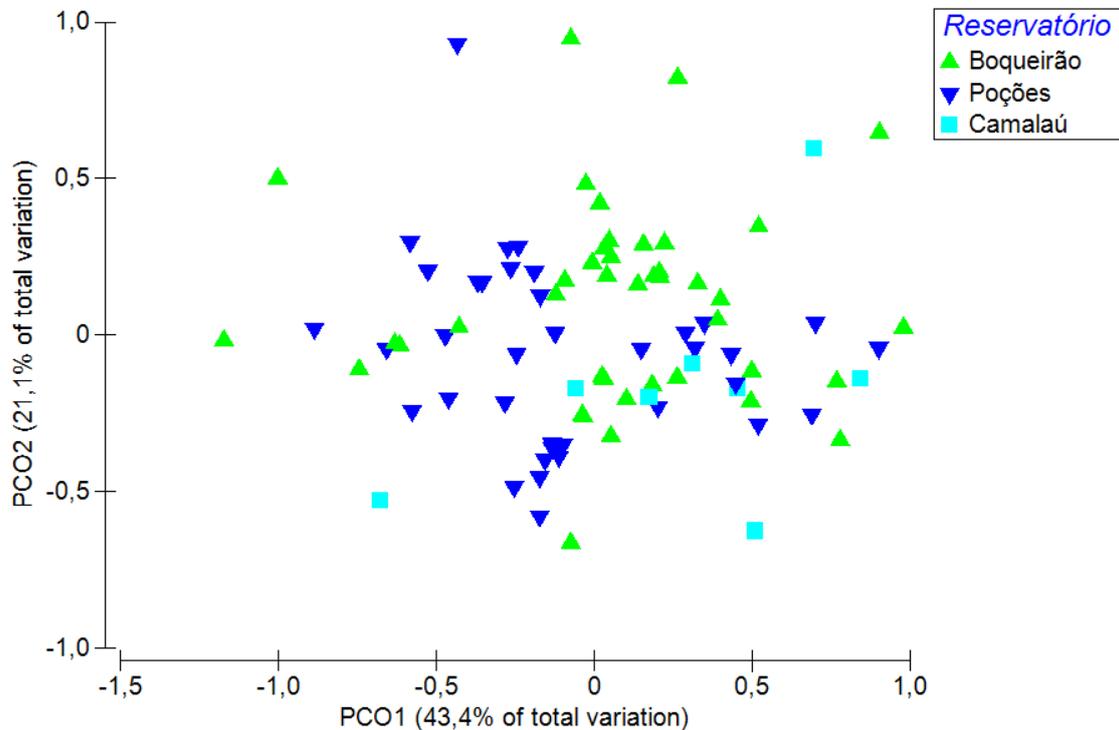


Figura 4. Representação da distribuição dos índices ecomorfológicos entre os reservatórios.

Os índices ecomorfológicos foram avaliados através de análise de Componentes principais (PCA) aplicada à matriz dos mesmos, identificando os índices que diferenciaram as espécies por meio dos dois primeiros componentes principais com variação de 92 % explicada (Tabela 5). Grande parte da variação (72%) foi explicada pelo componente principal 1 (PC1) indicando maior influência dos atributos Índice de Compressão do Pedúnculo Caudal (ICPC) e Índice de Compressão (IC) para o esse eixo, tais variáveis estão relacionadas à capacidade natatória dos indivíduos. O componente principal 2 (PC2) explica 19,2% da variação, indicando maior influência da variável Configuração da Nadadeira Peitoral (CNP).

Tabela 5. Valores de correlação dos dois primeiros eixos (PC1 e PC2) da Análise dos Componentes Principais (PCA) dos índices ecomorfológicos.

ÍNDICES ECOMORFOLOÓGICOS	PC1	PC2
1 - IC	0,256	-0,496
2 - ARC	0,036	-0,112
3 - ICPC	0,961	0,145
4 - CNP	0,013	-0,824
7 - LRB	0,001	-0,013
8 - ARB	0,008	-0,036
9 - PB	0,044	-0,163
10 - ARNC	-0,083	-0,115
<b>VARIÂNCIA EXPLICADA</b>	<b>72,8%</b>	<b>19,2%</b>

Com relação ao eixo 1 (PC1), com exceção da espécie *H. pularum* (HPUS), que apresentou menor valor de IC, característica de espécies pouco comprimidas lateralmente, habitantes do fundo. As demais espécies apresentaram valores altos do IC e ICPC, destacando-se *A. bimaculatus*, *A. ocellatus* e *O. niloticus* com os três maiores valores de IC, apresentando corpos lateralmente comprimidos e altos, e juntamente com *C. menezesi*, *P. vivípara* e *H. malabaricus* representam os maiores valores de ICPC (Figura 7).

O eixo 2 (PC2) influenciado principalmente pelos índices ecomorfológicos Configuração da Nadadeira Peitoral (CNP) e pelo Índice de Compressão (IC) apontando para *O. niloticus* e *A. bimaculatus*, espécies que ocupam áreas com baixas velocidades de água, e apresentam grande capacidade natatória (Figura 7).

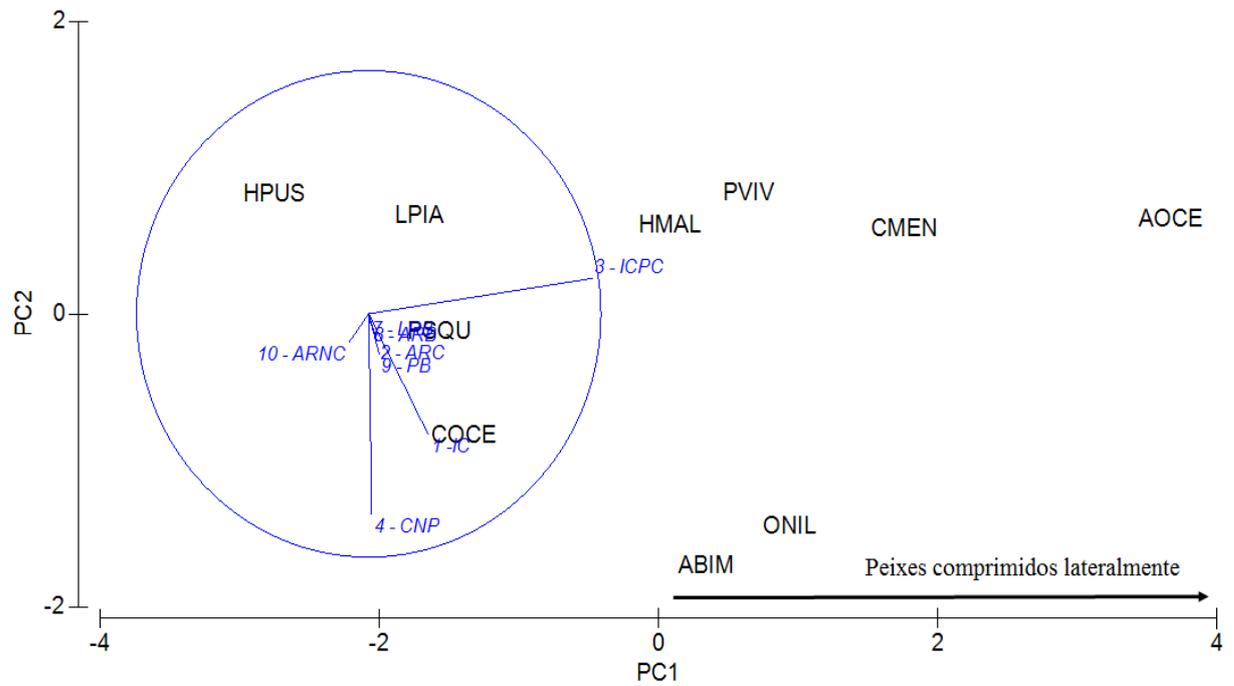


Figura 5. Distribuição dos escores das espécies nos dois primeiros eixos.

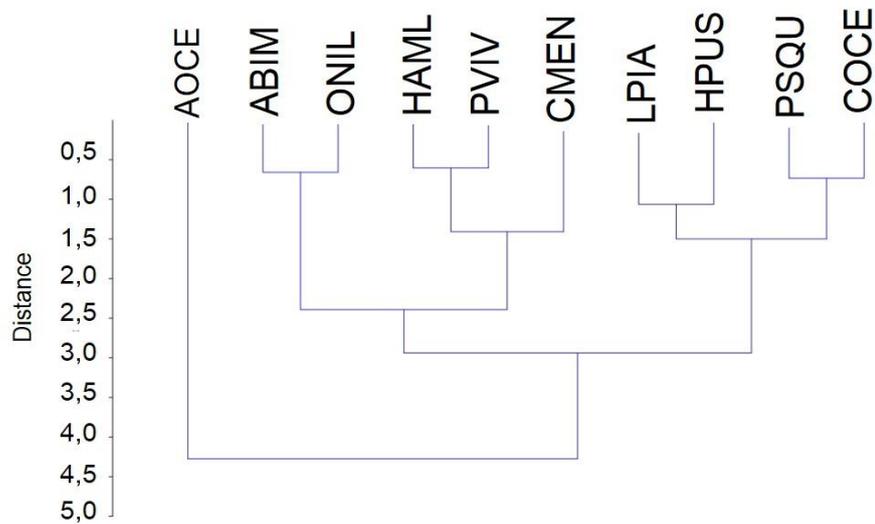


Figura 6. Representação de agrupamento das espécies pelos índices ecomorfológicos por meio de dendrograma.

#### 4. DISCUSSÃO

O estudo apontou relação entre as características morfológicas de assembleia de peixes e sua ecologia em reservatórios do semiárido paraibano, a qual por meio dos índices ecomorfológicos foram diferenciadas principalmente em função do uso do habitat, através de aspectos da forma de exploração dos recursos e natação, relacionado a forma do corpo, compressão do pedúnculo e tamanho das nadadeiras e ainda quanto ao tamanho do itens alimentares explorado, mesmo diante de menor influência da variável da proporção da boca na PCA. (WINEMILLER, 2014).

As espécies *H. pularum* e *L. piau* destacaram-se em relação ao achatamento do corpo, sendo a primeira a menos achatada lateralmente e a segunda levemente achatada lateralmente, ambas apresentando baixos valores de altura, pedúnculos pouco comprimidos, nadadeiras peitorais curtas e bocas pequenas, tais características indicam indivíduos com grande habilidade de realizar manobras, consumidores de itens alimentares de pequeno tamanho, diferenciando-se na ocupação de diferentes profundidades. O *H. pularum* é espécie bentônica, intimamente relacionada ao substrato, enquanto o *L. piau* é pelágico, com corpo melhor adaptado para águas movimentadas (BENNEMANN et al. 2000, BOHÓRQUEZ-HERRERA et al., 2015).

As espécies *P. squamosissimus* e *C. ocellaris* são representantes intermediários do grupo de peixes lateralmente comprimidos e com altura média, com pedúnculos pouco comprimidos, com nadadeiras curtas e grande abertura da boca. Tais características indicam nadadores ativos, com comportamento de perseguição à presa e com alta capacidade de manobras, ocupam espaço pelágico na coluna d'água e se alimentam de grandes presas, piscívoros, podendo ocupar nichos semelhantes e competir por espaço e alimento, devido as grandes similaridades morfológicas (TEIXEIRA; BENNEMANN, 2007, SILVA-CAMACHO et al., 2014, BOHÓRQUEZ-HERRERA et al., 2015). Um grupo formado pelas espécies *H. malabaricus*, *P. vivípara* e *C. menezesi* foi influenciado pela compressão do corpo, levemente achatado lateralmente, altura mediana, corpo alongado e principalmente por valores altos de compressão do pedúnculo e nadadeiras peitorais curtas, caracterizando indivíduos com menor

deslocamento por natação. Apresentando altos valores de proporção da boca, a espécie *H. malabaricus* é caracterizada como predadora piscívora menos ativa que ocupa a espaço próximo ao fundo e com refúgio, como bancos de vegetação, compensando a menor habilidade natatória de longas distâncias, pela capacidade de maior propulsão para captura de presas. Espécies dependentes de refúgios tornam-se mais vulneráveis em regiões semiáridas, em que os corpos d'água tornam-se quase que totalmente lênticos, pela perda de conexão com os rios, que são em grande parte de caráter intermitente, associada a diminuição de refúgios, essenciais para predadores com menor habilidade de perseguição das presas (WEBB, 1984). A *P. vivipara* tem uma proporção de boca pequena que indica consumo de itens alimentares de tamanhos menores.

*O. niloticus*, *A. bimaculatus* e *A. ocellatus*, foram caracterizados por corpos mais comprimidos lateralmente, mais altos, menos alongados e pedúnculos comprimidos, típicos de espécies que pelágicas que habitam águas lentas, com habilidade de realizar giros verticais. As duas primeiras, apresentaram nadadeiras peitorais longas, que auxiliam na natação e estabilidade, favorecendo maior exploração por toda coluna d'água, diferenciando-se no tamanho de abertura da boca (SILVA-CAMACHO et al., 2014). Com menor proporção de boca, o *O. niloticus* utiliza recursos alimentares de menor tamanho, enquanto o *A. bimaculatus*, com tamanho de boca maior do estudo, faz uso proporcional de grandes itens alimentares. A espécie *O. ocellatus* apresenta pedúnculo caudal comprimido, nadadeiras peitorais curtas e grande abertura de boca intermediário, indicado um predador menos inativo (WEBB, 1984, BENNEMANN et al. 2000)

O estudo identificou agrupamentos de espécies por índices ecomorfológicos semelhantes, com características mínimas que as diferenciavam, seja na posição na coluna d'água, no tamanho dos itens consumidos ou na capacidade natatória, favorecendo coexistência das mesmas. O espaço ecomorfológico dos reservatórios estudados apresentou grande diversidade de espécies que habitam áreas pelágicas e que se alimentam de presas grandes, ocupando porém zonas distintas, com exceção de *P. squamosissimus* e *C. ocellaris*, duas espécies que ocorrem no reservatório Epitácio Pessoa e apresentam hábitos semelhantes, sugerindo provável

competição, contudo, essa interação pode ser amenizada em razão da oferta de recursos e plasticidade trófica das espécies da região (SILVA-CAMACHO et al., 2014). Apesar da aplicabilidade da abordagem ecomorfológica no estudo, a principal limitação foi identificada em relação à seleção das medidas, pela ausência de alguns índices que enriqueceriam na compreensão dos aspectos ecológicos.

## 5. CONCLUSÕES

- As comunidades ictiológicas mostraram diversidade ecomorfológica quanto ao uso do habitat e forrageamento.
- A aplicação dos índices indicam o uso dos recursos de forma particionada, possibilitando a coexistência do grupo de espécies.
- Um conjunto considerável de características semelhantes são necessárias para o uso de recursos de forma similar ou igual.
- Os índices ecomorfológicos mostraram-se eficaz em inferir aspectos ecológicos em comunidades ictiológicas em reservatórios do semiárido.

## 6. REFERÊNCIAS

- BARNETT, A., BELLWOOD, D. R., HOEY, A. Trophic ecomorphology of cardinalfish. **Marine Ecology Progress Series**. 322. 2006.
- BENNEMANN, S.T., SHIBATTA, O.A. & GARAVELLO, J.C. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. EDUEL, Londrina. 2000.
- BLASINA, G. et al. Relationship between ecomorphology and trophic segregation in four closely related sympatric fish species (Teleostei, Sciaenidae). **Ecology. Comptes Rendus Biologies**. 2016.
- BOHÓRQUEZ-HERRERA, J. et al. Feeding ecomorphology of seven demersal marine fish species in the Mexican Pacific Ocean. **Environmental Biology of Fishes**. v. 98. n. 5. 2015.
- BOYLE, K. S., HORN, M. H. Comparison of feeding guild structure and ecomorphology of intertidal fish assemblages from central California and central Chile. **Marine Ecology Progress Series**. 2006.
- LUNDE, R., GREENFEST-ALLEN, E., GROGAN, E. D. Ecomorphology of the Mississippian fishes of the Bear Gulch Limestone (Heath formation, Montana, USA). **Environmental Biology of Fishes**. 2014.
- MERONA, B. et al. Diet-morphology relationship in a fish assemblage from a medium-sized river of French Guiana: the effect of species taxonomic proximity. **Aquatic Living Resour**. 21. 2008.
- MISE, F. T. et al. Intraspecific ecomorphological variations in *Poecilia reticulata* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes): comparing populations of distinct environments. *Iheringia*, **Série Zoologia**. 2015.
- MONTANA, C. G., WINERMILLER, K. O., SUTTON, A. **Intercontinental comparison of fish ecomorphology: null model tests of community assembly at the patch scale in rivers**. *Ecological Monographs*. v. 84. n.1. 2014.
- PALMEIRA, L. P., MONTEIRO-NETO, C. Ecomorphology and food habits of teleost fishes *Trachinotus carolinus* (teleostei: carangidae) and *enticirrhus littoralis* (teleostei: sciaenidae), inhabiting the surf zone off Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. 58. 2010.
- PESSANHA, A. L. M. et al. Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. **Neotropical Ichthyology**. v.13 n. 2 p. 401–412, 2015.
- PRADO, A. V. R., GOULART, E. PAGOTTO, J. P. A. Ecomorphology and use of food resources: inter- and intraspecific relationships of fish fauna associated with macrophyte stands. **Neotropical Ichthyology**. v.14. n. 4. 2016.

SILVA-CAMACHO, D. S. et al. Ecomorphological relationships among four Characiformes fish species in a tropical reservoir in South-eastern Brazil. **ZOOLOGIA**. v. 31 n.1. 2014.

ROSA, S. R., LIMA, F. C. T. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Biodiversidade 19 Brasília, DF - 2008.

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

WEBB, P. W. Form and function in fish swimming. **Science**. 251. 1984

WINEMILLER, K. O. Ecomorphology of Freshwater Fishes. **National Geographic Research & Exploration**. V.8. n.3. 1992.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological Diversification in Lowland Freshwater Fish Assemblages from Five Biotic Regions. **Ecological Society of America Ecological Monographs**. v. 61 n.4. 2014.