

## **Dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Characidae) em riachos da bacia do rio Cubatão (São Paulo, Brasil)**

***Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Characidae) diet in streams of the Cubatão river basin (São Paulo, Brazil)**

**Dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Characidae) en arroyos de la cuenca del río Cubatão (São Paulo, Brasil)**

Recebido: 23/04/2021 | Revisado: 01/05/2021 | Aceito: 03/05/2021 | Publicado: 16/05/2021

**João Henrique Alliprandini da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7594-6819>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: joaobiomar@gmail.com

**Walter Barrella**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9038-7840>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: walterbarrella@gmail.com

**Ursulla Pereira Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3857-7222>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: upsouza@gmail.com

### **Resumo**

Analizamos a dieta de *Bryconamericus microcephalus*, espécie mais abundante nos riachos da bacia do rio Cubatão. Os exemplares foram coletados com pesca elétrica em 2016, em dez diferentes pontos da bacia, dentro da UC - Núcleo Itutinga-Pilões. Os peixes foram identificados, mensurados, pesados e dissecados. Estômagos com alimento foram retirados para análise da dieta pelo Grau de Preferência Alimentar. A dieta foi analisada através da relação do índice de diversidade de Shannon-Weaver e as características dos indivíduos. A relação entre os itens alimentares e o comprimento da espécie foi analisada por um teste de correlação de Pearson, e as relações dos itens qualitativos (sexo e os estádios de maturação gonadal) por uma Análise de Variância two-way. Foram amostrados 211 indivíduos, sendo 43 machos, 66 fêmeas e 102 imaturos. Analisamos 45 estômagos, nos quais registramos 20 itens, classificando a população estudada como onívora, com consumo principal de formas imaturas de insetos. O registro da maioria dos itens foi classificado como ocasional, refletindo o caráter oportunista da espécie, com consumo de itens de origem alóctone, evidenciando a forte relação com a mata ciliar. Ressaltamos assim, que a análise da dieta permite melhor compreensão da ecologia da espécie e sua conservação.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Ecologia trófica; Pesca elétrica.

### **Abstract**

We analyzed the diet of *Bryconamericus microcephalus*, the most abundant species in the streams of the Cubatão river basin. The specimens were collected with electric fishing in 2016, in ten different points of the basin, within the UC - Itutinga-Pilões Nucleus. The fish were identified, measured, weighed and dissected. Stomachs with food were removed for diet analysis by the Degree of Food Preference. The diet was analyzed through the relationship of the Shannon-Weaver diversity index and the characteristics of the individuals. The relationship between food items and species length was analyzed by a Pearson correlation test, and the relationships of qualitative items (sex and gonadal maturation stages) by a two-way Analysis of Variance. 211 individuals were sampled, 43 males, 66 females and 102 immature. We analyzed 45 stomachs, in which we recorded 20 items, classifying the studied population as omnivorous, with the main consumption of immature forms of insects. The record of most items was classified as occasional, reflecting the opportunistic character of the species, with consumption of allochthonous items, showing the strong relationship with the riparian forest. We emphasize, therefore, that the analysis of the diet allows a better understanding of the ecology of the species and its conservation.

**Keywords:** Atlantic forest; Trophic ecology; Electric fishing.

### **Resumen**

Analizamos la dieta de *Bryconamericus microcephalus*, la especie más abundante en los arroyos de la cuenca del río Cubatão. Los ejemplares fueron recolectados con pesca eléctrica en 2016, en diez puntos diferentes de la cuenca, dentro de la UC - Núcleo Itutinga-Pilões. Los peces fueron identificados, medidos, pesados y disecados. Los

estómagos con comida se extrajeron para el análisis de la dieta según el grado de preferencia alimentaria. La dieta se analizó mediante la relación entre el índice de diversidad de Shannon-Weaver y las características de los individuos. La relación entre los alimentos y la longitud de la especie se analizó mediante una prueba de correlación de Pearson, y las relaciones de los elementos cualitativos (sexo y etapas de maduración gonadal) mediante un análisis de varianza de dos vías. Se muestrearon 211 individuos, 43 machos, 66 hembras y 102 inmaduros. Se analizaron 45 estómagos, en los que se registraron 20 ítems, clasificando la población estudiada como omnívora, con el principal consumo de formas inmaduras de insectos. El registro de la mayoría de ítems fue clasificado como ocasional, reflejando el carácter oportunista de la especie, con consumo de ítems alóctonos, mostrando la fuerte relación con el bosque de ribera. Destacamos, por tanto, que el análisis de la dieta permite una mejor comprensión de la ecología de la especie y su conservación.

**Palabras clave:** Mata Atlântica; Ecología trófica; Pesca electrica.

## 1. Introdução

Riachos costeiros, devido suas distribuições restritas, são majoritariamente vulneráveis a impactos que alterem o hábitat, uma vez que possuem alta taxa de endemismo e dependência da mata ciliar (Rosenberger & Angermeier, 2003; Abelha et al., 2008). A estrutura trófica nestes ambientes engloba importantes aspectos ligados ao conhecimento da biologia de peixes, assim como de sua dieta e como utilizam os recursos, que refletem uma relação direta com a mata. Tais conhecimentos atuam como ferramentas importantes para a compreensão de mecanismos adaptativos ao hábitat, e, portanto, são fundamentais para a elaboração de ações de conservação e manejo das espécies (Braga et al., 2006; Barreto & Aranha, 2006).

Os peixes que se encontram em riachos costeiros são pequenos, de hábitos crípticos, ocultados pela vegetação e substrato pedregoso. Dentre eles, os Characidae, como *Bryconamericus microcephalus*, possuem uma elevada dependência de recursos vindos de matas ciliares. Mudanças na composição da vegetação, podem causar alterações alimentares como consequência da alteração na disponibilidade de recursos. Isto porque a matéria de origem terrestre contribui direta ou indiretamente para a alimentação das espécies aquáticas (Barrella et al., 2000). A supressão da vegetação marginal, reduziria a frequência de itens alóctones, o que modificaria o equilíbrio e a manutenção desses ecossistemas (Barreto & Aranha, 2006). Assim, o objetivo do estudo foi avaliar aspectos da dieta de *B. microcephalus* em riachos da bacia do rio Cubatão, SP.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Cubatão (23°56'11" sul e 46°57'20" oeste), está situada entre São Paulo e a Baixada Santista, na vertente Atlântica da Serra do Mar, circundando o estuário de Santos, onde desagua. Possui uma área aproximada de drenagem de 177 km<sup>2</sup> e parte encontra-se no Núcleo Itutinga-Pilões, Parque Estadual Serra do Mar (PESM). O rio Cubatão e seus afluentes nascem em regiões de florestas na Serra do Mar e passam pela zona industrial do município (Figura 1), onde estão sujeitos à poluição de esgotos industriais e exploração de seus recursos hídricos, porém sem a preocupação de preservá-los (Silva et al., 2012). Recebem também descargas de dois canais da Usina Hidroelétrica Henry Borden, por meio do reservatório Billings, que recebe grande parte dos dejetos domésticos e industriais da Grande São Paulo. Os sedimentos e a água estuarina entre as cidades de Cubatão e Santos são considerados contaminados por metais pesados devido às fábricas da região (Luiz-Silva et al., 2002).

**Figura 1.** Município de Cubatão, localizado no estado de São Paulo, e respectivamente sua bacia hidrográfica.



Fonte: Autores.

## 2.2 Coleta e obtenção dos dados laboratoriais

Durante o mês de julho de 2016, capturamos os peixes em dez diferentes pontos de riachos da bacia do rio Cubatão, situados dentro do Núcleo Itutinga-Pilões, utilizando um aparelho de pesca elétrica backpack Smith-root, modelo LR-24 (Licenças nº 46994-1 SISBIO/IBAMA/MMA e 260108-002.954/2016 COTEC/MMA). Os peixes capturados foram anestesiados com 1 a 1,5 mL de solução de óleo de cravo por litro de água (5 mL de óleo de cravo + 95 mL de álcool 96 – 99° GL), fixados em formalina 10% e transferidos em laboratório para álcool 70%. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP (CEUA no 720615091). Em laboratório, pesamos (g), medimos o comprimento padrão (mm) e de cada exemplar registramos o sexo e o estágio de maturação gonadal, sendo classificados como A para as gônadas imaturas (jovens); B para as gônadas em maturação ou repouso (adultos); C para as gônadas maduras (indivíduos em reprodução) e D para as gônadas esgotadas (indivíduos pós-reprodução) (Vazzoler, 1996).

Sob estereomicroscópio analisamos os conteúdos estomacais, identificando até o menor nível taxonômico possível conforme a literatura especializada (Mugnai et al., 2010; Triplehorn & Jonnson, 2011). O método utilizado para a descrição e quantificação da dieta foi o Grau de Preferência Alimentar (Braga, 1999), no qual os itens são selecionados conforme sua ocorrência. Ocorrendo apenas um item no estômago, foi atribuído o valor 4, todavia ocorrendo mais itens, foram atribuídos os valores de 3, 2 e 1, respectivamente o mais abundante, intermediário e item menos abundante. As categorias de itens alimentares foram divididas através do cálculo do Grau de Preferência Alimentar (GPA), dado pela fórmula  $S(i)/N$ , onde  $S(i)$  representa a soma de valores atribuídos à ocorrência de certo item alimentar  $i$  e  $N$  o número de estômagos analisados. Foram, por fim, classificados como de preferencial absoluto ( $GPA = 4$ ), preferencial em alto grau ( $3 < GPA < 4$ ), preferencial com ingestão de outros ( $2 < GPA < 3$ ), secundário ( $1 < GPA < 2$ ) e ocasional ( $GPA < 1$ ) (Braga, 1999).

## 2.3 Análise de dados

A dieta foi analisada através da relação do índice de diversidade de Shannon-Weaver e as características dos indivíduos. A relação entre os itens encontrados nos estômagos e o comprimento da espécie foi analisada por um teste de correlação de Pearson (Pearson et al., 1994) e as relações dos itens com o sexo e os estádios de maturação gonadal avaliadas por uma Análise de Variância (ANOVA) (Anderson, 2001). A proporção sexual foi avaliada por um teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e o comprimento médio entre os sexos comparado por um teste t (Vieira, 2011). Todos os procedimentos foram realizados

utilizando o software R (R Development Core Team, 2014). Para todas as análises foi considerado o nível de significância  $\alpha = 5\%$ .

### 3. Resultados

Foram coletados, pesados e medidos 211 indivíduos, sendo 43 machos, 66 fêmeas e 102 imaturos. A proporção sexual foi significativamente diferente de 1:1 ( $\chi^2 = 5,333$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,021$ ). O comprimento dos espécimes variou de 2,1 a 6,5 cm, sendo as fêmeas significativamente maiores que os machos ( $t = 4,13$ ;  $p < 0,01$ ). Quanto aos estágios de maturação gonadal 49,3% eram imaturos, 25,1% estavam com gônadas em maturação e 25,6% maduros. Não foram encontrados espécimes com gônadas esgotadas.

Foram analisados 45 estômagos de *B. microcephalus* e registrados 20 itens, sendo nove de origem autóctone, nove de origem alóctone e dois de origem incerta (Tabela 1).

**Tabela 1.** Itens encontrados nos estômagos de *Bryconamericus microcephalus* amostrados na bacia do rio Cubatão. Soma dos valores atribuídos a cada item ( $S_i$ ), grau de preferência alimentar (GPA) com sua respectiva classificação e o número total de estômagos analisados (N). Em negrito estão os itens com maiores valores de GPA (Braga, 1999).

Itens	Si	GPA*	Classificação
<b>Autóctones</b>			
Nematoda	9	0,2	Ocasional
Crustacea – Ostracoda	1	0,02	Ocasional
Ephemeroptera – ninfas	58	<b>1,28</b>	<b>Secundário</b>
Odonata - ninfas	13	0,28	Ocasional
Neuroptera – larvas	2	0,04	Ocasional
Diptera			
Larvas	64	<b>1,42</b>	<b>Secundário</b>
Pupas	7	0,15	Ocasional
Trichoptera – larvas	35	0,77	Ocasional
Material vegetal – algas	2	0,04	Ocasional
<b>Alóctones</b>			
Arachnida - Araneae	3	0,06	Ocasional
Orthoptera – adultos	1	0,02	Ocasional
Hemiptera – adultos	4	0,08	Ocasional
Coleoptera			
Larvas	4	0,08	Ocasional
Adultos	10	0,22	Ocasional
Diptera – adultos	1	0,02	Ocasional
Lepidoptera – larvas	14	0,31	Ocasional
Hymenoptera – adultos	13	0,28	Ocasional
Material vegetal – frutos		0,13	Ocasional
<b>Origem incerta</b>			
Insetos (fragmentos)	5	0,11	Ocasional
Material vegetal (fragmentos)	8	0,17	Ocasional

Legenda: \*GPA =  $S(i)/N$ ; onde N = 45. Fonte: Autores.

Através da ANOVA observamos que, em média, a diversidade de itens registrados nos estômagos de *B. microcephalus* foi maior em adultos (fêmeas e machos) do que em imaturos, mas sem diferença significativa ( $p = 0,503$ ). Analisando os estágios de maturação, não houve diferença significativa na dieta entre indivíduos com gônadas imaturas (A), em maturação (B) e maduras (C), bem como entre fêmeas com gônadas B e C (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultados da ANOVA de cada uma das figuras, para os efeitos de EM (Estágio de maturação gonadal) e S (Sexo do indivíduo). gl: graus de liberdade. SQ: soma dos quadrados. QM: quadrado médio. F: estatística F. p: probabilidade associada a F.

	gl	SQ	QM	F	p
S	2	0.3412	0.17060	0.6984	0.503
Resíduos	42	10.2590	0.24426		
EM	2	0.3323	0.16615	0.6796	0.5123
Resíduos	42	10.2679	0.24447		
EM (Fêmeas)	1	0.0034	0.003422	0.0124	0.9122
Resíduos	22	6.0562	0.275283		

Fonte: Autores.

#### 4. Discussão

Poucos estudos recentes foram desenvolvidos sobre *Bryconamericus microcephalus*, em sua maioria apenas inserindo a espécie como parte da caracterização da comunidade de peixes em outras regiões e bacias, como na bacia do rio Ribeira de Iguape (Frota et al., 2019; Cetra et al., 2020). São mais escassos ainda especificamente sobre a dieta de *B. microcephalus* (Rezende & Mazzoni, 2006; Mazzoni & Rezende, 2009), sendo classificada como exclusivamente insetívora em um riacho de floresta na Ilha Grande, Rio de Janeiro (Rezende & Mazzoni, 2003). Contudo, classificamos a dieta de *Bryconamericus microcephalus* como onívora, uma vez que encontramos diferentes itens, tanto de origem animal, quanto de origem vegetal. Registramos a preferência por formas imaturas de insetos, especialmente ninfas de Ephemeroptera e larvas de Diptera (Chironomidae e Simuliidae), itens que constituem a base autóctone da dieta de peixes e são recorrentes em trabalhos com outros Characiformes (Souza et al., 2015).

Foram registrados também com frequência, itens de origem alóctone como Hymenoptera, que acontecem em abundância nessas matas ciliares, mostrando uma característica da espécie não só generalista, mas também oportunista, já que sua alimentação deve acompanhar o dinamismo das mudanças a que o ambiente de riacho está sujeito (Barella et al., 2000; Rezende & Mazzoni, 2006). Além disso, é característico da espécie a utilização da superfície, onde alimenta-se de insetos e plantas de origem alóctone, carregados pela corrente (Casatti & Castro, 2006).

A maioria dos itens alimentares foi classificada como ocasional, segundo o GPA, refletindo o caráter oportunista, hábito vantajoso para espécies de pequeno porte que ocupam ambientes suscetíveis a mudanças imprevisíveis e rápidas, as quais passam boa parte do período diurno tirando proveito dessa variação de alimentos no ambiente (Rezende & Mazzoni, 2009). Portanto, para a não interferência na manutenção da espécie, é necessário que além da estrutura do riacho, as matas ciliares e vegetações ripárias sejam levadas em consideração.

## 5. Conclusão

A dieta de *B. microcephalus* foi classificada como onívora, com tendência à insetivoria, especialmente pelo elevado consumo de formas imaturas. A maioria dos itens foi classificada como ocasional, segundo o GPA, refletindo o caráter generalista e oportunista da espécie, o que é comum para a maioria dos peixes de riachos. A vegetação ripária desempenha importante papel para a ecologia das espécies residentes em riachos, visto que fornece diretamente recursos alóctones aos peixes, bem como contribui indiretamente através de material em decomposição que serve de alimento à fauna de macroinvertebrados, muito consumidos por estes peixes.

Ressalta-se que *Bryconamericus microcephalus* foi a espécie mais abundante na bacia do rio Cubatão e que a análise de sua dieta pode ser considerada uma importante ferramenta para entender aspectos da ecologia da espécie e seu hábitat, visando a conservação dos riachos. Assim, estudos futuros visando analisar a presença e a dieta da espécie em riachos de bacias de regiões próximas podem auxiliar o preenchimento de lacunas não somente sobre a alimentação, mas também sobre a distribuição e uso do hábitat pela espécie.

## Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira pelo auxílio e orientações no desenvolvimento do estudo. Ao PIC-UNISANTA pela bolsa de Iniciação Científica do primeiro autor; à FAPESP (Proc. no 2015/18013-7), à UNISANTA, ao LABOMAC pela infraestrutura e a todos que auxiliaram nas coletas e no laboratório.

## Referências

- Abelha, M. C. F., Agostinho, A. A. & Goulart, E. (2008). Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23, 425-434.
- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, 26, 32-46.
- Barrella, W., Petreire Jr., M.; Smith, W. S. & Montag, L. F. de A. (2000). As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. *Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. DE. F. eds. Matas ciliares: conservação e recuperação*. Edusp Fapesp. 320p.
- Barreto, A. P. & Aranha, J. M. R. (2006). Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3), 779-788.
- Braga, F. M. de S. (1999). O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 21(2), 291-295.
- Braga, M., Menezes, M., & Aranha, J. (2006). Táticas reprodutivas de *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Glandulocaudinae) no Rio Colônia Pereira, Paranaguá, Paraná. *Estudos de Biologia*, 28(65).
- Casatti, L. & Castro, R. M. C. (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4(2), 203-214.
- Cetra, M., Mattox, G., Romero, P. B., Escobar, S. H., Guimarães, E. A. & Turin, R. A. F. (2020). Ichthyofauna from “serranias costeiras” of the Ribeira de Iguape River basin, Southeast Brazil. *Biota Neotropica*, 20(4), e20200994.
- Frota, A., Message, H. J., Oliveira, R. C. de, Benedito, E. & Graça, W. F. da (2019). Ichthyofauna of headwater streams from the rio Ribeira de Iguape basin, at the boundaries of the Ponta Grossa Arch, Paraná, Brazil. *Biota Neotropica*, 19(1), e20180666.
- Luiz-Silva, W., Matos, R. H. R. & Kristosch, G. C. (2002). Geoquímica e índice de geoacumulação de mercúrio em sedimentos de superfície do estuário de Santos - Cubatão (SP). *Química Nova*, 25(5), 753-756.
- Mazzoni, R., & Rezende, C. F. (2009). Daily feeding activity of *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Characidae) from Córrego Andorinha, Ilha Grande - RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2), 381-384.
- Mugnai, R., Nessimian, J. L. & Baptista, D. F. (2010). *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: Para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos*. Technical Books Editora.
- Pearson, K., Fisher, R. & Inman, H. F. (1994). Karl Pearson and R. A. Fisher on Statistical Tests: A 1935 Exchange from Nature. *The American Statistician*, 48, 1, 2-11.
- R Development Core Team (2014). R: a language and environment for statistical computing. versão 3.1.0.. *R Foudation for statistical computing*. <http://www.r-project.org/>.

- Rezende, C. F. & Mazzoni, R. (2003). Aspectos da alimentação de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Tetragonopterinae) no córrego Andorinha, Ilha Grande – RJ. *Biota Neotropica*, 3(1), 1-6.
- Rezende, C. F. & Mazzoni, R. (2006). Contribuição da matéria autóctone e alóctone para a dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), em dois trechos de um riacho de Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 58-63.
- Rezende, C. F. & Mazzoni, R. (2006). Disponibilidade e uso de recursos alóctones por *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), no córrego Andorinha, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 218-222.
- Rosenberger, A. & Angermeier, P. L. (2003). Ontogenetic shifts in habitat use by the endangered Roanoke logperch (*Percina rex*). *Freshwater biology*. 48(9): 1563-1577.
- Silva, C. R. C., Braz, E. M. Q., Cunico, P. & Santos, C. L. dos (2012). A importância da bacia hidrográfica do Rio Cubatão: Uma visão bibliográfica dos principais poluentes do Rio Cubatão - SP. *Revista Ceciliansa*, p.48-51.
- Souza, U. P., Ferreira, F. C., Carmo, M. A. F. & Braga, F. M.S. (2015). Feeding and reproductive patterns of *Astyanax intermedius* in a headwater stream of Atlantic Rainforest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4), 2151-2162.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (2011). *Estudo dos insetos*. Cengage Learning.
- Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Eduem, v. 169.
- Vieira, S. (2011). *Bioestatística tópicos avançados*. Elsevier Brasil.