

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS**  
**TRÓPICOS - CIPET**

**ALIMENTAÇÃO E ECOMORFOLOGIA DE PEIXES PREDADORES EM LAGOS**  
**DE VÁRZEA AMAZÔNICA.**

**DIOGO CAMPOS CARDOSO**

**MANAUS – AMAZONAS**

**2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS**  
**TRÓPICOS – CIPET**

**DIOGO CAMPOS CARDOSO**

**ALIMENTAÇÃO E ECOMORFOLOGIA DE PEIXES PREDADORES EM LAGOS**  
**DE VÁRZEA AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueira nos Trópicos - CIPET/UFAM como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

**ORIENTADORA: Dra. FLÁVIA KELLY SIQUEIRA DE SOUZA**

**CO-ORIENTADOR: Dr. CARLOS EDWAR DE CARVALHO FREITAS**

**MANAUS – AMAZONAS**

**2015**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C268a      Cardoso, Diogo Campos  
Alimentação e ecomorfologia de peixes predadores em lagos de várzea amazônica. / Diogo Campos Cardoso. 2015  
49 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Flávia Kelly Siqueira de Souza  
Coorientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas  
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Dieta. 2. Atributos morfológicos. 3. Predação. 4. Amazônia. I.  
Souza, Flávia Kelly Siqueira de II. Universidade Federal do  
Amazonas III. Título

**DIOGO CAMPOS CARDOSO**

**ALIMENTAÇÃO E ECOMORFOLOGIA DE PEIXES PREDADORES EM LAGOS  
DE VÁRZEA AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueira nos Trópicos - CIPET/UFAM como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovado em 02 de setembro de 2015.

**BANCA EXAMINADORA**

Rafael Pereira Leitão, DSc.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Raniere Garcez Costa Souza, DSc.

Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Kedma Cristine Yamamoto, Dsc.

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

"Enquanto a sociedade feliz não chega, que haja pelo menos fragmentos de futuro em que a alegria é servida como sacramento, para que as crianças aprendam que o mundo pode ser diferente. Que a escola, ela mesma, seja um fragmento do futuro..."

Rubem Alves

A toda minha família, em especial meus pais (Juneval Cardoso e Marluvia Campos), e meus avós (Francisco Pereira e Jacinta Colares), por todo carinho, amor e apoio em todos os sentidos, que permitiram que esse objetivo fosse atingido e a todas as pessoas que lutam para alcançar seus sonhos.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado, o conhecimento através de profissionais renomados de diversas áreas do conhecimento, e adquirir com eles uma cosmo visão de um mundo que será de grande importância profissional e pessoal.

Aos meus estimados orientadores e amigos Prof. Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza e Carlos Edwar de Carvalho Freitas pelo acolhimento, que me proporcionaram a oportunidade de trabalhar com que gosto e a chance de trabalhar com um tema tão importante que fizeram-me ampliar os conhecimentos científicos e com eles, obter forças para lutar pelos meus objetivos, sempre que for preciso. Tarefa árdua e difícil, mas muito gratificante.

A minha Mãe Raimunda Marlúcia Areia Campos, que com muito amor e carinho, nunca mediu esforços para que eu chegasse até onde cheguei.

Ao meu Pai Juneval Pinheiro Cardoso, pela força que sempre me deu e dá.

A minha noiva Katrine Gomes, pela força compreensão, carinho e amor.

A toda minha família, avós, tios e primos, que me apoiaram até aqui e com certeza vão continuar apoiando nas próximas etapas de minha vida, afinal família é a base de tudo.

Aos meus amigos em especial aos do PIATAM Lorenzo, Carol, Sandrelly, dona Hostilia, Joaquim, Michel, Karine, Tereza e Angela pela força, paciência e favores que me fizeram.

A esta Instituição, pela oportunidade concedida.

A todos os Professores do PPG-CIPET, pelos ensinamentos.

Aos amigos de coletas Allana, Gisellen, Chiara, pela divisão dos trabalhos.

Aos pescadores Ivanildo Santos, João Pena, Walter (china) e Francisco Fonseca, pela força dada nos trabalhos de campo.

Ao Professor Francisco Valdécio (Badé), realmente meu amigo e tutor de muitas caminhadas e paradas na padaria.

A CAPES pela bolsa concedida.

A todos que de uma forma ou de outra tornaram possível a realização desse sonho, e também aquelas que não acreditaram, pois me ajudaram crescer.

MUITO OBRIGADO!!!

## RESUMO

Espécies predadoras influenciam direta ou indiretamente a biota aquática, regulando a abundância de presas e sendo determinante na estruturação das comunidades naturais. A afinidade entre predador e presa, assim como intensidade da predação é determinada por diversos fatores, incluindo a morfologia dos predadores. As morfologias dessas espécies podem ou não estar correlacionada com sua ecologia trófica, dependendo da estrutura dos ambientes. O objetivo deste trabalho foi determinar a composição da dieta de oito espécies de peixes predadores em área de várzea, caracterizando seus atributos ecomorfológicos em associação ao tipo de recurso alimentar consumido. As amostragens ocorreram nos meses de maio, novembro e dezembro de 2014, em dois lagos de várzea, caracterizados como lagos de ilha. Foram usadas redes de emalhar com diferentes tamanhos de malha e caniço com anzol e isca. A biometria e a retirada dos estômagos foram realizadas ainda em campo. Para dieta foram estimados o grau de repleção, frequência de ocorrência dos itens e o índice de importância alimentar que foi submetido a uma PCA. Foram feitas 17 medidas nos peixes, gerando 13 atributos ecomorfológicos e submetidos a uma PCA para ordenar as espécies em função dos mesmos. Das oito espécies estudadas cinco apresentaram o peixe como sendo o item mais importante em suas dietas e três apresentaram o camarão. O primeiro eixo da PCA associou *P. squamosissimus* com o camarão e *P. nattereri* com frutos/sementes e outros, o segundo eixo associou *R. vulpinus* e *H. malabaricus* com peixes e insetos e *H. scomberoides* com camarão. Dos treze atributos gerados apenas três diferiram as espécies morfológicamente, sendo o índice de protrusão, aspecto da boca e altura relativa da cabeça. A PCA separou as espécies em quatro grupos, *P. squamosissimus* e *C. monoculus* associaram-se com comprimento relativo do pedúnculo caudal e com índice de protrusão, *A. falcirostris* e *H. malabaricus* com altura relativa da cabeça e posição relativa dos olhos, *R. vulpinus* e *H. scomberoides* à aspecto da boca e ao índice de compressão do pedúnculo caudal e *P. nattereri* e *S. rhombeus* com largura relativa da cabeça e com a área relativa dos olhos. A análise ecomorfológica dividiu as espécies conforme a capacidade de localização da presa, a performance de natação do predador e o tamanho das presas. Conclui-se que as oito espécies não apresentaram correlação positiva entre a morfologia e alimentação.

Palavras-chave: Dieta, Atributos morfológicos, Predação, Amazônia.



## ABSTRACT

Predator species directly or indirectly influence the aquatic biota, regulating the abundance of prey and structuring natural communities. The affinity between predator and prey, as well as intensity of predation is determined by several factors, including the morphology of predators. The morphologies of these species could be associated with its trophic ecology, depending on the structure of environments. The objective of this study was to determine the diet composition of eight species of predatory fish in lakes of the Amazonian floodplain, featuring his ecomorphological attributes in association with their feeding items. Samplings took place in May, November and December 2014. And were done at two floodplain lakes, placed into an island of the lower stretch of the Solimões River. Gill nets were used with different sizes of mesh and rod with hook and bait. Biometrics and the withdrawal of stomachs were also carried out in the field. Were estimated degree of stomach fullness, frequency of occurrence of feeding items and its importance index. A PCA was applied to order the fish by its diet. Also were made 17 morphological measures in each fish, generating 13 ecomorphological attributes. A PCA also was employed aiming to order the species according to these attributes. Five studied species had fish as the most important item in their diets and three had the shrimp as being more important. The first axis of the PCA associated *P. squamosissimus* with shrimp and *P. nattereri* with fruits / seeds and other, the second axis associated *R. vulpinus* and *H. malabaricus* with fish and insects and *H. Scomberoides* with shrimp. Three ecomorphological attributes discriminated the fish species. PCA with these attributes ordered the fish species by four groups, *P. squamosissimus* and *C. monoculus* associated with relative length of the caudal peduncle and protrusion index, *A. falcirostris* and *H. malabaricus* with relative head height and relative position of the eyes, *R. vulpinus* and *H. Scomberoides* with the mouth appearance and compression index of the caudal peduncle and *P. nattereri* and *S. rhombeus* with relative width of the head and the relative area of the eyes. The ecomorphological analysis divided the species by the ability to find the prey, swimming performance of the predator and prey size. Nevertheless, there were no significant correlation between fish morphology and feeding items.

Keywords: Diet, Morphological Attributes, Predation, Amazon.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem e localização geográfica do lago Sacambú (ilha da Paciência) e lago Central (ilha da Marchantaria), município de Iranduba – AM.....	18
Figura 2. Exemplos com morfotipo semelhante. A – <i>P. nattereri</i> e B – <i>S. rhombeus</i> . 19	
Figura 3. Exemplos com morfotipo semelhante, sendo A – <i>R. vulpinus</i> e B – <i>H. scomberoides</i> . .....	20
Figura 4. Exemplos com morfotipo semelhante, sendo A – <i>P. squamosissimus</i> e B – <i>C. monoculus</i> . .....	20
Figura 5. Exemplos com morfotipo distinto, sendo A – <i>A. falcirostris</i> e B – <i>H. malabaricus</i> . .....	21
Figura 6. Figura esquemática da disposição das malhadeiras em cada lago de várzea. .	22
Figura 7. Atividades realizadas em campo. A- processo de triagem dos espécimes e B - biometria.....	22
Figura 8. Imagens relacionadas à tomada de algumas medidas, sendo A - Largura da boca, B - Altura da boca, C - Altura da cabeça, D - Altura do corpo, E - Comprimento pedúnculo caudal e F - Comprimento padrão.....	23
Figura 9. Escala adotada para determinação do grau de repleção. ....	24
Figura 10. Representação das variáveis morfométricas relacionadas com alimentação. Imagem adaptada de Lins (2011). ....	26
Figura 11. Grau de repleção das 229 espécimes utilizadas no estudo.....	31
Figura 12. Frequência de Ocorrência (%) dos itens alimentares encontrados nos estômagos das espécies.....	31
Figura 13. Índice de Importância Alimentar das espécies <i>A. falcirostris</i> e <i>H. malabaricus</i> . .....	32
Figura 14. Índice de Importância Alimentar das espécies <i>C. monoculus</i> e <i>P. squamosissimus</i> . .....	32
Figura 15. Índice de Importância Alimentar das espécies <i>H. scomberoides</i> e <i>R. vulpinus</i> . .....	33
Figura 16. Índice de Importância Alimentar das espécies <i>S. rhombeus</i> e <i>P. nattereri</i> ... 33	
Figura 17. PCA realizada com a matriz dos índices de importância alimentar das oito espécies estudadas, sendo ● <i>R. vulpinus</i> , ● <i>H. scomberoides</i> , ■ <i>S. rhombeus</i> , ■ <i>P.</i>	

<i>nattereri</i> , ◆ <i>A. falcirostris</i> , ◆ <i>H. malabaricus</i> , ▲ <i>P. squamosissimus</i> e ▲ <i>C. monoculus</i> . .....	34
Figura 18. PCA realizada com a matriz dos atributos das oito espécies estudadas, sendo ● <i>R. vulpinus</i> , ● <i>H. scomberoides</i> , ■ <i>S. rhombeus</i> , ■ <i>P. nattereri</i> , ◆ <i>A. falcirostris</i> , ◆ <i>H.</i> <i>malabaricus</i> , ▲ <i>P. squamosissimus</i> e ▲ <i>C. monoculus</i> . .....	37
Figura 19. Distribuição das espécies de acordo com o índice de protrusão e altura relativa da cabeça, sendo ● <i>R. vulpinus</i> , ● <i>H. scomberoides</i> , ■ <i>S. rhombeus</i> , ■ <i>P.</i> <i>nattereri</i> , ◆ <i>A. falcirostris</i> , ◆ <i>H. malabaricus</i> , ▲ <i>P. squamosissimus</i> e ▲ <i>C. monoculus</i> . .....	38
Figura 20. Distribuição das espécies de acordo com o aspecto da boca e altura relativa da cabeça, sendo ● <i>R. vulpinus</i> , ● <i>H. scomberoides</i> , ■ <i>S. rhombeus</i> , ■ <i>P. nattereri</i> , ◆ <i>A. falcirostris</i> , ◆ <i>H. malabaricus</i> , ▲ <i>P. squamosissimus</i> e ▲ <i>C. monoculus</i> . .....	39
Figura 21. Distribuição das espécies de acordo com o aspecto da boca e índice de protrusão, sendo ● <i>R. vulpinus</i> , ● <i>H. scomberoides</i> , ■ <i>S. rhombeus</i> , ■ <i>P. nattereri</i> , ◆ <i>A. falcirostris</i> , ◆ <i>H. malabaricus</i> , ▲ <i>P. squamosissimus</i> e ▲ <i>C. monoculus</i> . .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores relativos as oito espécies avaliadas, considerando a média, desvio padrão, menor e maior comprimento padrão.....	30
Tabela 2. Menor e maior comprimento padrão observado para as oito espécies avaliadas quanto aos atributos ecomorfológicos. ....	35
Tabela 3. Valores de média e desvio padrão dos 13 atributos ecomorfológicos avaliados nas espécies.....	36
Tabela 4. Análise PERMANOVA realizada a partir dos cinco atributos ecomorfológicos mais representativos da PCA.....	38

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. HIPÓTESES.....	17
3. OBJETIVOS .....	17
Objetivo Geral.....	17
Objetivos Específicos.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.1. Área de Estudo .....	18
4.2. Seleção das espécies.....	19
4.3. Amostragens e coletas de dados.....	21
4.4. Análise da dieta.....	23
4.5. Medidas morfométricas.....	26
4.6. Atributos ecomorfológicos.....	27
4.7. Análise estatística.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1. Dieta .....	30
5.1.1. Grau de Repleção .....	30
5.1.2. Frequência de Ocorrência.....	31
5.1.3. Índice de Importância Alimentar para cada morfotipo.....	32
5.2. Ecomorfologia.....	34
5.2.1. Atributos ecomorfológicos.....	35
6. DISCUSSÃO.....	40
6.1. Dieta .....	40
6.2. Ecomorfologia.....	41
6.3. Relação entre dieta e morfologia.....	42
7. CONCLUSÃO .....	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## 1. INTRODUÇÃO

A região Amazônica possui a maior bacia hidrográfica do mundo, com alta heterogeneidade de ambientes, apresentando leito de rios, lagos, igarapés, corredeiras, igapós, praias e áreas de várzea (Santos e Ferreira, 1999; Lowe-McConnel, 1999). Dentre estes ambientes, as áreas de várzeas se destacam por apresentarem inundações periódicas pelo transbordamento lateral dos rios e lagos, promovendo interações entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, sendo um dos ecossistemas mais ricos da Bacia Amazônica em termos de produtividade biológica, biodiversidade e recursos naturais (Ribeiro, 2007). Os lagos da Amazônia apresentam pelo menos, três tipos de habitats distintos: águas abertas, bancos de macrófitas aquáticas e floresta alagada, que são importantes para a manutenção da estrutura, composição, etc.

Esses ambientes contribuem para uma ictiofauna diversificada, podendo as estimativas variar de 1500 a 5000 espécies (Roberts, 1972; Bohlke et al., 1978; Lowe-McConnel, 1987; Reis et al., 2003), visto que, quanto maior for a heterogeneidade desses habitats maior será o número de espécies encontradas, devido à maior disponibilidade de refúgios, alimentos e outros recursos que possam minimizar a competição e predação (Barreto, 1999).

A predação é caracterizada pelo ato de um animal consumir outro organismo, afetando assim a distribuição e abundância não apenas de uma população, mas de uma comunidade inteira (Pinto-Coelho, 2007; Begon et al., 2007). A complexidade de habitats pode influenciar o predador que possui características de um perseguidor, inibindo seus movimentos e reduzindo a detecção de suas presas (Orth et al., 1984). Por outro lado, pode aumentar o nível de predação de um predador de espera (espreita), ofertando camuflagem e dificultando a visualização por suas presas (Howard e Koehn, 1985).

As fontes de alimentação de peixes predadores podem ser os próprios peixes, crustáceos, moluscos, insetos entre outros organismos. De todo modo, é esperado que um grande número de espécies sejam estritamente piscívora, enquanto outras devam consumir peixes de modo facultativo (Santos e Ferreira, 1999). Neste caso, a ingestão pode ser realizada de forma inteira ou em pedaços, mas também podendo ser encontrados nos estômagos desses animais, itens como escamas, vértebras e nadadeiras (Santos e Ferreira, 1999; Behr e Signor, 2008).

As espécies predadoras provocam impacto direto e indireto sobre a biota e a qualidade dos ecossistemas aquáticos (Nowlin et al. 2006), controlando sua própria abundância e regulando as populações de indivíduos menos ágeis, debilitados e mais

vulneráveis (Simon 1983), podendo alterar o habitat de suas presas e conseqüentemente, seus ciclos de vidas (Wootton, 1990).

Dentre os vertebrados, os peixes possuem formato de corpo mais variado, desenvolvendo estruturas morfológicas específicas quanto à locomoção, reprodução e alimentação, a exemplo da forma do tronco, tipos de nadadeiras, cabeça, boca e dentes, aumentando suas chances de sucessos na colonização dos diferentes tipos de ambientes (Godinho, 1975; Vari e Malabarba, 1998). Essas formas do corpo podem ser interpretadas como resultado de adaptações evolutivas às pressões seletivas ambientais (Godinho, 1975), de forma que influenciam e limitam o uso do habitat e o uso dos recursos tróficos (Winemiller, 1991).

Devido a sua natureza preditiva, a Ecomorfologia vem sendo utilizada como uma ferramenta que pode contribuir para o conhecimento sobre as relações entre forma e uso de recursos pelas espécies, contribuindo para compreensão de como os organismos podem responder às pressões ambientais e sobre a estrutura ecológica dos peixes, fornecendo evidências sobre as características de nicho de cada espécie (Sampaio e Goulart, 2011; Pagotto et al., 2011; Sampaio et al., 2013).

De acordo com Peres-Neto (1999), as questões mais antigas sobre a biologia evolutiva são aquelas relacionadas à origem das adaptações dos organismos com o meio ambiente. Segundo o autor, a Ecomorfologia é o campo de pesquisa que estuda as relações entre a morfologia funcional (fenótipo) e o desempenho ecológico (utilização dos recursos) das espécies.

Os estudos de ecomorfologia tem-se revelado uma ferramenta adequada na descrição de aspectos ecológicos das espécies, refletindo as preferências alimentares (Watson e Balon, 1984; Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991; Mota et al., 1995; Labropoulou e Eleftheriou, 1997; Piet, 1998; Hugueny e Pouilly, 1999; Freire e Agostinho, 2001; Piorski et al., 2005; Teixeira e Bennemann, 2007; Mazzoni et al., 2010; Pagotto et al., 2011; Sampaio et al., 2013), de uso do habitat (Gatz Jr 1979b; Wikramanayake, 1990; Winemiller, 1991; Mota et al., 1995; Freitas et al., 2005; Freire e Agostinho, 2001; Piorski et al., 2005; Jennifer e Winemiller, 2010; Mazzoni et al., 2010) e de aspectos de comportamento de captura de presas entre os piscívoros (Winemiller, 1991; Piorski et al., 2005; Teixeira e Bennemann, 2007).

As diferenças morfológicas das espécies podem ser estudadas por meio de atributos que expressam características dos indivíduos em relação ao seu meio, e podem ser interpretadas como indicadores dos hábitos de vida das espécies de peixes

(Gatz, 1979a; Watson e Balon, 1984). Segundo Pouilly (2003) os hábitos alimentares dos peixes estão diretamente relacionados com suas variáveis morfológicas.

Deste modo, considerando a alta diversidade de espécies de peixes predadores nas assembleias de peixes e lagos das planícies aluviais da Amazônia, este estudo avaliou a existência de relação entre a forma dos peixes e sua dieta, testando a existência de dissimilaridade morfológica entre estes predadores, o que permite a exploração de uma maior diversidade de itens alimentares.



## **2. HIPOTÉSES**

- ✓ H0<sub>1</sub>: As espécies não diferem morfológicamente umas das outras;
- ✓ H0<sub>2</sub>: A morfologia das espécies predadoras não está relacionada com sua dieta.

## **3. OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

- ✓ Determinar a composição da dieta e os atributos ecomorfológicos de oito espécies de peixes predadores em área de várzea da Amazônia, investigando as possíveis correlações entre as características morfológicas e o hábito alimentar dos peixes.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Avaliar a composição da dieta dos peixes predadores;
- ✓ Verificar se as espécies diferem morfológicamente uma das outras;
- ✓ Averiguar a existência de algum padrão alimentar em relação às características ecomorfológicas dos predadores.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de Estudo

Os peixes foram coletados em dois lagos de várzea, localizados num trecho inferior do rio Solimões em dois ambientes de ilha, lago Sacambú na ilha da Paciência e lago Central na ilha da Marchantaria. Estes, são lagos de várzea típicos, conectados sazonalmente com o rio Solimões, onde já vem sendo monitorados pelo grupo de pesquisa do laboratório de Ecologia Pesqueira da Universidade Federal do Amazonas, com estudos sobre a ictiofauna realizados desde 2005 (Figura 1).

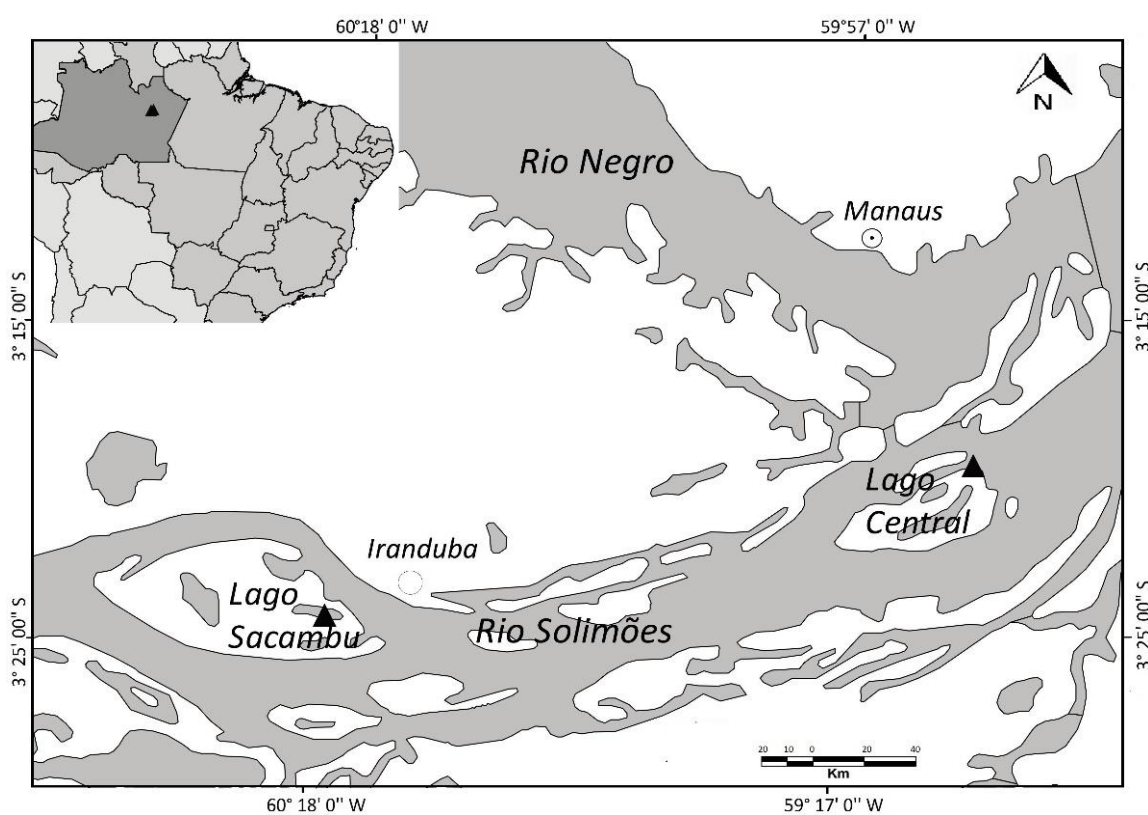


Figura 1. Imagem e localização geográfica do lago Sacambú (ilha da Paciência) e lago Central (ilha da Marchantaria), município de Iranduba – AM.

Durante o período de águas altas, estes lagos sofrem influência direta do canal principal do rio Solimões, interligando-se uns aos outros e dando origem a uma única área alagada. No período de águas baixas estes ambientes perdem a conexão com o canal principal ficando isolados uns dos outros. Os lagos de ilha são caracterizados por apresentarem dimensões pequenas, ficando geralmente próximos uns dos outros e separados por restingas e conectados por canais e depressões.

#### 4.2. Seleção das espécies

O processo de seleção das espécies de peixes deu-se através de três fatores: *i*) espécies que fossem predadoras, *ii*) que fossem frequentes e abundantes em lagos de várzea e *iii*) que pudessem apresentar características semelhantes quanto ao corpo, cabeça, aparelho bucal (boca e dentes). Neste sentido as oito espécies escolhidas foram organizadas em quatro duplas, das quais três possuem morfotipos semelhantes entre si, e uma em que as espécies apresentaram morfotipo distinto. Levamos em consideração as características da cabeça, boca, olhos e nadadeiras para formação das duplas.

Morfotipo 1: *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) e *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766) (Figuras 2A e 2B). São espécies pertencentes à ordem Characiformes, família Serrasalmidae, com indivíduos de porte médio a grande, podendo atingir até 25 e 40 cm de comprimento padrão, respectivamente. Possuem cabeça curta e robusta; mandíbula massiva e prognata, olhos grandes e dentes triangulares (Santos et al., 1984; Jégu e Santos, 1988; Santos et al., 2006).



Figura 2. Exemplos com morfotipo semelhante. A – *P. nattereri* e B – *S. rhombeus*.

Morfotipo 2: *Rhaphiodon vulpinus* (Spix e Agassiz, 1829) e *Hydrolycus scomberoides* (Cuvier, 1816) (Figuras 3A e 3B). Espécies pertencentes à ordem Characiformes, família Cynodontidae. Possuem grande porte, podendo atingir até 70 e 100 cm de comprimento padrão, respectivamente. Apresentam corpo alongado e comprimido, possuem fenda bucal muito inclinada, com a boca voltada para cima, dentes caniniformes agudos, dois deles muito desenvolvidos na posição anterior da mandíbula (Taphorn, 1992; Toledo-Piza, 2000; Ramirez-Gil et al., 2001).

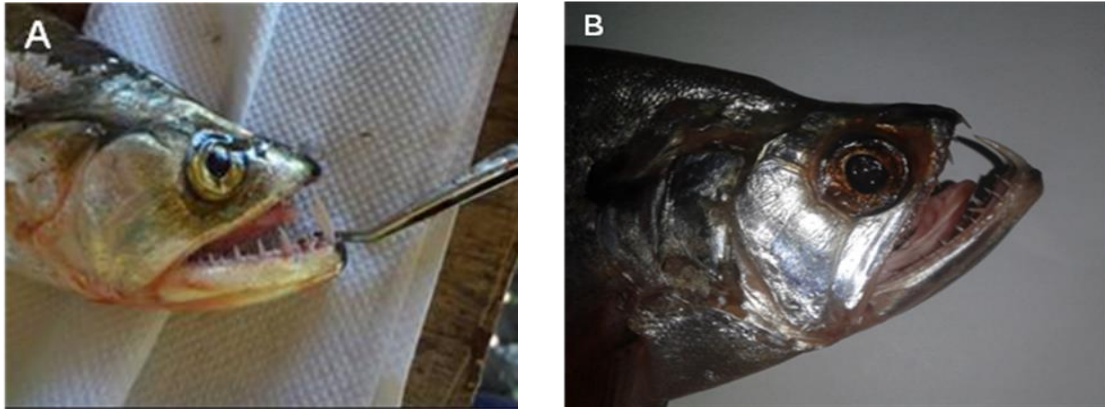


Figura 3. Exemplos com morfotipo semelhante, sendo A – *R. vulpinus* e B – *H. scomberoides*.

Morfotipo 3: *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Cichla monoculus* (Spix e Agassiz, 1831) (Figuras 4A e 4B). Espécies pertencentes a ordem Perciformes, sendo *Plagioscion squamosissimus* da família Sciaenidae e o *Cichla monoculus*, pertencente à família Cichlidae. São espécies que atingem grande porte, podendo atingir 80 e 100 cm de comprimento, respectivamente. Possuem cabeça grande, boca terminal pouco inclinada e prostrátil com dentes caninos de tamanhos variados e unicuspidados (Jégu e Santos, 1988; Reis, 1997; Keith et al., 2000; Santos et al., 2004).

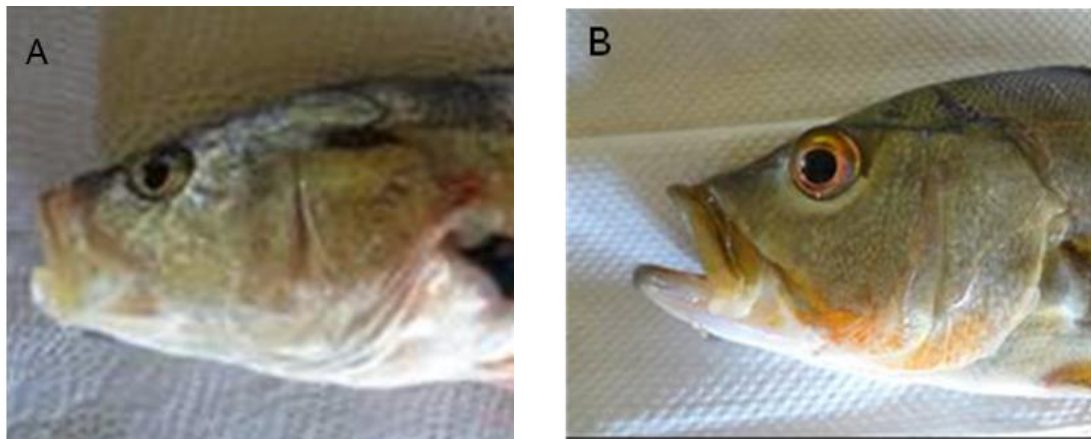


Figura 4. Exemplos com morfotipo semelhante, sendo A – *P. squamosissimus* e B – *C. monoculus*.

Morfotipo 4: *Acestrorhynchus falcistrostris* (Cuvier, 1819) e *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Figuras 5A e 5B). Espécies pertencentes à ordem Characiformes, sendo *Acestrorhynchus falcistrostris* da família Acestrorhynchidae, e *Hoplias malabaricus* da família Erythrinidae. A primeira espécie apresenta porte grande, podendo atingir até 65 cm de comprimento, possui cabeça cônica com focinho muito pontudo, olhos grandes, dentes caninos de diferentes tamanhos, maxila superior com um par de presas relativamente grandes, atrás de um par de pequenos dentes

cônicos (Santos et al., 2004; Santos et al., 2006; Soares et al., 2007). *Hoplias malabaricus* possui porte grande, atingindo até 40 cm. Cabeça robusta, bastante ossificada, dentes cônicos e caniniformes de diversos tamanhos firmemente implantados em ambas as maxilas (Ferreira et al., 1998; Santos et al., 2004; Santos et al., 2006).

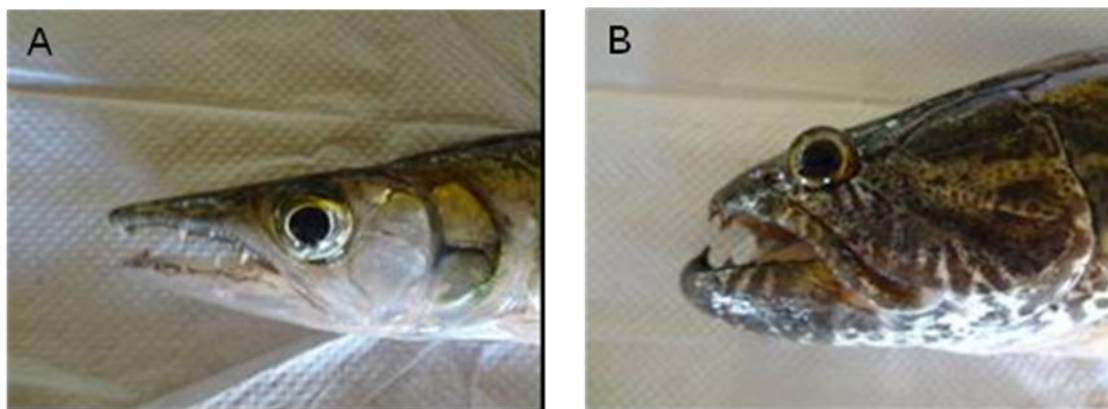


Figura 5. Exemplos com morfotipo distinto, sendo A – *A. falcistrostris* e B – *H. malabaricus*.

#### 4.3. Amostragens e coletas de dados

No ano de 2014, foram realizadas três pescarias experimentais (meses de maio, agosto e novembro) nos dois lagos. Uma pescaria extra (dezembro) no lago Central foi realizada com auxílio de dois pescadores, a fim de capturar a espécie *Cichla monoculus* para completar o n-amostral.

O apetrecho de pesca usado nas pescarias experimentais foram, redes de emalhar com dimensão padronizada de 15 metros de comprimento por 2 metros de altura. As redes formaram baterias com tamanhos de malha de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mm entre nós opostos. Cada habitat recebeu uma bateria, composta por 10 malhadeiras. A primeira bateria foi disposta na área aberta do lago, a segunda foi disposta na floresta alagada e a terceira bateria foi disposta as margens do banco de macrófita aquática (Figura 6). O tempo de exposição das malhadeiras foi de 24 horas, com despescas a cada seis horas (06h:00, 12h:00, 18h:00 e 00h:00). Na pescaria extra foi utilizado linha de mão com caniço e anzol, usando camarão como isca. Na análise da dieta quando era encontrado somente um camarão, este era retirado da análise pois supunhamos que poderia ser o mesmo utilizado como isca.



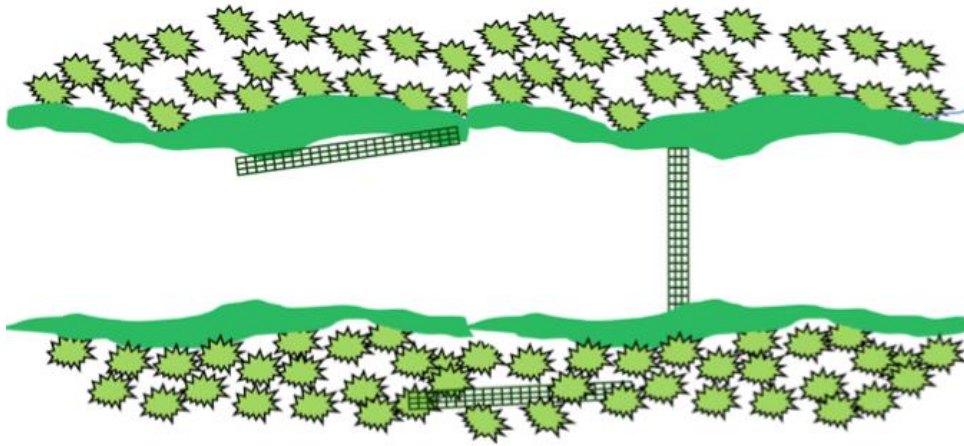


Figura 6. Figura esquemática da disposição das malhadeiras em cada lago de várzea.

Os peixes foram identificados em campo com auxílio de chaves taxonômicas ictiológicas e livros de referência. Posteriormente, foi realizada a biometria das espécies para obtenção dos dados de peso total (PT) em gramas e comprimento padrão (CP) em centímetros (Figuras 7A e 7B). Em seguida, os peixes foram transportados ao laboratório de Ecologia Pesqueira da Universidade Federal do Amazonas.

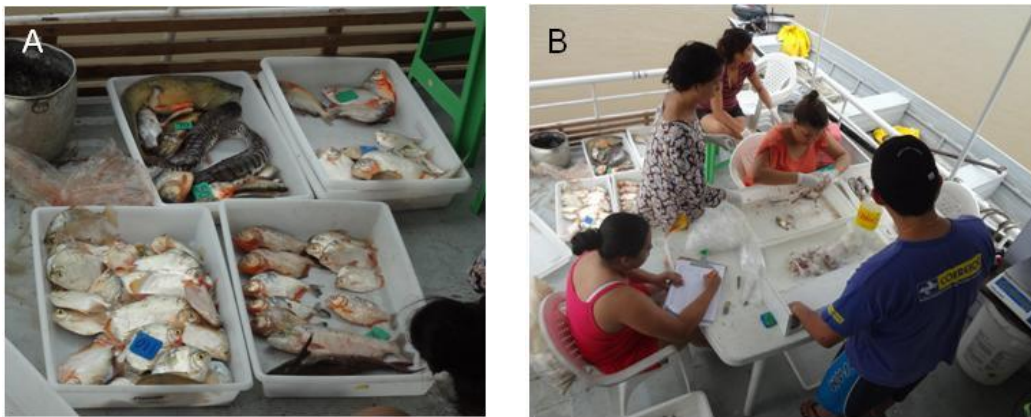


Figura 7. Atividades realizadas em campo. A- processo de triagem dos espécimes e B -biometria.

No laboratório foram obtidas as medidas morfológicas das oito espécies predadoras com auxílio de um paquímetro (Figuras 8A a 8F). Após esta atividade, os exemplares foram eviscerados através de uma incisão ventral, para a retirada dos estômagos e posterior quantificação do grau de repleção e identificação dos itens alimentares.



Figura 8. Imagens relacionadas à tomada de algumas medidas, sendo A - Largura da boca, B - Altura da boca, C - Altura da cabeça, D - Altura do corpo, E - Comprimento pedúnculo caudal e F - Comprimento padrão.

#### 4.4. Análise da dieta

No laboratório de Ecologia Pesqueira foram feitas análises dos estômagos, para identificar o grau de repleção estomacal dos predadores. Esta técnica permite identificar visualmente a quantidade de alimento existente em cada estômago através do olho nu e também com auxílio de equipamentos, como microscópio estereoscópico para melhor

determinação dos itens. Após esta análise, os estômagos foram classificados seguindo a escala adotada por Uieda (1994) (Figura 9):

Grau 0 = para estômagos vazios;

Grau I = para estômagos preenchidos até 25%;

Grau II = para estômagos preenchidos até 50%;

Grau III = para estômagos preenchidos até 75%;

Grau IV = para estômagos preenchidos 100%

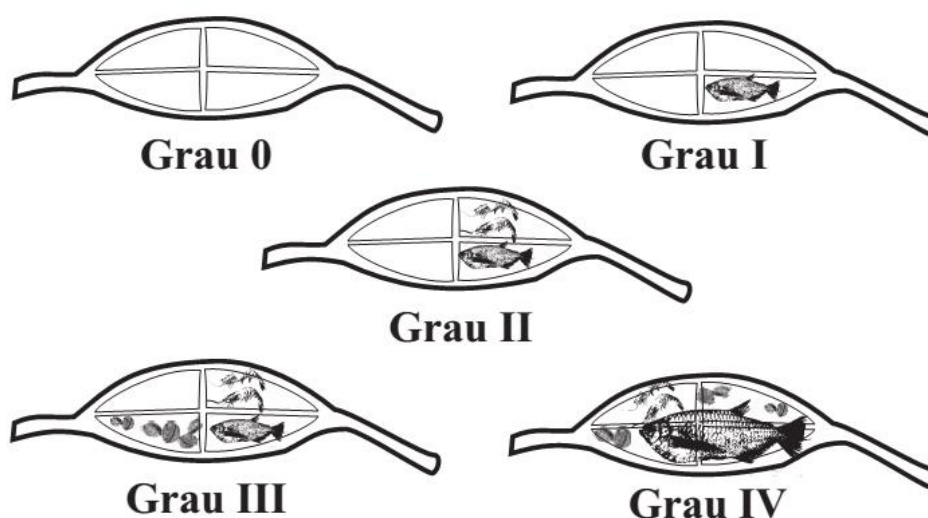


Figura 9. Escala adotada para determinação do grau de repleção.

Os itens foram agrupados em cinco categorias principais: peixe (escamas, vértebras, nadadeiras e peixes intactos), camarão, insetos, frutos/sementes, e outros (contendo material vegetal, vermes e raiz).

Para quantificação dos itens alimentares da dieta destes animais, foram estimados:

Método de Frequência de Ocorrência (%F) – que consiste na somatória dos estômagos com o mesmo item alimentar, divididos pelo número total de estômagos observados (Hynes, 1950, Hyslop, 1980), sendo calculado pela equação:



$$\%FO = (ea / E) \times 100$$

Sendo:

**%FO**= frequência de ocorrência do item amostrado;

**ea**= quantidade de estômagos com o item *a*;

**E**= número total de estômagos.

O Método Volumétrico Relativo (%V) - É um método quantitativo muito difundido, que corresponde à quantidade relativa do alimento no estômago, quantificado visualmente a porcentagem de cada item alimentar (Hyslop, 1980), dada pela equação:

$$\%V = (va / Vt) \times 100$$

Sendo:

**%V** = percentagem volumétrica do item amostrado;

**va**= volume do item *a* amostrado;

**Vt** = volume total de itens amostrados.

Índice de Importância Alimentar (IIA) - De acordo com Kawakami e Vazzoler (1980) os aspectos mais importantes para avaliação do regime alimentar de peixes são, a frequência que determinado qual item é consumido e seu volume. Assim, a partir da razão entre o produto da frequência de ocorrência (Hynes, 1950) e o volume relativo (Hyslop, 1980), em valores percentuais de cada item e da somatória dos produtos para todos os itens observados, é possível estimar o índice de importância alimentar do item. Seu cálculo utiliza a equação:

$$IIA = (FO_i * V_i) / \Sigma (FO_i * V_i)$$

sendo:

**IIA**= índice alimentar;

**i**= 1, 2,... n = determinado item alimentar;

**FO<sub>i</sub>** = frequência de ocorrência (%) de cada item;

**V<sub>i</sub>**= volume relativo (%) atribuído a cada item.

#### 4.5. Medidas morfométricas

Foram realizadas 17 medidas morfométricas (Figura 10), sendo estas posteriormente combinadas em atributos ecomorfológicos:

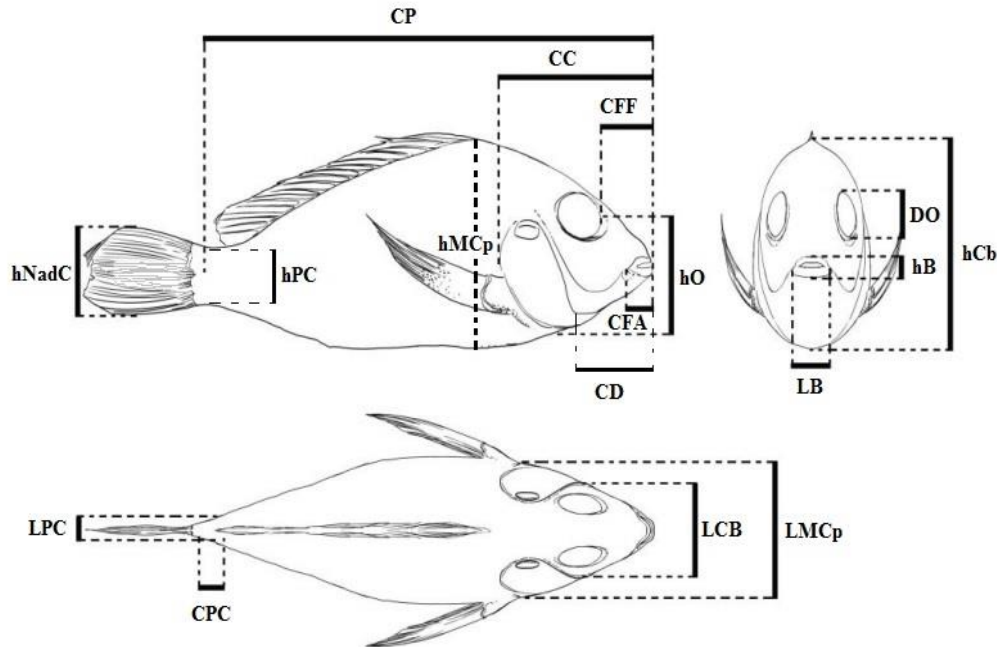


Figura 10. Representação das variáveis morfométricas relacionadas à alimentação e forrageamento. Imagem adaptada de Lins (2011).

- 1) **Comprimento padrão (CP)**: distância da ponta do focinho até o fim da coluna vertebral;
- 2) **Comprimento da cabeça (CC)**: distância da ponta do focinho até a margem posterior do opérculo;
- 3) **Altura da cabeça (ACb)**: distância entre a borda ventral até a dorsal da cabeça na linha vertical que passa pelo olho.
- 4) **Altura máxima do corpo (AMCp)**: distância máxima entre a borda ventral e dorsal do corpo (exceto nadadeiras);
- 5) **Largura máxima do corpo (LMCp)**: distância máxima transversal do corpo;
- 6) **Largura máxima da cabeça (LCb)**: distância máxima transversal da cabeça;
- 7) **Altura do olho (AIO)**: distância do centro do olho até a base da cabeça;

- 8) **Largura da boca (LB)**: distância entre as porções laterais da boca, quando totalmente aberta;
- 9) **Altura da boca (AB)**: distância entre as mandíbulas superior e inferior, com a boca totalmente aberta.
- 10) **Comprimento do focinho fechado (CFF)**: distância da ponta do focinho até a margem anterior do olho.
- 11) **Comprimento do focinho aberto (CFA)**: distância da região mais anterior a posterior da boca;
- 12) **Comprimento do dentário (CD)**: distância entre a extremidade anterior do dentário ao retroarticular;
- 13) **Largura do pedúnculo caudal (LPC)**: distância transversal tomada na mesma região da altura do pedúnculo;
- 14) **Altura da nadadeira caudal (ANadC)**: distância da parte superior e inferior da nadadeira, com a mesma totalmente aberta.
- 15) **Comprimento do pedúnculo caudal (CPC)**: distância entre a borda posterior da base da nadadeira anal à borda posterior da última vértebra;
- 16) **Altura do pedúnculo (APC)**: altura do pedúnculo tomada na região de menor altura;
- 17) **Diâmetro do olho (DO)**: distância entre as margens superior e inferior da órbita do olho.
- 18) **Área do olho (AO)**: determinado por  $\pi \cdot R^2$ .

#### 4.6. Atributos ecomorfológicos

A partir do conjunto de medidas morfométricas foram estimados treze atributos ecomorfológicos:

- 1) **Índice de compressão do corpo - ICC** (Watson e Balon, 1984; Pouilly et al. 2003): Razão entre a altura máxima do corpo (AMCp) e a largura máxima do corpo (LMCp);
- 2) **Posição relativa dos olhos - PRO** (Gatz, 1979a): determinado pela razão entre a altura do olho (AIO) e a altura da cabeça (AC);
- 3) **Área relativa do olho - ARO** (Gatz, 1979a): determinado por AO/CP;
- 4) **Comprimento relativo do pedúnculo caudal - CRPC** (Watson e Balon, 1984; Oliveira et al., 2010): razão entre o comprimento do pedúnculo caudal (CPC) e o comprimento padrão (CP);

- 5) **Largura relativa da cabeça** - LRCb (Winemiller, 1991; Willis et al.,2005):  
Calculado pela razão entre largura máxima da cabeça (LCb) e a largura máxima do corpo (LMCp);
- 6) **Altura relativa da cabeça** - ARCb (Winemiller, 1991; Willis et al.,2005):  
Determinado pela razão entre a altura da cabeça (ACb) e a altura máxima do corpo (AMCp);
- 7) **Comprimento relativo da cabeça** - CRCb (Watson e Balon, 1984): razão entre comprimento da cabeça (CC) e o comprimento padrão (CP);
- 8) **Largura relativa da boca** - LRB (Gatz, 1979a): calculado pela razão entre a largura da boca (LB) e o comprimento padrão (CP);
- 9) **Altura relativa da boca** - ARB (Watson e Balon, 1984): razão entre a altura da boca (AB) e o comprimento padrão (CP);
- 10) **Razão de configuração da boca** - RCB (Beaumord, 1991): calculada pela razão entre a altura da boca (AB) e a largura da boca (LB);
- 11) **Abertura relativa da boca** - ARB (Teixeira e Bennemann, 2007): razão entre o comprimento do dentário (CD) e o comprimento padrão (CP);
- 12) **Índice de protrusão** - IP (Gatz, 1979a): calculado pela razão entre o comprimento do focinho fechado (CFF) e o comprimento do focinho aberto (CFA);
- 13) **Índice de compressão do pedúnculo** – ICPe (Watson e Balon, 1984): determinado pela razão entre a altura do pedúnculo caudal (APC) e a largura do pedúnculo caudal (LPC)

#### 4.7. Análise estatística

As estimativas de frequência de ocorrência e índice de importância alimentar foram apresentadas usando medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão). Com a finalidade de evidenciar padrões de diferenciação entre as espécies com bases nos atributos ecomorfológicos e nos itens da dieta, foram realizadas duas Análises de Componentes Principais (PCAs). A primeira considerou as espécies como objetos e as estimativas de IIA de cada item da dieta como descritores. Na segunda PCA, as espécies foram mantidas como objetos e os atributos ecomorfológicos como descritores. Os eixos utilizados para interpretação dos resultados foram aqueles cujos autovalores obtidos foram superiores aos autovalores de broken-stick (McCune e Mefford, 1997).

Posteriormente, os cinco atributos ecomorfológicos com escores  $\geq 0,7$  foram usados em uma PERMANOVA destinada a testar a hipótese de que as espécies apresentam padrões ecomorfológicos similares. A PERMANOVA é uma análise que testa a hipótese de divergência entre as espécies, considerando o centróide dos valores estimados dos atributos ecomorfológicos (Anderson e Walsh, 2013). Com a rejeição da hipótese nula  $H_0$ , os atributos ecomorfológicos que contribuíram para as diferenças foram plotados em gráficos de dispersão para identificação dos grupos das espécies.

Para verificar a existência de correlações entre morfologia e a dieta das espécies de peixes, foi realizado o teste de Mantel utilizando duas matrizes simétricas, uma contendo as distâncias morfológicas e outra as distâncias tróficas entre as espécies. A primeira foi determinada através das distâncias euclidianas e a segunda pelo índice quantitativo de Bray-Curtis baseado nos valores obtidos pelo IIA. Todas as análises foram efetuadas com o uso do pacote Vegan (Oksanen et al., 2011) na plataforma R.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Dieta

Para determinação do grau de repleção foram utilizados 229 exemplares de peixes, sendo 15 *Rhaphiodon vulpinus*, 13 *Hydrolycus scomberoides*, 28 *Plagioscion squamosissimus*, 40 *Cichla monoculus*, 58 *Pygocentrus nattereri*, 41 *Serrasalmus rhombeus*, 9 *Hoplias malabaricus* e 25 *Acestrorhynchus falcirostris*. As análises de frequência de ocorrência e índice de importância alimentar contaram somente com 141 exemplares pois, em 27 exemplares os estômagos estavam vazios e 61 continham o conteúdo completamente digerido, impossibilitando a identificação adequada. Destes exemplares 8 eram *R. vulpinus*, 12 *H. scomberoides*, 10 *P. squamosissimus*, 25 *C. monoculus*, 45 *P. nattereri*, 32 *S. rhombeus*, 4 *H. malabaricus* e 5 *A. falcirostris*. O menor comprimento padrão encontrado foi de 8,5 cm para *P. nattereri* e o maior foi de 47,5 cm para *R. vulpinus* (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de comprimento padrão mínimos e máximos, com suas respectivas médias e desvios padrões, relativos às espécies avaliadas.

Espécies	Comprimento Padrão (cm)			
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	31,56	4,79	26	37,5
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	19,40	3,85	15	29
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	19,5	3,16	12,5	24
<i>Cichla monoculus</i>	25,16	4,90	17	34
<i>Pygocentrus nattereri</i>	15,25	3,05	8,5	19
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	14,24	2,36	11	20
<i>Hoplias malabaricus</i>	23,25	4,92	19	28
<i>Acestrorhynchus falcirostris</i>	28,25	6,01	24	32,5

#### 5.1.1. Grau de Repleção

Todas as espécies revelaram quantidade intermediária de alimentos nos estômagos com *C. monoculus* e *P. nattereri* apresentando elevado número de exemplares com grau I (estômagos preenchidos até 25%) (Figura 11).

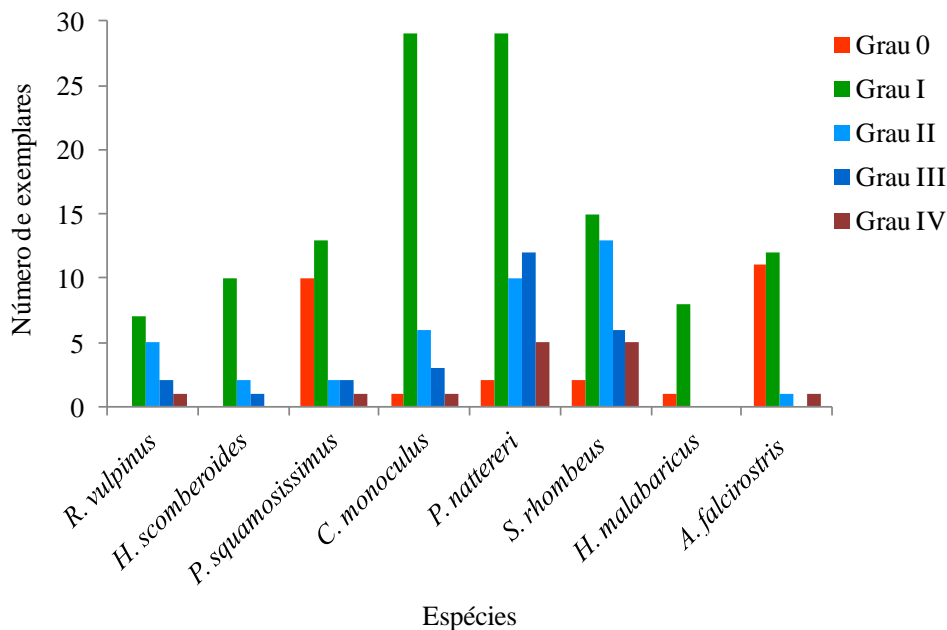


Figura 11. Grau de repleção das 229 espécies utilizadas no estudo.

### 5.1.2. Frequência de Ocorrência

Para maioria das espécies, o item alimentar “peixe” foi o mais frequente na dieta. Representantes de *A. falcirostris*, *H. malabaricus* e *R. vulpinus* obtiveram 100% dos estômagos com este item. A exceção foi verificada para *P. squamosissimus* e *H. scomberoides* com representação superior a 60% no consumo de camarão (Figura 12).

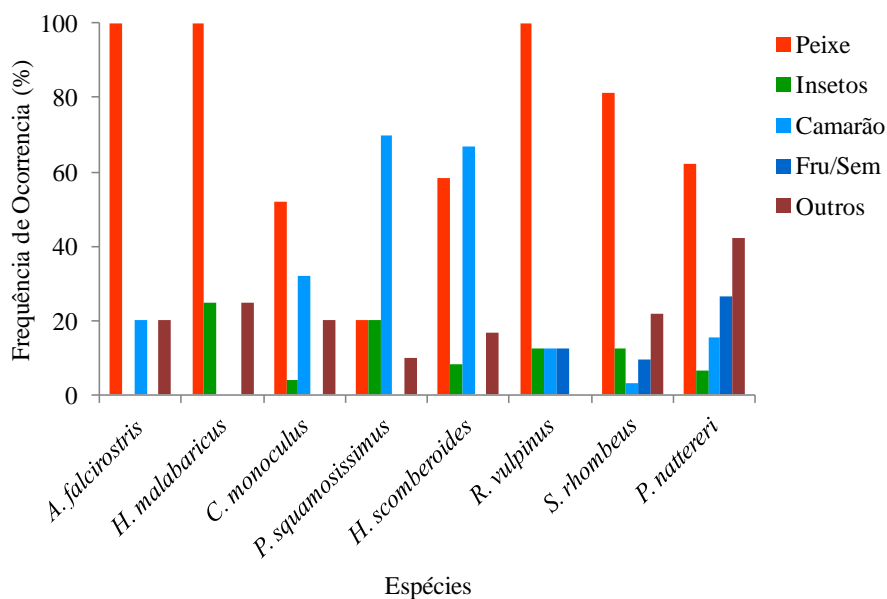


Figura 12. Frequência de Ocorrência (%) dos itens alimentares encontrados nos estômagos das espécies, sendo Fru/Sem = Frutos e Sementes.

### 5.1.3. Índice de Importância Alimentar para cada morfotipo

O peixe foi o item mais importante na dieta de *A. falcirostris* e *H. malabaricus*, com estimativas de IIA de 86,84% e 93,33%, respectivamente. De outra forma, a presença de “camarão” também foi evidenciada para *A. falcirostris* (Figura 13). Este mesmo item foi dominante na dieta de *C. monoculus* e *P. squamosissimus*, com contribuição de 55,58% e 89,15% respectivamente, seguida da categoria “peixe”, com relevância para *C. monoculus* (Figura 14).

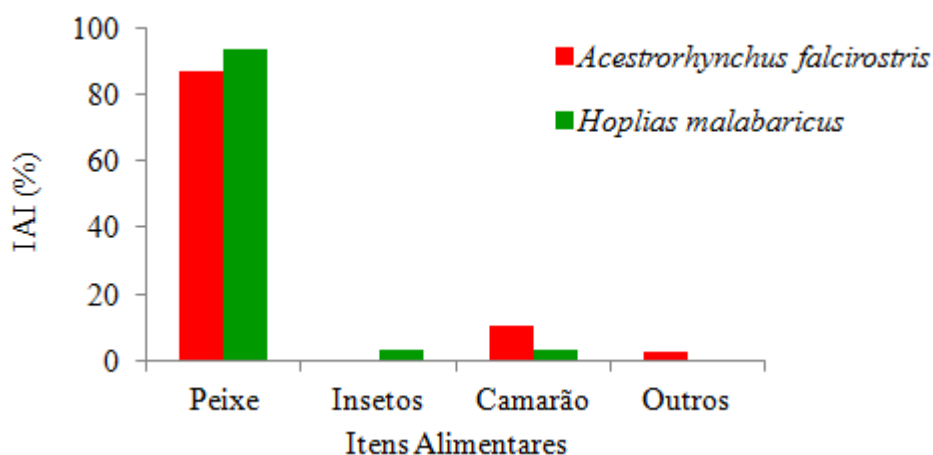


Figura 13. Índice de Importância Alimentar das espécies *A. falcirostris* e *H. malabaricus*.

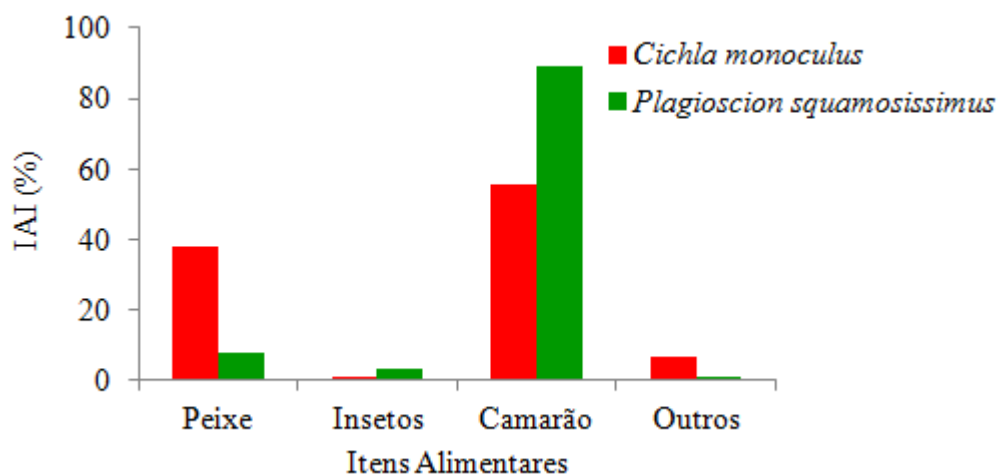


Figura 14. Índice de Importância Alimentar das espécies *C. monoculus* e *P. squamosissimus*.



Para *H. scomberoides* o consumo de “camarão” e “peixe” também foram evidenciados, com destaque para o primeiro item com proporção de IIA de 66,67%, e peixe 28,24% (Figura 15). A dieta de *R. vulpinus* foi dominante para o consumo de “peixe”, com estimativas de IIA de 91,84% (Figura 15). Resultado similar foi observado para as piranhas *S. rhombeus* e *P. nattereri* com estimativa de IIA de 91,88 e 54,86% respectivamente (Figura 16).

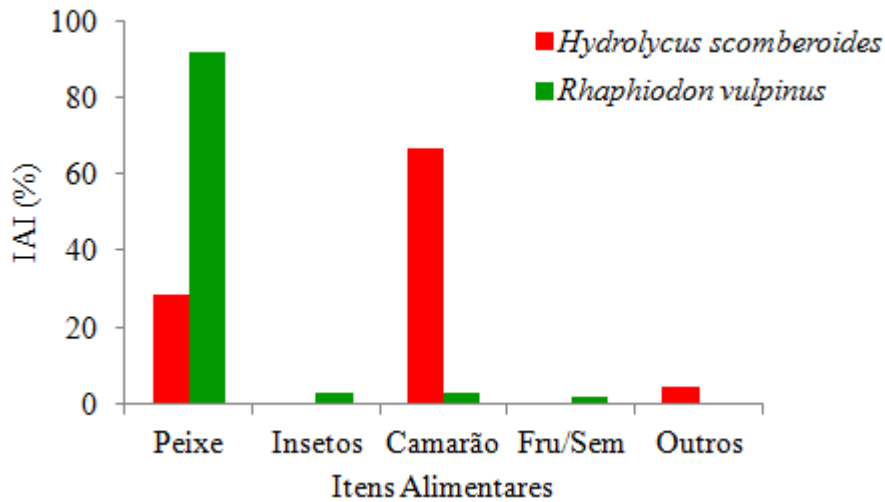


Figura 15. Índice de Importância Alimentar das espécies *H. scomberoides* e *R. vulpinus*.

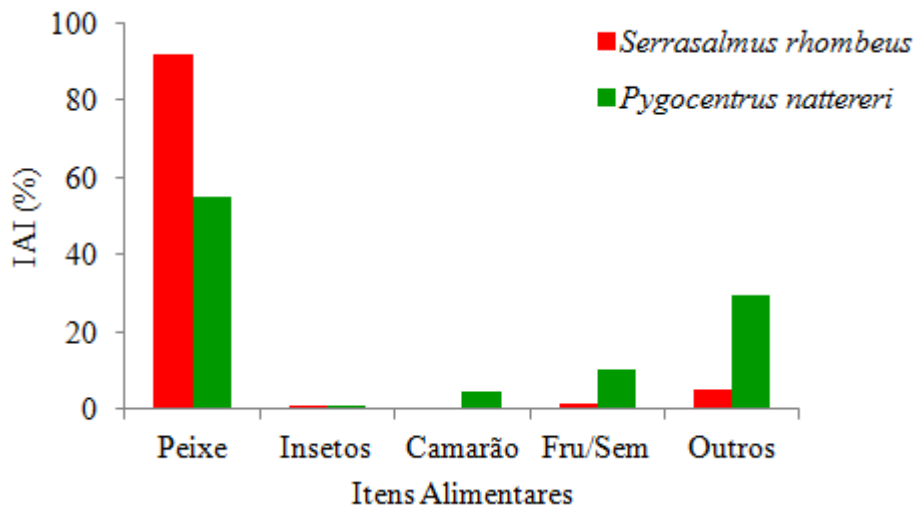


Figura 16. Índice de Importância Alimentar das espécies *S. rhombeus* e *P. nattereri*.

Sobre a matriz dos índices de importância alimentar, a PCA produziu dois eixos que explicaram 85,59% da variabilidade esperada para a ordenação das espécies. O primeiro eixo explicou 44,60% da variação e evidencia a importância de “camarão” na dieta de *P. squamosissimus* e de “frutos e sementes” na alimentação de *P. nattereri* (Figura 17). O segundo eixo explicou 40,99% da variação, discriminando *A. falcirostris*, *H. scomberoides* e *P. nattereri*, pelo elevado consumo de “camarão”, enquanto *H. malabaricus* e *R. vulpinus* foram associados ao consumo de peixes e insetos (Figura 17).

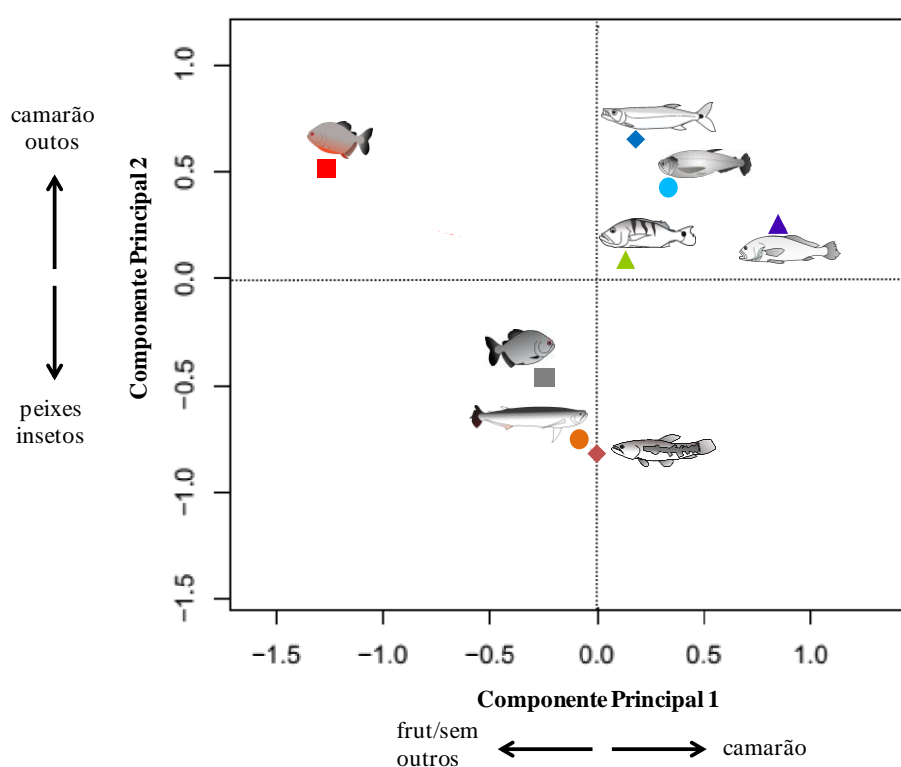


Figura 17. PCA realizada com a matriz dos índices de importância alimentar das oito espécies estudadas, sendo ● *R. vulpinus*, ● *H. scomberoides*, ■ *S. rhombeus*, ■ *P. nattereri*, ◆ *A. falcirostris*, ◆ *H. malabaricus*, ▲ *P. squamosissimus* e ▲ *C. monoculus*.

## 5.2. Ecomorfologia

Para determinação dos atributos ecomorfológicos foram utilizados 138 espécimes dentre os 229 coletados no estudo, com variação de comprimento médio de 14,66 cm para *S. rhombeus* e 37,36 para *R. vulpinus* (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de comprimento padrão mínimos (cm) e máximos (cm), com suas respectivas médias (cm) e desvios padrões (cm), relativos às espécies avaliadas quanto aos atributos ecomorfológicos.

<b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	11	37,36	7,41	28	46,5
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	9	18,50	2,42	15	22,5
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	21	20,57	2,15	16,5	24
<i>Cichla monoculus</i>	20	30,15	3,93	20,5	34,5
<i>Pygocentrus nattereri</i>	32	16,87	2,10	8,5	19,5
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	23	14,66	2,08	10,5	20
<i>Hoplias malabaricus</i>	7	24,79	4,52	19	29,5
<i>Acestrorhynchus falcirostris</i>	15	27,54	4,09	20,5	34,5

### 5.2.1. Atributos ecomorfológicos

Dos treze atributos avaliados, *A. falcirostris* apresentou maior valor de IP (Índice de Protusão) e ARB (Abertura Relativa da Boca), *H. malabaricus* de PRO (Posição Relativa dos Olhos), *C. monoculus* para PRO (Posição Relativa dos Olhos), ARO (Área Relativa do Olho), LRB (Largura Relativa da Boca) e ARB (Abertura Relativa da Boca), *P. squamosissimus* de CRPC (Comprimento Relativo do Pedúnculo caudal) e hRCb (Altura Relativa da Cabeça), *H. scomberoides* para LRCb (Largura Relativa da Cabeça), hRB (Altura Relativa da Cabeça) e ICPeC (Índice de Compressão do pedúnculo Caudal), *R. vulpinus* com valor elevado de PRO (Posição Relativa dos Olhos), hRCb (Altura Relativa da Cabeça) e AB (Aspecto da boca), *P. nattereri* apenas para CRCb (comprimento Relativo da Cabeça) e *S. rhombeus* de ICC (Índice de Compressão do Corpo) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão dos 13 atributos ecomorfológicos avaliados nas espécies.

Atributos	Espécies							
	<i>A. falcirostris</i>	<i>H. malabaricus</i>	<i>C. monoculus</i>	<i>P. squamosissimus</i>	<i>H. scomberoides</i>	<i>R. vulpinus</i>	<i>P. nattereri</i>	<i>S. rhombeus</i>
ICC	1,68 ± 0,23	1,32 ± 0,08	2,14 ± 0,13	2,02 ± 0,10	3,19 ± 0,38	2,42 ± 0,24	2,91 ± 0,31	3,67 ± 0,37
PRO	0,67 ± 0,05	0,74 ± 0,10	0,74 ± 0,03	0,67 ± 0,04	0,69 ± 0,04	0,74 ± 0,07	0,60 ± 0,04	0,60 ± 0,04
ARO	0,05 ± <0,01	0,03 ± <0,01	0,10 ± 0,01	0,05 ± <0,01	0,06 ± <0,01	0,05 ± <0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01
CRPC	0,05 ± <0,01	0,11 ± <0,01	0,13 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,02 ± <0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01
LRCb	0,86 ± 0,07	0,89 ± 0,05	0,98 ± 0,04	0,93 ± 0,04	1,08 ± 0,10	0,88 ± 0,07	1,06 ± 0,04	1,05 ± 0,11
ARCb	0,73 ± 0,06	0,69 ± 0,03	0,72 ± 0,03	0,75 ± 0,04	0,58 ± 0,06	0,75 ± 0,08	0,60 ± 0,04	0,51 ± 0,03
CRCb	0,28 ± <0,01	0,30 ± 0,02	0,33 ± <0,01	0,30 ± 0,01	0,24 ± 0,06	0,19 ± <0,01	0,34 ± 0,05	0,33 ± 0,01
LRB	0,07 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,11 ± <0,01
AIRB	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,18 ± <0,01	0,16 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,03
IP	0,91 ± 0,06	0,75 ± 0,05	0,83 ± 0,13	0,71 ± 0,11	0,49 ± 0,06	0,51 ± 0,04	0,81 ± 0,07	0,77 ± 0,06
ICPeC	1,39 ± 0,17	2,01 ± 0,16	1,40 ± 0,10	1,63 ± 0,26	2,19 ± 0,21	1,69 ± 0,28	1,81 ± 0,23	1,82 ± 0,44
AB	2,23 ± 0,41	1,27 ± 0,15	1,14 ± 0,07	1,07 ± 0,11	2,93 ± 0,50	3,29 ± 0,71	1,11 ± 0,14	1,26 ± 0,30
ARB	0,19 ± <0,01	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,04	0,17 ± 0,02	0,14 ± <0,01	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,01

A análise de componentes principais aplicada sobre a matriz dos atributos morfológicos produziu dois eixos com poder de explicação 66,62%. O primeiro eixo explicou 35,72% da variação, discriminando *P. squamosissimus* e *C. monoculus* de *R. vulpinus* e *H. scomberoides* em relação aos atributos CRPC (Comprimento Relativo do Pedúnculo Caudal), CRCb (Comprimento Relativo da Cabeça), LRB (Largura Relativa da Boca), IP (Índice de protrusão) e AB (Aspecto da Boca). O segundo eixo da análise explicou 30,90% da variação e separou *R. Vulpinus*, *A. falcirostris* e *H. malabaricus*, relacionados aos atributos PRO (Posição Relativa do Olho) e hRCb (Altura Relativa da Cabeça), das piranhas *S. rhombeus* e *P. nattereri*, associadas a ICC (Índice de Compressão do Corpo), LRCb (Largura Relativa da Cabeça) e CRCb (Comprimento Relativo da Cabeça) (Figura 18).

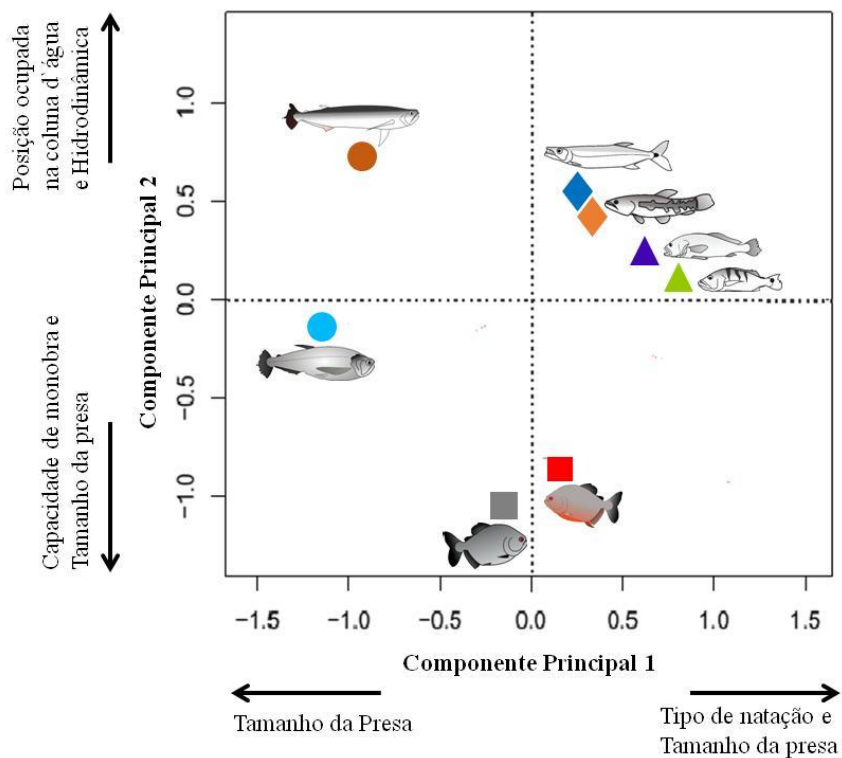


Figura 18. PCA realizada com a matriz dos atributos das oito espécies estudadas, sendo ● *R. vulpinus*, ● *H. scomberoides*, ■ *S. rhombeus*, ■ *P. nattereri*, ◆ *A. falcirostris*, ◆ *H. malabaricus*, ▲ *P. squamosissimus* e ▲ *C. monoculus*.

Dos cinco atributos morfológicos da PCA com escores > 0,7 utilizados para realização do teste PERMANOVA, três revelaram diferenças morfológicas significativas entre as espécies ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4).

Tabela 4. Análise PERMANOVA realizada a partir dos cinco atributos ecomorfológicos mais representativos da PCA.

Atributos	DF	SS	MS	F	R2	Pseudo (>F)
<b>IP</b>	1	0,028	0,028	14,664	0,319	<b>0,008*</b>
<b>AB</b>	1	0,024	0,024	12,919	0,281	<b>0,008*</b>
<b>hRCb</b>	1	0,026	0,026	13,777	0,3	<b>0,011*</b>
PRO	1	0,002	0,002	1,86	0,023	0,437
LRCb	1	0,003	0,002	1,433	0,031	0,354
Residuals	2	0,004	0,001		0,043	
Total	7	0,087			1,000	

Com baixos valores de índice de protrusão, as espécies *H. scomberoides* e *R. vulpinus* diferem das demais espécies que apresentam valores maiores para este atributo. O aspecto da boca das espécies diferenciou com altos valores em *H. scomberoides*, *R. vulpinus* e *A. falcirostris* das demais espécies. O atributo altura relativa da cabeça não permitiu discriminar com tanta clareza as oito espécies (Figuras 19, 20 e 21).

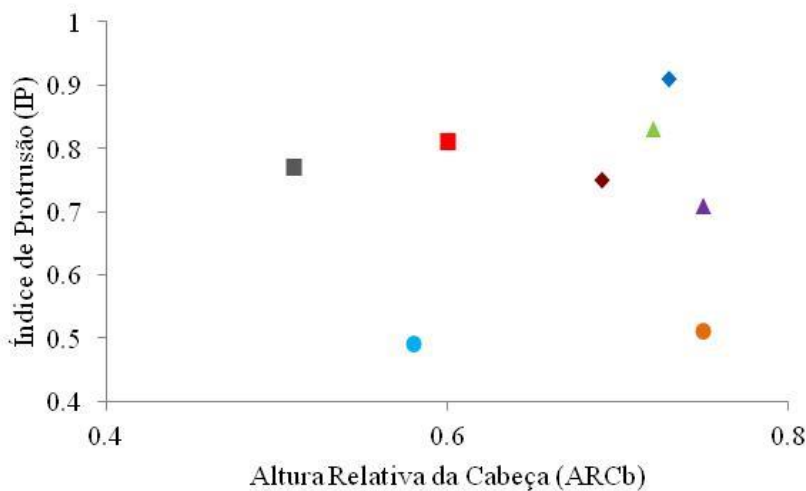


Figura 19. Distribuição das espécies de acordo com o índice de protrusão e altura relativa da cabeça, sendo ● *R. vulpinus*, ● *H. scomberoides*, ■ *S. rhombeus*, ■ *P. nattereri*, ◆ *A. falcirostris*, ◆ *H. malabaricus*, ▲ *P. squamosissimus* e ▲ *C. monoculus*.

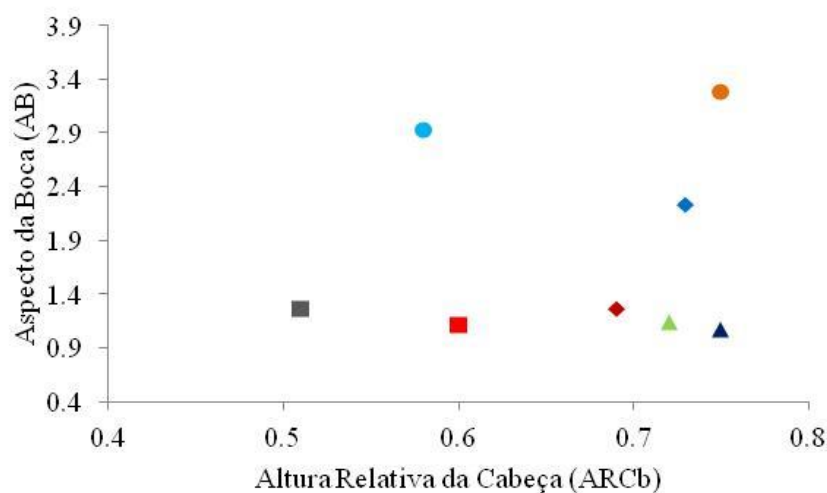


Figura 20. Distribuição das espécies de acordo com o aspecto da boca e altura relativa da cabeça, sendo ● *R. vulpinus*, ● *H. scomberoides*, ■ *S. rhombeus*, ■ *P. nattereri*, ◆ *A. falcirostris*, ◆ *H. malabaricus*, ▲ *P. squamosissimus* e ▲ *C. monoculus*.

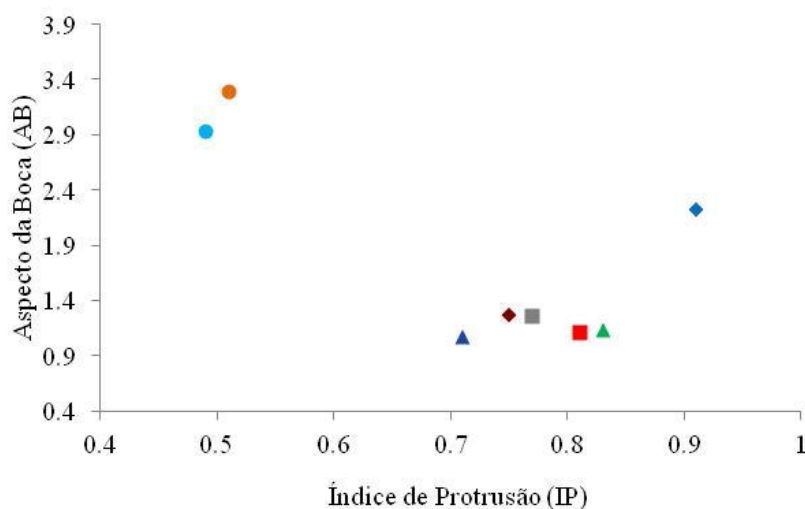


Figura 21. Distribuição das espécies de acordo com o aspecto da boca e índice de protrusão, sendo ● *R. vulpinus*, ● *H. scomberoides*, ■ *S. rhombeus*, ■ *P. nattereri*, ◆ *A. falcirostris*, ◆ *H. malabaricus*, ▲ *P. squamosissimus* e ▲ *C. monoculus*.

### 5.3. Relação entre dieta e morfologia

O teste de Mantel não evidenciou a existência de correlação entre as matrizes dos atributos morfológicos e os índices de importância alimentar das espécies estudadas ( $r = 0,034$ ;  $P = 0,402$ , a partir de 999 permutações), apoiando assim a hipótese nula de falta de relação entre a morfologia de peixes predadores das várzeas amazônicas e sua dieta.

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. Dieta

A porcentagem elevada de estômagos vazios e material digerido encontrado nos espécimes estão associados ao hábito alimentar carnívoro das espécies (Almeida et al. 1997), isto provavelmente ocorre devido a digestão mais rápida em piscívoros, uma vez que as fibras musculares moles de peixes são mais facilmente digeridas do que as fibras vegetais (Bowen 1992). Outro fator que pode ter colaborado foi a oferta de alimento, visto que estas são dependentes das variações ambientais, principalmente pelo pulso de inundação (Goulding 1980; Araujo-Lima et al. 1995).

A composição do índice de importância alimentar permitiu classificar ambas as espécies como carnívoras, sendo cinco com tendência a piscivoria e três com alimentação a base de camarão. Diversos autores classificaram essas espécies como carnívoras (Mérona & Rankin-de-Mérona 2004; Santos et al. 2004; Pouilly et al. 2004; Mazzoni et al. 2010). Apesar das espécies *P. squamosissimus*, *C. monoculus* e *H. scomberoides* possuírem uma tendência à piscivoria, o consumo elevado de camarões e insetos são comumente retratados em suas dietas (Mérona & Rankin-de-Mérona 2004; Teixeira & Bennemann 2007; Mazonni et al. 2010), pois por não serem especialistas (Merona & Rankin-de-Merona 2004) são capazes de consumir outras fontes, conforme oferta de recursos no ambiente (Hahn et al. 1997).

As piranhas *S. rhombeus* e *P. nattereri* apesar da característica anatômica em possuir dentes afiados que permitem o consumo por outras espécies de peixes, também podem fazer uso, de forma facultativa, de itens mais generalistas como material vegetal, insetos, camarões, frutos e sementes (Merona & Rankin-de-Merona 2004; Melo et al. 2005). As formas de consumo das presas diferenciam as piranhas de outros predadores (Pauly 1994). Barthem (1987) observou que exemplares de peixes se encontravam mutilados e seus pedaços foram encontrados nos estômagos das piranhas, afirmando seu comportamento mutilador.

Essas espécies possuem características morfológicas e comportamentais que explicam a determinação feita pela análise da dieta, tais como boca ampla, dentes fortes (diferentes tipos), cabeça grande, mandíbula massiva e prognata, com natação bem desenvolvida e com diferentes estratégias de capturas de suas presas. Todas essas características apresentadas pelas espécies estão fortemente relacionadas ao hábito alimentar dos peixes, podendo influenciar o alimento ingerido (Rodrigues & Menin 2006).



## 6.2. Ecomorfologia

Os atributos que *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla monoculus* foram associados, são indicadores de predadores com boa natação e com maior aceleração para perseguição de suas presas, podendo realizar arranques a partir do repouso e que consomem presas relativamente grandes (Gatz Jr, 1979a; Watson e Balon, 1984; Freire e Agostinho 2001; Teixeira e Bennemann 2007; Oliveira et al., 2010; Filho et al., 2014)

*Rhaphiodon vulpinus* e *Hydrolycus scomberoides* foram associadas com o aspecto da boca (AB), sendo este atributo relacionado com a forma dos alimentos, onde valores altos indicam peixes com bocas estreitas, mas de grande abertura, confirmando espécies piscívoras (Beaumord, 1991). *R. vulpinus* também associou-se com a posição relativa dos olhos PRO, indicando a posição ocupada pela espécie na coluna de água (Gatz Jr, 1979a) e por serem carnívoras estas espécies possuem morfologia adaptada para capturar presas na superfície ou na meia água (Almeida et al., 1997).

Para *A. falcirostris* e *H. malabaricus* os atributos que associaram-se indicam a posição ocupada na coluna d'água (Gatz, 1979a) e que se alimentam de presas grandes, sendo esperados valores mais elevados para os piscívoros, como é o caso das espécies estudadas (Winemiller, 1991; Willis et al., 2005). *A. falcirostris* possui corpo fusiforme, favorecendo a locomoção com grande velocidade (Webb, 1984; Breda et al. 2005). As espécies que apresentam o corpo fusiforme desenvolvem maior desempenho em regiões pelágicas que não apresentem obstáculos, pois alcançam alta velocidade de natação (Werner, 1977). *H. malabaricus* apresenta corpo cilíndrico com nadadeiras caudal arredondadas, estas características contribuem para sua performance de espreita.

As piranhas *S. rhombeus* e *P. nattereri* foram relacionadas com os atributos que indicam peixes com corpo lateralmente comprimidos, e sua preferência por ambientes lênticos (Watson e Balon, 1984), podendo indicar, preferência por águas superficiais (Pouilly et al. 2003) e de peixes predadores que se alimentam de presas relativamente pequenas (Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991; Willis et al., 2005). As espécies de peixes que possuem corpos curtos e comprimidos lateralmente como as piranhas, apresentam maior capacidade de manobra (Werner, 1977), uma característica que é reforçada pela presença de nadadeiras anais bem desenvolvidas (Breda et al., 2005). Portanto, peixes com corpos comprimidos, tendem a apresentar melhor desempenho em habitats complexos e com baixa velocidade da corrente (Werner, 1977; Webb et al., 1996; Oliveira et al., 2010), como é o caso dos lagos de várzea da

Amazônia, que possuem macrófitas aquáticas e florestas alagadas (Santos e Ferreira, 1999; Lowe-McConnel, 1999).

### **6.3. Relação entre dieta e morfologia**

Os estudos realizados com ecomorfologia e ecologia trófica têm apresentados resultados diferentes entre si. Isso reflete o resultado de ausência de correlação entre a morfologia e dieta das oito espécies. Corroborando com os resultados descritos por (Felley 1984; Motta et al., 1995).

Caso ocorra forte correlação entre morfologia e ecologia trófica, assume-se que o ambiente é estruturado ecomorfologicamente, sendo possível realizar previsões a respeito do uso dos recursos ambientais com base na morfologia do corpo. Caso essas relações sejam fracas ou inexistentes, o conjunto pode apresentar uma estrutura ecomorfológica definido simplesmente nas relações filogenéticas, ou seja, não delimitados por adaptações morfológicas dos organismos para nichos específicos, mas como resultado de outros fatores ecológicos que atuam em conjunto, impedindo a formação de um padrão ecomorfológico (Oliveira et al., 2010).

Segundo Hugueny e Pouilly (1999) a fraca correlação entre morfologia e dieta pode esta relacionada com a disponibilidade de alimentos no ambiente, pois o conteúdo estomacal provavelmente reflete a disponibilidade de alimentos mais do que a adaptação morfológica.

## 7. CONCLUSÃO

As espécies priorizam a dieta em peixes e camarão, o que confirma sua classificação como peixes carnívoros, com *A. falcirostris*, *H. malabaricus*, *P. nattereri*, *S. rhombeus* e *R. vulpinus* apresentando maior tendência a piscivoria e *P. squamosissimus*, *H. scomberoides* e *C. monoculus* apresentando um elevado consumo de camarão.

Morfológicamente as oito espécies estudadas diferem umas das outras apenas através do índice de protrusão, do aspecto da boca e da altura relativa da cabeça.

Não foi evidenciado a existência de relação entre a morfologia e a ecologia trófica das oito espécies estudadas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, V. L. L., Hahn, N. S. e Vazzoler, A. E. A. M. 1997. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná river floodplain (PR, Brazil). *Ecol. Freshw. Fish.* 6:123-133.
- Anderson, M. J. e Walsh, D.C. I. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersion: what null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, 83: 557-574.
- Araújo-Lima, C. A. R. M. et al. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J.G. et al. (Ed.). *Limnology in Brazil: Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Science/Brazilian Limnological Society*. p. 105-136.
- Barreto, C. C. 1999. Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. pp.121-153. In Silva, S. H. G. e Lavrado, H. P. *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Barthem, R. 1987. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. *Revista Brasileira de Zoologia*. 3 (7): 409-422.
- Beaumord, A. C. 1991. As comunidades de peixes do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT: uma abordagem ecológica numérica. Unpublished Ph. D. Dissertation. Instituto de Biociências Carlos Chagas. UFRJ, 108p.
- Begon, M., Colin R. T. e John L. H. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Artmed.
- Behr, E. R., e Signor, C. A. 2008. Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil." *Iheringia, Série Zoologia* 98.4: 501-507.
- Böhlke, J. E., Weitzman, S.H. e Menezes, N.A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica* 8 (4):657-677.
- Bowen, S. H. 1992. Quantitative description of the diet. In *Fisheries techniques* (L.A. Nielsen & D.L. Johnson, eds). American Fisheries Society. Bethesda. p.325-336.
- Breda, L., Oliveira, E. F. e Goulart, E. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. 27. 4. 371-381.

- Felley, J. D. 1984. Multivariate identification of morphological-environmental relationships within the Cyprinidae (Pisces). *Copeia*. 442-455.
- Ferreira, E. J. G. Zuanon, J.A.S. Santos, G.M. 1998. Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém, Pará. Edições IBAMA. Brasília, DF. 214pp.
- Filho, F. V. P., Guerra, T. P., Lima, M. C. S., Teixeira, D. F. F., Costa, R. R., da Silva Araújo, I. M., e Moura, G. J. B. 2014. Padrões ecomorfológicos associados à dieta de *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 em reservatório permanente, no Nordeste do Brasil. *Iheringia Série Zoologia*. (2): 104.
- Freire, A. G., e Agostinho, A. A. 2001. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 13(1): 1-9.
- Freitas, C. E. C., Costa, E. L. e Soares, M. G. M. 2005. Ecomorphological correlates of thirteen dominant fish species of Amazonian floodplain lakes. *Acta Limnologica Brasiliensia* 17(3): 339-347.
- Gatz Jr., A. J. 1979a. Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology* 60(4):711-718.
- Gatz Jr., A. J. 1979b. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Stud.*
- Godinho, H. M. 1975. Considerações gerais sobre anatomia dos peixes. *Poluição e Piscicultura*. CIBPU. São Paulo.
- Goulding, M. 1980. The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. University of California Press.
- Hahn, N. S., Agostinho, A. A. e Goitein, R. 1997. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu Reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 9. 11-22.
- Howard, R. K., e Koehn, J. D. 1985. Population dynamics and feeding ecology of pipefish (Syngnathidae) associated with eelgrass beds of Western Port, Victoria. *Marine and Freshwater Research*, 36(3): 361-370.
- Hugueny, B. e Pouilly, M. 1999. Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes. *J. Fish Biol.* 54:1310-1325.
- Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19: 36-58.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their applications. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.

- Jégu, M., Santos, G. M. 1988. Le genre *Serrasalmus* (Pisces, Serrasalminidae) dans le bas Tocantins (Bresil, Pará), avec la description d'une espèce nouvelle, *S. geryi*, du bassin Araguaia – Tocantins. *Revue Hydrobiologie*, 21(3): 239-279.
- Jennifer, L. C. B. e Winemiller K.O. 2010. Relationships among habitat, ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. *Environmental Biology of Fishes* 88(2): 143-152.
- Kawakami, E. e Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de INmcE alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes.
- Keith, P., Le Bail, O. Y. e Planquette, P. 2000. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane (tome 2, fascicule I). Publications scientifiques du M.N.H.N, Paris, 286 pp.
- Labropoulou, M., e 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(2): 324-340.
- Lowe-McConnel, R. H., 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*.382.
- Lowe-McConnel, R. H., 1999, *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EdUSP, São Paulo, SP, 534p.
- Mazzoni, R., Moraes, M., Rezende, C. F. e Miranda, J. C. 2010. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*. 100: 162-168.
- Mccune, B., e Mefford, M. J. 1997. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 3,0. MjM Software. Oregon. Gleneden Beach.
- Melo, C. E., Lima, J. D., Melo, T. L. e Pinto-Silva, V. 2005. Peixes do rio das Mortes: identificação e ecologia das espécies mais comuns. Cuiabá: UNEMAT. 145 pp.
- Mérona, B. e Rankin-de-Mérona, J. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*. 2. 2. 75-84.
- Motta, P. J., Clifton, K. B., Hernandez, P. e Eggold, B. T. 1995. Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diets and microhabitat utilization. *Environmental Biology of Fishes* 44, 37–60.
- Nowlin, W.H., Drenner, R.W., Guckenberger, K. R., Lauden, M.A., Alonso, G.T., Joseph, E.F. e Smith, J.L. 2006. Gape limitation, prey size refuges and top-down impacts of piscivorous largemouth bass in shallow pond ecosystem. *Hydrobiol*. 563: 357-369.

- Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens e H. Vagner, 2011. *Vegan: Community Ecology Package* version 1(1): 7-9. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oliveira, E. F., Goulart, E., Breda, L., Minte-Vera, C. V., Paiva, L. R. D. S. e Vismara, M. R. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*. 8(3): 569-586.
- Orth, R. J., Heck, K. L. e van Montfrans, J. 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*. 7(4): 339-350.
- Pagotto, J. P. A. Goulart, E. Oliveira E. F. e Yamamura, C. B. 2011. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*. 71: 469-479.
- Peres-Neto, P. R. 1999. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni e P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ. 209-236.
- Piet, G. J. 1998. Ecomorphology of a size-structured tropical freshwater fish community. *Environmental Biology of Fishes*. 51(1): 67-86.
- Pinto-Coelho, R. M. 2007. *Fundamentos em ecologia*. Artmed.
- Piorski, N. M. Dourado E. C. S. e Nunes J. L. S. 2005. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazônica*. 35. 1. 63-70.
- Pouilly, M., Lino, F., Bretenoux, J. G., e Rosales, C. 2003. Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal of Fish Biology*. 62(5): 1137-1158.
- Pouilly, M., Yunoki, T., Rosales, C., e Torres, L. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré River floodplain lakes (Bolivia). *Ecology of Freshwater Fish*. 13(4): 245-257.
- Ramirez-Gil, H. Ajiaco-Martinez, R. E. Beltrán-Hostos, D. P. Reyes-Herrado, J. J. Madonado-Ocampo, J. 2001. Aspectos biológicos de alguns especies de peces para o consumo en la baja Orinoquia colombiana, área defrontera con Venezuela. In: Ramirez-Gil, H., AjiacoMartinez (eds.): *La pesca em la baja Orinoquia colombiana: uma vision integral*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, Bogotá, Colombia. 121.

- Reis, R. A. 1997. Caracterização, distribuição espacial e temporal e alimentação de ciclídeos (Cichlidae, Perciformes) no lago Batata, Porto Trombetas, PA. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. 201 pp.
- Reis, R. E., Kullander, S. O. e Ferraris, C. J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs.
- Ribeiro, N. V. 2007. Atlas da várzea: Amazônia Brasil. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, Manaus.
- Roberts, T.R. 1972. Ecology of fishes in the Amazon and Congo Basins. Bull. Mus. Comp. Zool. 143(2):117-147.
- Rodrigues, S. S. & Menin, E. 2006. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringea de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829) (Siluriformes, Pimelodidae) em relação ao seu hábito alimentar. Revista Ceres. 53(305): 135 – 146.
- Sampaio, A. A. L. e Goulart, E. 2011. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. Oecologia Australis. 15(4): 775-798.
- Sampaio, A. L. A., Pagotto, J. P. A., e Goulart, E. 2013. Relationships between morphology, diet and spatial distribution: testing the effects of intra and interspecific morphological variations on the patterns of resource use in two Neotropical Cichlids. Neotropical Ichthyology. 11(2): 351-360.
- Santos, G. D. e Ferreira, E. J. G. 1999. Peixes da bacia amazônica. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. 345-373.
- Santos, G. M., Merona, B.; Juras, A. A.; Jégu, M. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí/ Brasília: Eletronorte, 216 pp.
- Santos, G. M. Ferreira, E. J. G. e Zuanon, J. A. S. 2006. Peixes Comerciais de Manaus. Manaus, IBAMA/AM, Provárzea. 144 pp.
- Santos, G. M. Jegu, M. Merona, B. 1984. Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Projeto Tucuruí. Manaus, ELETRONORTE/CNPq/INPA. 83 pp.
- Simon, N. 1983. Predators and prey. J.M. Dent e Sons, London.
- Soares, M. G. M., Costa, E. L., Siqueira-Souza, F. K., Anjos, H. D. B., Yamamoto, K. C. e Freitas, C. E. C. 2007. Peixes de lagos do médio rio Solimões. Manaus. EDUA. 176pp.
- Taphorn, D. C. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. Biollania Edición Especial–No. 4. Monografias Cientificas del Museo de Ciencias Naturales, UNELLEZ – Guanara, estado Portuguesa, Venezuela. 4: 1-537.



- Teixeira, I. e Bennemann, S. T. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica*. 7. 2. 67-76.
- Toledo-Piza, M.; 2000. The neotropical fish subfamily Cynodontinae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): A phylogenetic study and a revision of Cynodon and Rhaphiondon. *American Museum Novitates*. 3286: 1-88.
- Vari, R. P., e Malabarba, L. R. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, 1-11.
- Watson, D. J. e Balon, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *J. Fish Biol.* 25: 371-384.
- Webb, P. W., Laliberte, G. D. e Schrank, A. J. 1996. Does body and fin form affect the maneuverability of fish traversing vertical and horizontal slits? *Environmental Biology of Fishes*. 46. 1. 7-14.
- Webb, P.W. 1984. Form and function in fish swimming. *Science*. 251. 58-68.
- Werner, E. E. 1977. Species packing and niche complementarity in three sunfishes. *Am. Nat. Chicago*. 111. 979. 553-578.
- Wikramanayake, E. D. 1990. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. *Ecology* 71(5):1756-1764
- Willis, S. C., Winemiller, K. O., e Lopez-Fernandez, H. 2005. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia*. 142(2): 284-295.
- Winemiller K. O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecol Monogr*. 61: 343–365
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of teleost fish*. Chapman e Hall, London