



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

HELLON ARAÚJO FEITOSA

**Dieta e morfologia de *Triportheus signatus* em um trecho do rio Parnaíba,
Brasil**

São Bernardo – MA

2019

HELLON ARAÚJO FEITOSA

**Dieta e morfologia de *Triportheus signatus* em um trecho do rio Parnaíba,
Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Licenciatura em Ciências Naturais – Química, UFMA campus São Bernardo para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Naturais/Química.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz

São Bernardo – MA

2019

HELLON ARAÚJO FEITOSA

**Dieta e morfologia de *Triportheus signatus* em um trecho do rio Parnaíba,
Brasil**

Aprovado em ___ / ___ / ___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz (Orientador)

Prof.^a Dra. Fernanda Rodrigues Fernandes

Prof.^a Dra. Louise Lee da Silva Magalhães

São Bernardo, 09 de Julho de 2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Feitosa, Hellon.

Dieta e morfologia de *Triportheus signatus* em um trecho do rio Parnaíba, Brasil / Hellon Feitosa. - 2019.

23 f.

Orientador(a): Leonardo Dominicci.

Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2019.

1. Ecomorfologia. 2. Especialização individual. 3. *Triportheus signatus*. I. Dominicci, Leonardo. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em grande parte ao meu professor orientador Dr. Leonardo Dominici Cruz por ter me concebido a honra de orientar-me neste trabalho, e que sempre esteve presente na realização da parte prática e também pela atenção na parte teórica. Agradeço a minha banca examinadora com as professoras doutoras Fernanda Fernandes e Louise Lee da Silva Magalhães pela atenção e avaliação da apresentação deste Trabalho de Conclusão de Curso, e que também foram minhas professoras em disciplinas incríveis como botânica, zoologia, química ambiental, química inorgânica, entre outras.

Agradeço ao Diones Machado Oliveira, do qual utilizei os peixes no trabalho, ao Arthur Ribeiro e Gildenes Coelho Brandão pelo auxílio no laboratório e na parte escrita, agradeço ainda a Alane Lima dos Santos que compartilha comigo uma atração especial por biologia, e também a todos os meus colegas da universidade que acompanhei e convivi durante anos, compartilhando histórias e vivência, algumas vezes chatas, mas muitas vezes proveitosas.

Gostaria de agradecer finalmente, a todas as pessoas do mundo que se dedicam aos estudos científicos, tanto nas áreas biológicas, quanto em outras áreas das ciências naturais e que juntos se empenham para nos dar uma visão de um planeta (e um universo) complexo e dinâmico mas que pode (e deve) ser compreendido, admirado, respeitado e preservado.

SUMÁRIO

ABSTRACT.....	3
RESUMO.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
Dados ecomorfológicos.....	8
Dados da dieta.....	9
Análise dos dados.....	9
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	11
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	14
FIGURAS.....	20
NORMAS DA REVISTA.....	25

ABSTRACT

Studies on trophic ecology treat individuals from the same population as trophic equivalents, but many studies have shown that within a population there is generally a large variation in the items consumed by them. In the case of fish, individuals variation in resource use are usually caused by the dynamics of the environment and seasonal changes. Based on this premise we analyzed the stomach contents of individuals of *Triportheus signatus*, and compared the similarities of their diets with their ecomorphological dissimilarities. *T. signatus* diets consisted of 1,308 items classified in 17 categories, with predominance of dipteran larvae (30.76%), followed by Araneae (23.44%), and Formicidae (11.30%). Dietary variation was calculated by PS_i and IS and by diet overlap between individuals and values of morphological attributes related to prey capture were calculated by Principal Component Analysis (CPA). The main components PC1, PC2 and PC3 explained 83.6% of the ecomorphological variation of the 37 specimens analyzed (44.6%, 22% and 17%). The results suggest that the intrapopulaconal variation of the diet in *T. signatus* is influenced by the ecomorphological differences between the individuals.

Keywords: Diet, ecomorphology, individual specialization, *Triportheus signatus*, Parnaíba river.

RESUMO

Os estudos sobre ecologia trófica tratam os indivíduos de uma mesma população como equivalentes tróficos, mas muitos estudos mostraram que dentro de uma população existe geralmente uma grande variação nos itens consumidos por eles. No caso dos peixes, as variações individuais no uso de recursos são geralmente causadas pela dinâmica do meio ambiente e alterações sazonais. Com base nesta premissa foi analisado, o conteúdo estomacal de indivíduos de *Triporthus signatus*, e comparamos as similaridades de suas dietas com as suas dissimilaridades ecomorfológicas. A dieta de *T. signatus* foi composta por 1.308 itens classificados em 17 categorias, com predominância de larvas de díptera (30,76%), seguido de Araneae (23,44%), e Formicidae (11,30%). A variação da dieta foi calculada pelo PS_i e IS e pela sobreposição da dieta entre os indivíduos e os valores dos atributos morfológicos relacionados a captura de presas foram calculados pela análise de componentes principais (CPA). Os componentes principais PC1, PC2 e PC3 explicaram 83,6 % da variação ecomorfológica dos 37 espécimes analisados (44,6 %, 22 % e 17 %). Os resultados obtidos sugerem que a variação intrapopulacional da dieta em *T. signatus* é influenciada pelas diferenças ecomorfológicas entre os indivíduos.

Palavras chave: Dieta, ecomorfologia, especialização individual, *Triporthus signatus*, Rio Parnaíba.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, estudos sobre a ecologia trófica têm como premissa a equivalência na exploração dos recursos pelos indivíduos de uma população (i.e. indivíduos como equivalentes ecológicos) (CHASE & LEIBOLD, 2003). Todavia, muitos trabalhos demonstraram que populações de espécies que exploram grande variedade de recursos (i.e. generalistas) possuem indivíduos generalistas e indivíduos relativamente especializados (ver BOLNICK *et al.* 2003; ARAÚJO *et al.*, 2010). Os indivíduos generalistas são aqueles capazes de utilizar todos os recursos alimentares disponíveis, ao passo que, os especialistas utilizam uma faixa restrita dos mesmos recursos dos generalistas. Indivíduos especializados são mais bem-sucedidos que os generalistas desde que haja um suprimento abundante e renovável de recursos, entretanto, os generalistas se sobressaem quando esses recursos não são mantidos (ABELHA *et al.*, 2001).

Essa variabilidade intrapopulacional frequentemente provoca um polimorfismo trófico, que pode levar ao surgimento de formas da mesma espécie que se diferenciam pelo uso do habitat, dieta e morfologia (i.e. morfotipos) e coexistem de maneira simpátrica (WIMBERGER, 1994). As diferenças intrapopulacionais na morfologia trófica podem causar a completa separação do tipo de recurso alimentar explorado, tornando a dieta dependente do morfotipo.

No caso dos peixes, por exemplo, as nadadeiras peitorais longas estão associadas a manobras lentas e precisas, utilizada na captura de alimentos que ficam no fundo. Nadadeiras peitorais curtas são relacionadas a movimentos rápidos, ideais para a captura de alimento na coluna d'água (EHLINGER, 1990). O comprimento da boca, tamanho da cabeça e diâmetro dos olhos são associados ao tamanho da presa. A orientação da boca e a posição dos olhos estão relacionados com a posição do peixe em relação a sua fonte de alimentação (POUILLY *et al.*, 2003). Estes aspectos ficaram evidenciados em vários trabalhos. Por exemplo, LAVIN & MCPHAIL (1986) identificaram três morfotipos a partir de diferenças nas mandíbulas e rastros branquiais de *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758, relacionados ao tipo de presa abundantes

nos lagos canadenses. EHLINGER (1990) relatou dois morfotipos de *Lepomis macrochirus* Rafinesqui, 1810, com nadadeiras de tamanho e formas distintas nos lagos dos Estados Unidos. BOURKE *et al.*, (1997) encontraram variações na cor e tamanho das nadadeiras de *Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814, em lagos canadenses.

Este fenômeno é muito comum e pode ser originada por fatores como diferenças entre os sexos, as distintas fases de desenvolvimento e restrições impostas pela idade. Diferenças ecológicas entre machos e fêmeas são observadas em muitos táxons e o uso variado de recursos é um efeito do dimorfismo sexual (DARWIN, 1871; SHINE, 1989).

Mudanças ontogenéticas, ou seja, mudanças que ocorrem no nicho durante o desenvolvimento do organismo até atingir a idade adulta, são atribuídas ao aumento do tamanho e/ou mudanças fisiológicas (POLIS, 1984). As diferenças ecológicas nas faixas etárias podem surgir como forma de reduzir competição intraespecífica, como por exemplo, o aumento no tamanho permite o organismo consumir alimentos maiores ou de grupos diferentes daqueles de outras faixas etárias (WERNER & GILLIAM, 1984).

Entretanto, indivíduos que pertencem ao mesmo sexo, ao mesmo nível de desenvolvimento ou a mesma idade ainda podem exibir variações no uso de recursos. Essa condição foi descrita como especialização individual (BOLNICK *et al.*, 2003). As especializações individuais são mecanismos que podem ter importantes implicações na ecologia e na evolução das espécies. Se os indivíduos especialistas usarem apenas um subconjunto ordenado do nicho geral populacional, as interações competitivas dependerão da frequência e favorecerão estratégias raras, podendo levar a seleção disruptiva. A seleção disruptiva aumenta a variância genética e fenotípica populacional causando divergências evolutivas (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Em relação aos peixes, a variação individual na utilização de diferentes recursos alimentares disponíveis é frequentemente associada a dinâmica do meio ambiente ou por alterações sazonais (WINEMILLER & WINEMILLER, 2003). Os rios, lagos e riachos da região

neotropical estão sujeitos a períodos de seca e cheia, que mudam periodicamente a morfologia dos canais e reservatórios, propriedades físicas e químicas da água e interações bióticas. Logo, os peixes destes habitats experimentam mudanças na disponibilidade e variedade de itens alimentares (ESTEVES & ARANHA, 1999). Durante a estação chuvosa, enchentes aumentam a velocidade e o volume da água em torno dos animais, além de introduzir materiais orgânicos e inorgânicos de origem terrestre acumulados no solo no período da seca (PAYNE, 1986). Entretanto, essas enchentes geralmente diminuem a quantidade de pequenos invertebrados, que são importante fonte de alimento para muitos peixes, e que são levados pelas correntezas (POWER *et al.*, 1998).

Os recursos de origem terrestre aumentam a quantidade de material alóctone como insetos, sementes e frutas, além de aumentar a quantidade de matéria orgânica particulada que alimenta invertebrados e peixes detritívoros (ESTEVES & ARANHA, 1999). As algas também são recursos extremamente importantes, pois são consumidas por inúmeras espécies de peixes. A flutuação sazonal das algas é atribuída a quantidade de luz disponível, temperatura, presença de nutrientes e de animais herbívoros (NECCHI & PASCOALOTO, 1993). O efeito da variabilidade hidrológica é um fator que auxilia o entendimento das relações tróficas como sazonalidade da dieta, padrões de alimentação e competição por recursos (ESTEVES & ARANHA, 1999).

A ictiofauna da região neotropical é uma das mais diversificadas do mundo, com cerca de 8.000 espécies, porém o estudo da biologia de seus táxons é bastante desafiador. Os peixes de pequeno porte são os menos estudados, desde a taxonomia até a ecologia o que dificulta medidas importantes para sua conservação e manejo (ARAÚJO *et al.*, 2012). Entre as espécies de pequeno porte, o gênero *Triportheus* Cope, 1872, inclui 17 espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2011) conhecidas na linguagem popular como “sardinhas” que habitam vários ambientes aquáticos nas principais bacias da América do Sul, sendo a espécie *T. signatus* Garman, 1890, encontrada na bacia do rio Parnaíba e algumas drenagens costeiras do nordeste brasileiro. Suas

características morfológicas incluem tamanhos entre 20 e 24 centímetros, nadadeiras peitorais bem desenvolvidas, presença de uma quilha peitoral na região anteroventral do corpo formada pelo osso coracoide, corpo estreito lateralmente e linha lateral ligeiramente inclinada na região próxima a nadadeira peitoral (MALABARBA, 2004). Sua dentição é relativamente fraca e sua dieta os classifica como onívoros oportunistas e inclui em geral vários tipos de invertebrados aquáticos e terrestres, plâncton e material vegetal como sementes (MENDES *et al.*, 2011).

Como demonstrado acima, espécies consideradas oportunistas, como p.ex. *T. signatus*, podem ser uma composição de indivíduos generalistas e especialistas, ou somente de indivíduos especialistas. Todavia, não há registro de estudos que investigaram as diferenças na utilização dos recursos pelos indivíduos, nem suas possíveis causas. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a variação populacional na dieta em *T. signatus*, testando a hipótese de que esta variação é influenciada por diferenças morfológicas entre os indivíduos, sendo esperado uma relação negativa entre as similaridades das dietas e as diferenças ecomorfológicas dos indivíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados ecomorfológicos — Os espécimes de *Triportheus signatus* utilizados neste estudo foram coletados em um trecho do rio Parnaíba localizado na divisa entre os municípios de Luzilândia e Joca Marques (3°32' S; 42°24'5" O; e 3°27'40" S; 42°22'18" O) estado do Piauí, nos meses de agosto, setembro e outubro de 2016, período de seca na região e quando a pesca é devidamente liberada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). Para capturar os espécimes foi utilizado rede de pesca de malha nº 0,4 com 2 metros de altura e 100 metros de comprimento e o método de arrasto, descendo sobre as águas correntes, com duração de 10 minutos e auxílio de um barco. (ver OLIVEIRA, 2018 para detalhes sobre a área de estudo

e procedimentos de coleta) e depositados no Laboratório de Biologia da Universidade Federal do Maranhão, campus São Bernardo. Oito características morfológicas foram medidas de setenta e cinco espécimes, a saber: comprimento padrão (CP), altura máxima do corpo (AMC), largura máxima do corpo (LMC), comprimento da cabeça (CC), altura da cabeça (AC), altura da boca (AB), largura da boca (LB) e comprimento médio dos rastros branquiais (CRB) (para a descrição destas características, ver GATZ, 1979; WATSON & BALON, 1984; BALON *et al.*; 1986; WIKRAMANAYAKE, 1990). Para a estimativa do CRB, os dez rastros branquiais mais internos foram medidos com o auxílio do software *ImageJ* (RASBAND, 2012) e uma média aritmética foi estimada. As demais características foram medidas com um paquímetro (0,1 mm). A partir destas características, cinco índices ecomorfológicos relacionados à obtenção de alimentos foram estimados: comprimento relativo da cabeça (CRC), altura relativa da cabeça (ARC), altura relativa da boca (ARB), largura relativa da boca (LRB) e comprimento relativo dos rastros branquiais (CRBr) (ver Tabela 1 para o cálculo dos índices e suas explicações).

Dados da dieta — Os conteúdos estomacais dos 75 espécimes foram triados com a utilização de microscópio estereoscópico, sendo os itens classificados em categorias alimentares ao menor nível de resolução (*e.g.* ordem, família) por meio de material especializado (*e.g.* HAMADA *et al.*, 2014).

Análise dos dados — A composição da dieta de *T. signatus* foi analisada por meio das frequências relativas (*Fr*) de cada categoria alimentar, *i.e.*, o número total de itens observados de cada categoria alimentar dividido pelo total de itens observados na amostra. Para avaliar a variação intrapopulacional da dieta, o índice de similaridade intraespecífica PS_i foi utilizado (BOLNICK *et al.*, 2002). Este índice estima a similaridade da dieta de um indivíduo em relação à sua população e varia de 0 a 1, assim, indivíduos que utilizam itens diretamente proporcional aos da população, apresentarão valores de PS_i que tendem a 1. A média dos valores PS_i (*IS*) foi estimada para avaliar a composição da amostra como um todo, valores de *IS* que tendem a 1

indicam que a amostra é composta de indivíduos com dietas similares, ao passo que, valores que tendem a 0 indicam maior dissimilaridade da dieta dos indivíduos (BOLNICK *et al.*, 2002). Para avaliar a significância estatística do valor de IS obtido, foi utilizado um procedimento de reamostragem não-paramétrica de Monte Carlo (*bootstrap*) com a geração de 9.999 simulações aleatórias da distribuição de recursos da amostra original, com o cálculo de IS para cada simulação (IS_b). O valor de IS foi considerado significativo se sua frequência na distribuição dos IS_b for menor que 0,05. Os valores de PS_i , IS e IS_b foram calculados utilizando a extensão *RInSp* (ZACCARELLI *et al.*, 2013) da plataforma R v.3.5.3 (R CORE TEAM, 2019).

Para testar a hipótese de que a variação intrapopulacional da dieta em *T. signatus* é influenciada por diferenças morfológicas entre os indivíduos somente os espécimes adultos (i.e. comprimento padrão ≥ 94 mm; cf. SILVA, 2013) foram incluídos ($n = 37$) para evitar influências ontogenéticas nas análises. Visto que esta espécie não apresenta dimorfismo sexual, a variável sexo dos indivíduos não foi considerada nas análises. Uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada utilizando os cinco índices ecomorfológicos, sendo os valores padronizados para média 0 e variância 1 antes das análises (MANLY, 2008). A partir dos escores de cada componente, uma matriz de dissimilaridade ecomorfológica (i.e. distância euclidiana entre os escores) foi construída. As similaridades entre as dietas dos indivíduos foram calculadas pelo índice de Renkonen (PS_{ij}) e uma matriz com os valores destes índices foi construída. Modelos de regressões matriciais foram realizados, sendo as significâncias estatísticas das estimativas dos parâmetros testadas por 9.999 permutações (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). A PCA foi realizada pelas funções estatísticas na plataforma R v.3.5.3, os valores de PS_{ij} foram calculados pela extensão *RInSp* (ZACCARELLI *et al.*, 2013) e as regressões matriciais foram realizadas pela extensão *ecodist* (GOSLEE & URBAN, 2007).

RESULTADOS

Ao todo 1.308 itens foram encontrados e classificados em 17 categorias alimentares, excluindo-se os fragmentos vegetais extremamente difíceis de serem quantificados (Tabela 2). Esses fragmentos foram compostos por galhos, filamentos, folhas e algas. As sementes foram os únicos fragmentos vegetais que puderam ser quantificados. A maioria dos itens alimentares pertencem ao filo Arthropoda, com os itens mais abundantes sendo pertencentes a fase larval de Diptera (30,7 %), Araneae (23,5 %) e Formicidae (11,3 %).

Os valores de PS_i variaram entre 0,01 a 0,81, com as maiores frequências observadas nos intervalos de 0,3 a 0,4 e de 0,6 a 0,7 (Figura 1). O valor de IS foi de 0,47, significativamente menor que os valores simulados ($p < 0,001$; Figura 2).

Os componentes principais PC1, PC2 e PC3 explicaram 83,6 % da variação ecomorfológica dos 37 espécimes analisados (44,6 %, 22 % e 17 %). Assim, a partir destes três componentes foram construídas três matrizes de dissimilaridades ecomorfológicas e realizadas três regressões matriciais com a matriz de similaridades das dietas. Somente as dissimilaridades ecomorfológicas resultantes das distâncias euclidianas entre os escores do PC1 apresentaram uma relação negativa significativa com as similaridades das dietas (Tabela 3; Figura 3). Uma análise de agrupamento *a posteriori* dos escores do PC1 (distância euclidiana e método UPMGA), revelou a existência de ao menos dois grupos distintos entre os indivíduos de *T. signatus* (Figura 4).

DISCUSSÃO

A dieta de *Triportheus signatus* descrita neste trabalho mostra hábitos onívoros e com forte tendência à insetivoria. Estudos anteriores como MENDES *et al.* (2011) mostraram que insetos ocuparam 62,6% do volume estomacal contra 12,9% de vegetais. O estudo de HOFLING *et al.* (2000) apresentou nas amostras de *T. signatus* uma frequência de insetos de 49,96% contra

2,6% de vegetais. GAMA & CARAMASCHI (2001) também observaram uma mudança de dieta baseada em insetos aquáticos e vegetais para uma baseada em insetos terrestres, associado a mudanças lóticicas e lênticas, e YAMAMOTO *et al.* (2004) encontrou em *T. angulatus* uma variedade de insetos (52,7%), frutas sementes (24,2%), e zooplâncton (19,6%).

Os resultados do presente trabalho indicam uma variação intrapopulacional no uso de recursos. Essas variações são comuns, principalmente em espécies de peixes de água doce e podem ocorrer de várias formas nos indivíduos de uma mesma população (MITTELBAACH *et al.*, 1999).

A possível causa dessa variação intrapopulacional na amostra de adultos são as diferenças ecomorfológicas entre os indivíduos. A espécie *T. signatus* apresenta a ecomorfologia típica do gênero como região peitoral comprimida lateralmente, tamanho e massa corporal entre as menores do gênero (LIMA *et al.*, 2003) e mandíbulas e dentição relativamente fracas. São peixes de águas com correntezas lentas (GATZ JUNIOR, 1979; WATSON & BALON, 1984), nadadores rápidos, capazes de percorrer grandes distâncias (KEAST & WEBB, 1996) e com alta manobrabilidade natatória (WERNER, 1977; WEBB *et al.*, 1996). O tamanho também influencia diretamente a demanda por energia e no potencial de sondagem de recursos pelos indivíduos. Os indivíduos podem explorar sua dieta de modo a maximizar a quantidade de energia obtida na captura das presas, considerando a energia dedicada à sua procura (MACARTHUR & PIANKA 1966). Características morfológicas relacionadas a captura de presas apresentam uma das principais adaptações em resposta a sobreposição nas dietas e conseqüentemente a competição (HUSKEY & TURINGAN, 1998). LABROPOULOU & ELEFThERIOU (1997) observaram diferenças significantes na morfologia do aparelho alimentar entre pares de espécies simpátricas, mostrando a segregação de nicho trófico entre essas espécies.

As diferenças ecomorfológicas mostram a presença de grupos distintos de indivíduos dentro de uma população natural. Os agrupamentos na amostra do presente estudo, segundo as análises do PCA, indicaram ao menos dois grupos diferentes de indivíduos. Não se sabe, com clareza, como surgem as diferenças individuais, mas a influência genética e ambiental pode resultar especificamente em polimorfismo trófico (LAVIN & MCPHAIL, 1986; WIMBERGER, 1991,1992,1994). O trabalho de DILL (1998) propôs que o fenômeno da “tendência de treino” pode ser um fator influenciador de diferenças intrapopulacionais. Este fenômeno ocorre quando o peixe está mais propenso a preferir o tipo de alimento que foi ingerido mais recentemente. Esta observação foi feita por WERNER *et al.* (1981), onde os indivíduos de uma população de *Lepomis macrochirus* consumiram seletivamente larvas de quironomídeos abundantes no ambiente e localizados muito próximos fisicamente.

Em síntese, a população de *T. signatus* de um trecho do rio Parnaíba, apresentou uma variação populacional significativa na dieta e uma tendência em ter especialização individual. Mas o presente estudo possui algumas limitações, como a baixa amostragem do tamanho populacional e o período de tempo de coleta bastante restrito. Serão necessários outros trabalhos com uma amostragem populacional e temporal maior e mais variada para que possam encontrar ou não evidências de especialização individual e suas possíveis causas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A. & GOULART, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum** **23** (2): 425-434.
- ARAÚJO, A. S.; LIMA, L. T. B.; NASCIMENTO, W. S.; YAMAMOTO, M. E. & CHELLAPPA, S. 2012. Características morfométricas-merísticas e aspectos reprodutivos da sardinha de água doce, *Triportheus angulatus* (Osteichthyes: Characiformes) do rio Acauã do bioma Caatinga. **Biota Amazônia** **2**: 59-73.
- ARAÚJO M. S., BOLNICK, D. I., MARTINELLI, L. A., GIARETTA, A. A. & REIS, S. F. 2009. Individual-level diet variation in four species of Brazilian frogs. **Journal of Animal Ecology** **78**: 848-856.
- ARAÚJO, M.S.; MARTINS, E.G.; CRUZ, L.D.; FERNANDES, F.R.; LINHARES, A.X.; REIS, S.F. & GUIMARÃES-JR, P.R. 2010. Nested Diets: a novel pattern of individual-level resource use. **Oikos** **119**: 81 – 88.
- BALON, E. K.; CRAWFORD, S.S. & LELEK, A. 1986. Fish communities of the upper Danube river (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. **Environmental Biology of Fishes** **15**: 243-271.
- BOLNICK, D. I., YANG, L. H., FORDYCE, J. A., DAVIS, J. M. & SVANBÄCK, R. 2002. Measuring individual-level resource specialization. **Ecology** **83** (10): 2936-2941.
- BOLNICK, D. I., SVANBÄCK, R., ARAÚJO, M. S. & PERSSON, L. 2007. Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. **Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.** **104**: 10075–9.

- BOURKE, P. *et al.* 1997. Individual variations in habitat use and morphology in brook charr. **Journal of Fish Biology** **51**, p. 783-794.
- CHASE, J. M., & LEIBOLD, M. A. 2003. **Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches**, 1st edition. University Of Chicago Press.
- DARWIN, C. 1871. The Descent of man, and Selection in Relation to Sex. **Jonh Murray**. London.
- ESTEVEZ, K. E. & ARANHA, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. In Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). **Oecologia Brasiliensis**, v. **VI**, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 157-182.
- EHLINGER, T. J. 1990. Habitat choice and phenotype-limited feeding efficiency in bluegill: individual differences and trophic polymorphism. **Ecology** **71**: 886-896.
- GAMA, C. S. & CARAMASCHI, E.P. 2001. Alimentação de *Triportheus albus* (Cope, 1971) (Osteichthyes: Characiformes) face à implantação do AHE Serra da Mesa no rio Tocantins. **Revista Brasileira de Zootecias**, **3** (2):159-170.
- GATZ JR., A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany** **21** (2):91-124.
- GOSLEE, S. C. & URBAN, D. L. 2007. The ecodist package for dissimilarity-based analysis of ecological data. **Journal of Statistical Software** **22** (7): 1-19.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. & QUERINO, R. B. 2014. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus, Editora do INPA. 724p.
- HÖFLING, J. C., FERREIRA, L. I., RIBEIRO-NETO, F. D., BERTOLIM, R. B. & BERLLUZZO, A. B. 2000. Distribuição, reprodução e alimentação de *Triportheus signatus* (*Triportheus*

- angulatus) no reservatório de Salto Grande, Bacia do rio Piracicaba, SP, Brasil. **Bioikos** **14** (1): 0102-9568
- HUSKEY, S. H. & TURINGAN, R. G. 1998. Variation in prey-resource utilization and oral jaw gape between two populations of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Environmental Biology of Fishes** **51**: 67-86.
- KEAST, A. & WEBB, D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**. **23**:1845-1874.
- LABROPOULOU, M. & ELEFThERIOU, A. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. **Journal of Fish Biology** **50**: 324-340.
- LAVIN, P. A. & MCPHAIL, J. D. 1986. Adaptive divergence of trophic phenotype among freshwater populations of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science** **43**: 2455-2463.
- LEGENBRE, P. & LEGENBRE, L. 2012. **Numerical Ecology 3rd ed.** Amsterdam, Elsevier. 1006 p.
- MACARTHUR, R. H. & PIANKA, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist** **100**:603–609.
- MALABARBA, M. C. S. L. 2004. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Characiformes: Characidae). **Neotropical Ichthyology** **2** (4): 1679-6225.
- MANLY, B. J. F. 2008. **Métodos estatísticos multivariados. 3ª ed.** Porto Alegre, Bookman. 229p.

- MENDES, L. B.; BORGES, J. A. T.; SILVA, M. J.; COSTA RAMOS, R. T. & MEDEIROS, E. S. F. 2011. Food habits of *Triportheus signatus* (Teleostei, Characidae) in a Brazilian semi-arid intermittent river. **Revista Brasileira de Zootecias** **13**:1- 3.
- MITTELBACH, G. G, OSENBURG, C. W. & WAINWRIGHT P. C. 1999. Variation in feeding morphology between pumpkinseed populations: Phenotypic plasticity or evolution? **Evolutionary Ecology Research**. **1**: 111–128.
- NECCHI-JÚNIOR, O. & PASCOALOTO, D., 1993. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. **Archiv fur Hydrobiology** **129**(2): 231-252.
- OLIVEIRA, C.; AVELINO, G. S.; ABE, K. T.; MARIGUELA, T. C.; BENINE, R. C.; ORTÍ, G.; VARI, R. P.; CORREA E CASTRO, R. M. 2011. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. **BMC Evolutionary Biology**, Londres, v. 11, p. 275.
- OLIVEIRA, D. M. 2018. **Ecomorfologia da sardinha de água doce *Triportheus signatus* (Characiformes: Triportheidae) no Baixo Parnaíba**. Universidade Federal do Maranhão. 32 p.
- PAYNE, A.I. 1986. **The ecology of tropical lakes and rivers**. John Wiley & Sons. 301 pp.
- POLIS, G. 1984. Age structure component of niche width and intraspecific resource partitioning: can age groups function as ecological species? **American Naturalist** **123**: 541–564.
- POUILLY, M.; LINO, F.; BRETENOUX, J. G. & ROSALES, C. 2003. Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. **Journal of Fish Biology** **62**(6):1137-1158

- POWER, M. E.; STOUR, R.; CUSHING, C.E.; HARPER, P.P.; HAUER, F.R.; MATTHEWS, W.J.; MOYLE, P.B.; STATZNER, B. & WAIS DE BADGEN, I.R. 1998. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. **Journal of North American Benthological Society** 7 (4): 4566-479.
- R CORE TEAM. 2018. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.** Disponível em: <https://www.R-project.org/>
- SHINE, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. **Quarterly Review of Biology** 64:419–461
- SILVA, F. L. 2013. **Atividade reprodutiva de *Triportheus signatus* (Garman, 1890) em um açude no semiárido nordestino, área de influência da APA do Araripe, Brasil. Recife.** Universidade Federal Rural de Pernambuco [Dissertação]. 51p.
- WATSON, D. J. & BALON, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenoses in rainforest stream of northern Borneo. **Journal of Fish Biology** 145: 303-320.
- WEBB, P. W.; LALIBERTE, G. D. & SCHRANK, A. J. 1996. Does body and fin form affect the maneuverability of fish traversing vertical and horizontal slits? **Environmental Biology of Fishes** 46: 7-14.
- WERNER, E.E. 1977. Species packing and niche complementarity in three sunfishes. **The American Naturalist** 111: 553-578.
- WERNER, E. E., G. G. MITTELBACH AND D. J. HALL. 1981. The role of foraging and experience in habitat use by the bluegill sunfish. **Ecology** 62(1): 116-125.
- WERNER, E. A. E GILLIAM, J. F. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size structured populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 15: 393-425.

- WIKRAMANAYAKE, E. D. 1990. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. **Ecology** **71(5)**:1756-1764.
- WIMBERGER, P.H. 1991. Plasticity of jaw and skull morphology in the neotropical cichlids *Geophagus brasiliensis* and *G. steindachneri*. **Evolution** **45(7)**: 1545-1563.
- WIMBERGER, P.H. 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). **Biological Journal of the Linnean Society** **45**: 197-218.
- WIMBERGER, P. H. 1994. Trophic polymorphisms, plasticity, and speciation in vertebrates. In: STOUDEUR, D. J. *et al.* (Ed.) **Theory and application of fish feeding ecology**. Columbia, University of South Carolina Press. p. 19-43.
- WINEMILLER, K. O. & L. C. KELSO-WINEMILLER. 2003. Food habits of tilapiine cichlids of the Upper Zambezi River and floodplain during the descending phase of the hydrology cycle. **Journal of fish Biology** **63**:120-128.
- ZACCARELLI, N., MANCINELLI, G. & BOLNICK, D. 2013. RInSp: an R package for the analysis of individual specialisation in resource use. **Methods in Ecology and Evolution** **4 (11)**: 1018-1023.
- YAMAMOTO, K.C.; SOARES, M.G.M. & FREITAS, C.E.C. 2004. Alimentação de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil. **Acta Amazônica** **34 (4)**: 653-659.

Tabela 1: Índices ecomorfológicos calculados para os espécimes adultos de *Triportheus signatus* em um trecho do rio Parnaíba localizado na divisa entre os municípios de Luzilândia e Joca Marques, Piauí.

Índice	Fórmula	Explicação
Comprimento relativo da cabeça (CRC)	$CRC = \frac{\text{Comprimento da cabeça}}{\text{Comprimento padrão}}$	Valores elevados indicam indivíduos que se alimentam de itens grandes
Altura relativa da cabeça (ARC)	$ARC = \frac{\text{Altura da cabeça}}{\text{Altura máxima do corpo}}$	Valores elevados indicam indivíduos que se alimentam de itens grandes
Altura relativa da boca (ARB)	$ARB = \frac{\text{Altura da boca}}{\text{Altura máxima do corpo}}$	Valores elevados indicam indivíduos que se alimentam de itens grandes
Largura relativa da boca (LRB)	$LRB = \frac{\text{Largura da boca}}{\text{Largura máxima do corpo}}$	Valores elevados indicam indivíduos que se alimentam de itens grandes
Comprimento relativo dos rastros branquiais (CRBr)	$CRBr = \frac{\text{Comprimento médio dos rastros branquiais}}{\text{Comprimento padrão do corpo}}$	Valores elevados indicam indivíduos que se alimentam de itens grandes

Tabela 2: Frequências relativas das categorias alimentares encontradas na dieta de *T. signatus* em um trecho do rio Parnaíba localizado na divisa entre os municípios de Luzilândia e Joca Marques, Piauí.

Categoria	Frequência	Fr (%)
"Abelha"	61	4,7
Araneae	307	23,5
Chironomidae (pupa)	60	4,6
Coleoptera	59	4,5
Coleoptera (larvas)	2	0,2
Diptera (adultos)	93	7,1
Diptera (larvas)	402	30,7
Formicidae	148	11,3
Hemiptera	77	5,9
Lepidoptera	7	0,5
Neuroptera	1	0,1
Odonata	13	1,0
Ortoptera	9	0,7
Thysanoptera	7	0,5
Vespidae	23	1,8
ovos	17	1,3
Sementes	22	1,7

Tabela 3: Estimativas dos coeficientes parciais, coeficientes de determinação múltipla (R^2) e do teste F dos modelos de regressão matricial.

	Coeficiente	R^2	F	P
Modelo PC1				
Intercepto	0,53			
Dif. PC1	-0,06	0,11	85,3	0,001
Modelo PC2				
Intercepto	0,42			
Dif. PC2	0,002	0,0001	0,06	0,94
Modelo PC3				
Intercepto	0,45			
Dif. PC3	-0,02	0,006	4,48	0,36

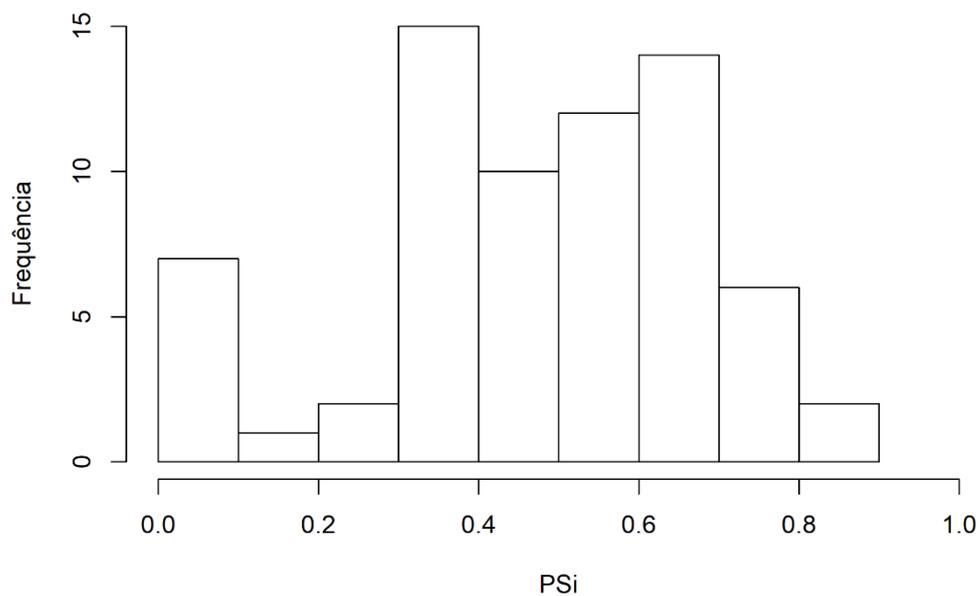


Figura 1: Distribuição dos valores de PS_i observados dos espécimes de *T. signatus* em um trecho do rio Parnaíba localizado na divisa entre os municípios de Luzilândia e Joca Marques, Piauí.

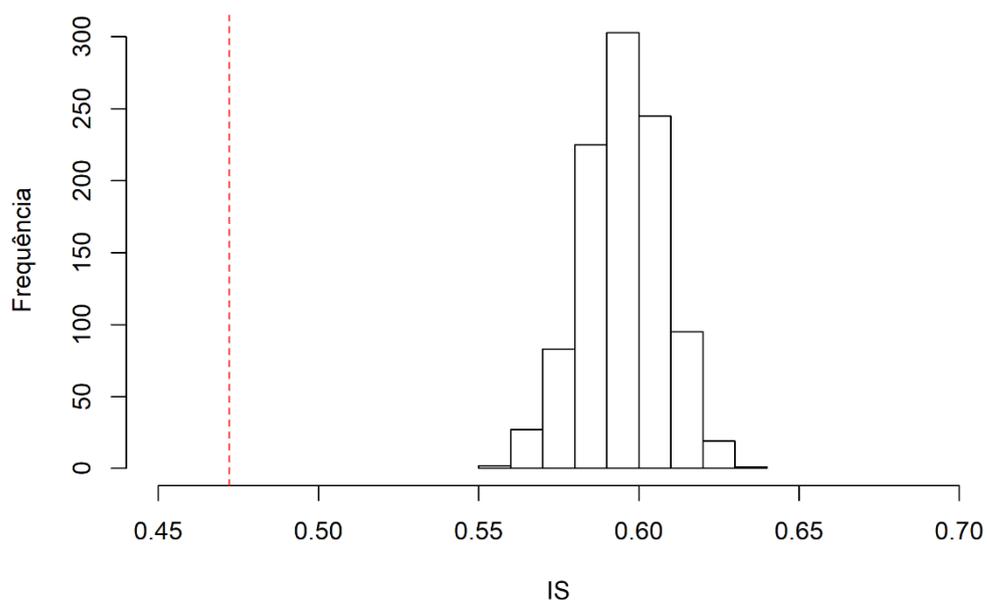


Figura 2: Distribuição dos valores IS simulados ($sim = 1000$). A linha vermelha corresponde ao IS observado na amostra de *T. signatus*.

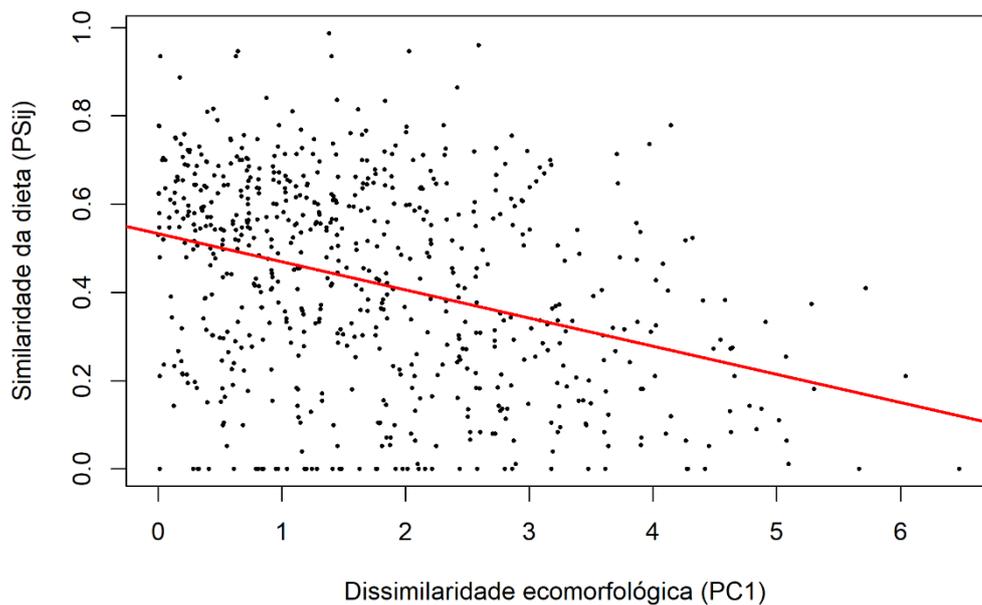


Figura 3: Relação entre as dissimilaridades ecomorfológicas e as similaridades das dietas (PS_{ij}) de *T. signatus*.

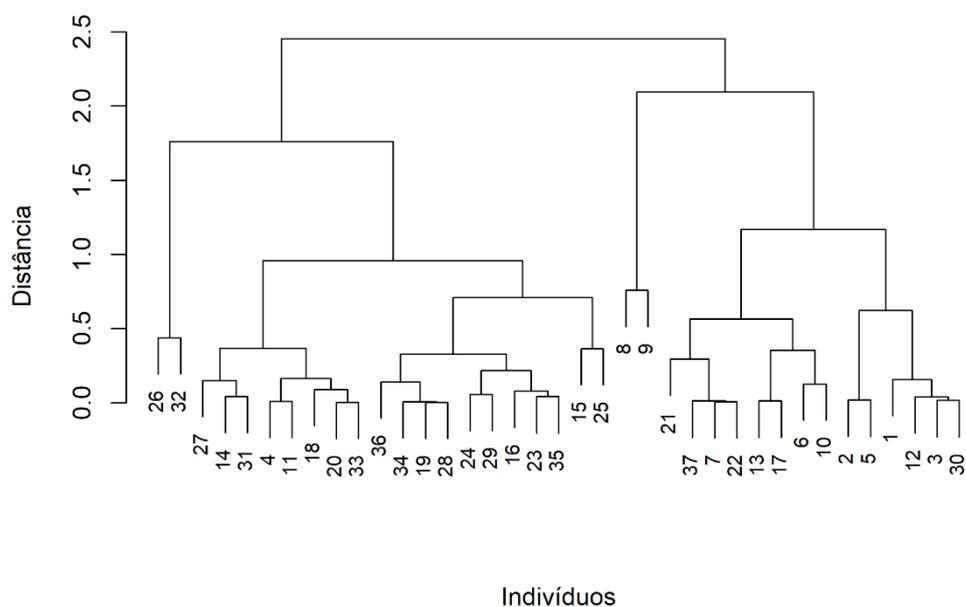


Figura 4: Agrupamento dos indivíduos de *T. signatus* a partir de suas dissimilaridades ecomorfológicas obtidas pela distância euclidiana dos escores do componente principal PC1.

APÊNDICE

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Escopo e política](#)
- [Forma e preparação de manuscritos](#)

Escopo e política

O periódico **Iheringia, Série Zoologia**, editado pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se a publicar trabalhos completos originais em Zoologia, com ênfase em taxonomia e sistemática, morfologia, história natural e ecologia de comunidades ou populações de espécies da fauna Neotropical recente. Notas científicas não serão aceitas para publicação. Em princípio, não serão aceitas listas faunísticas, sem contribuição taxonômica, ou que não sejam o resultado de estudos de ecologia ou história natural de comunidades, bem como chaves para identificação de grupos de táxons definidos por limites políticos. Para evitar transtornos aos autores, em caso de dúvidas quanto à adequação ao escopo da revista, recomendamos que a Comissão Editorial seja previamente consultada. Também não serão aceitos artigos com enfoque principal em Agronomia, Veterinária, Zootecnia ou outras áreas que envolvam zoologia aplicada. Manuscritos submetidos fora das normas da revista serão devolvidos aos autores antes de serem avaliados pela Comissão Editorial e Corpo de Consultores.

Os artigos aceitos para a publicação se tornam propriedade da revista.

Forma e preparação de manuscritos

1. Submeter o manuscrito eletronicamente através do site: <http://submission.scielo.br/index.php/isz>.
2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela Comissão Editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais poderão ser solicitadas aos autores, mediante a devolução dos arquivos originais acompanhados das sugestões.
3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.

4. O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser impresso em papel A4, em fonte "Times New Roman" com no máximo 30 páginas numeradas (incluindo as figuras) e o espaçamento duplo entre linhas. Manuscritos maiores poderão ser negociados com a Comissão Editorial.
5. Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores, com e-mail para contato; abstract e keywords (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão; agradecimentos e referências bibliográficas. As palavras-chave não deverão sobrepor com aquelas presentes no título.
6. Não usar notas de rodapé.
7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.
8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentaram a pesquisa, preferencialmente com tradição e infraestrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria definidas.
9. Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME et al. (1988).
10. Dispor as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos autores com "et al.") e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. In: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. *Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites*. San Diego, Academic. v.2, p.344-365.

HOLME, N. A.; BARNES, M. H. G.; IWERSON, C. W. R.; LUTKEN, B. M. & MCINTYRE, A. D. 1988. *Methods for the study of marine mammals*. Oxford, Blackwell Scientific. 527p.

PLATNICK, N. I. 2002. *The world spider catalog, version 3.0*. American Museum of Natural History. Disponível em: <<http://>

[/research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html](http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html)>.
Acesso em: 10.05.2002.

11. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos sequenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser autoexplicativas. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. As figuras devem ser encaminhadas apenas em meio digital de alta qualidade (ver item 16).

12. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e autoexplicativo.

13. Figuras e tabelas não devem ser inseridas, somente indicadas no corpo do texto.

14. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas preferencialmente de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, Sucre: San Antonio del Golfe, (Rio Claro, 5o57'N 74o51'W, 430m) 5 ♀, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, Chiriquí: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3 ♂, 3 ♀, 24.VI.1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, Goiás: Jataí (Fazenda Aceiro), 3 ♂, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); Paraná: Curitiba, ♀, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); Rio Grande do Sul: São Francisco de Paula (Fazenda Kraeff, Mata com Araucária, 28o30'S 52o29'W, 915m), 5 ♂, 17.XI.1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

15. Recomenda-se que os autores consultem um artigo recentemente publicado na Iheringia Série Zoologia para verificar os detalhes de formatação.

16. Enviar o arquivo de texto em Microsoft Word (*.doc) ou em formato "Rich Text" (*.rtf). Para as imagens utilizar arquivos Bitmap TIFF (*.tif) e resolução mínima de 300 dpi (fotos) ou 600 dpi (desenhos em linhas). Enviar as imagens nos arquivos digitais independentes (não inseridas em arquivos do MS Word, MS Power Point e outros), nomeados de forma autoexplicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Excel para gráficos e Microsoft Word ou Excel para tabelas). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

17. Para cada autor será fornecido um exemplar da revista. Os artigos também estarão na página do Scientific Electronic Library Online, SciELO/Brasil, disponível em www.scielo.br/isz.

Não há taxa para submissão e avaliação de artigos.