



**Universidade Federal do Oeste do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Tecnológica
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas
Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos**

BRUNA DE JESUS LEÃO

**ASPECTOS ALIMENTARES, REPRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE TRÊS
ESPÉCIES DO GÊNERO (*Hemiodus* Müller, 1842) EM UM LAGO DE INUNDAÇÃO -
PARÁ**

**Santarém, Pará
2019**

BRUNA DE JESUS LEÃO

**ASPECTOS ALIMENTARES, REPRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE
TRÊS ESPÉCIES DO GÊNERO (*Hemiodus* Müller, 1842) EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO - PARÁ**

ORIENTADORA: Dra. ANDRÉA PONTES VIANA

CO-ORIENTADOR: Dr. FRANK RAYNNER VASCONCELOS RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém, Pará


2019

BRUNA DE JESUS LEÃO

**ASPECTOS ALIMENTARES, REPRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE
TRÊS ESPÉCIES DO GÊNERO (*Hemiodus* Müller, 1842) EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO - PARÁ**

Dissertação final apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará. Apreciado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Data da aprovação: 07 de julho de 2019.



Dra. FRABRIZIA SAYURI OTANI, UFOPA
Universidade Federal do Oeste do Pará



Dr. LUIS GUSTAVO DE CASTRO CANANI, UFOPA
Universidade Federal do Oeste do Pará



Dr. DIEGO MAIA ZACARDI, UFOPA
Universidade Federal do Oeste do Pará

**Santarém, Pará
2019**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

- L687a Leão, Bruna de Jesus
Aspectos alimentares, reprodutivos e nutricionais de três espécies do gênero (*Hemiodus* Müller, 1842) em um lago de inundação - Pará./ Bruna de Jesus Leão. –
Santarém, 2019.
120 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Orientadora: Andréa Pontes Viana
Coorientador: Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos.
1. Amazônia. 2. Bromotologia. 3. Ecologia trófica. I. Viana, Andréa Pontes, *orient.* II. Ribeiro, Frank Raynner Vasconcelos, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 577.7098115

Bibliotecária - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

Sinopse:

Estudou-se a ecologia alimentar, sobreposição de nicho e os aspectos reprodutivos e nutritivos de três espécies detritívoras em um lago de inundação no Baixo Tapajós.

Palavras-chave: Bromatologia, Ecologia trófica, Período de reprodução, Planície de inundação.

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe Leila Leão, que sempre foi meu apoio para continuar lutando e alcançar meus objetivos. As minhas filhas: Maria Clara e Isabella, tudo faço é por vocês. Ao meu esposo Felipe Ávila: meu suporte nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a minha grande FAMÍLIA!

A minha mãe Leila que é base de tudo, que esteve comigo em todos os momentos, mesmo de longe. Com certeza tens uma fã, agradeço muito por todo amor que tens a família que construí. És uma vó maravilhosa, amamo-te infinitamente.

As minhas tias, tios, primos, primas, irmãos, cunhada, sogro, sogra pelo apoio e ajuda sempre. Ao meu amado marido Felipe pelos conselhos, paciência, alegria, amor e infinitas situações da vida.

As minhas filhas Maria Clara e Isabella que passaram tudo isso juntinho de mim, algumas vezes até escrevendo palavras pelo meio da dissertação, obrigada meus amores, pois mesmo não entendendo é nada continuaram para que a mamãe pudesse sentar e escrever, mamãe ama. Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos (PPG-RACAM) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pela oportunidade de viver essa experiência e por toda infraestrutura concedida, e a todos os docentes e colegas do RACAM juntos aprendemos bastante.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A prof. Dra. Andréa Viana por ter aceitado o desafio de me orientar, você foi e continua sendo uma orientadora excelente, e com certeza ainda faremos muitas parcerias.

Ao Prof. Dr. Frank Raynner pela co-orientação, pelos conselhos e por todo suporte durante o desenvolvimento desse trabalho.

As colegas da coleção (Prof. André, Marcos, Hugo, Jordson, Alberto, Thais, Grazy) pelo auxílio e companhia, principalmente no primeiro ano de coleta.

As colegas do LTPAO (Jorge, Ianys, Felipe, Luis Felipe, William, Layse, Gizelly) pela ajuda nas coletas e processamento das amostras, pela companhia e muitas risadas.

Ao laboratório de bromatologia da UFAM por ter aceitado em terminar de fazer as amostras.

Aos *Hemiodus* a quem tenho meu profundo respeito.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

E a todos que participaram de alguma maneira para que esse trabalho fosse realizado, meu muito OBRIGADA!

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a ecologia trófica das espécies *Hemiodus unimaculatus*, *Hemiodus argenteus* e *Hemiodus gracilis*, através da determinação do conteúdo alimentar e avaliação bromatológica, além do período reprodutivo do *H. argenteus* e *H. gracilis* de acordo com as variações sazonais em um lago de inundação localizado no Baixo Tapajós, Pará, Brasil. Foram realizadas amostragens no período de outubro de 2016 a junho de 2018, totalizando 21 meses de coleta. Para a análise das dietas foram verificados a Frequência de Ocorrência (FO%) e o Volume Relativo (V%) combinados no cálculo do Índice Alimentar (%IAi). A intensidade na alimentação foi representada pelo Índice de Repleção (IR). A amplitude do nicho trófico foi calculada utilizando a medida de Levins e a sobreposição da dieta através do Índice de Pianka. A estratégia alimentar foi definida através do método gráfico de Costello. O mapa de calor foi utilizado para entender as mudanças na estrutura trófica e os padrões na variação sazonal das espécies estudadas. Os aspectos reprodutivos foram avaliados através do RGS, peso-comprimento e do fator de condição gonadal, estes foram combinados com as análises bromatológicas para verificar possíveis relações entre os parâmetros. As três espécies consumiram um número diversificado de itens alimentares, compostos por Fitoplâncton, microscrustáceos, ovos de insetos e larvas de Chironomidae, e que são encontrados principalmente aderidos as raízes de macrófitas e detrito. O *H. gracilis* apresentou a dieta mais heterogênea, e teve maior amplitude de nicho, quando comparada às outras duas espécies; entretanto os itens alimentares foram consumidos em pequenas quantidades e por isso apresenta nicho mais estreito. A sobreposição das dietas foi alta em todos os períodos analisados. O gráfico de Costello mostrou que as espécies são generalistas dentro da categoria trófica detritívora. O mapa de calor mostrou a formação dos grupos das espécies e dos itens alimentares, e como a sobreposição das dietas se ajusta de acordo com a variação sazonal. Quanto os aspectos reprodutivos para *Hemiodus gracilis* e o *Hemiodus argenteus*, ocorreu um predomínio de fêmeas em relação aos machos (2,5:1 e 1,7:1, respectivamente). A relação peso-comprimento indicou alometria negativa para *H. gracilis* para sexo junto, fêmeas e machos e alometria positiva em *H. argenteus* para sexo agrupado e fêmeas, e negativa para os machos. A análise do período reprodutivo de *H. gracilis* e *H. argenteus* mostrou que as espécies utilizam o ambiente principalmente como área de crescimento e desenvolvimento. As análises bromatológicas para *H. argenteus* não apresentou correlação forte com os parâmetros reprodutivos, já para *H. gracilis* teve forte relação com a reprodução. A composição bromatológica para o *H. argenteus* através análise de umidade apresentou média de 79,0 ±2,5, cinzas de 5,0% ±0,3, proteína de 16,7% ±3,0 e lipídeos 4,7% ±1,4. Em *H. gracilis* as médias de umidade 77,9% ±3,1, cinzas de 4,5% ±0,6, proteína de 17,4% ±2,5 e lipídeos de 3,7% ±0,4.

Palavras-chave: Amazônia. Bromatologia. Ecologia trófica. Planície de inundação.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the trophic ecology of *Hemiodus unimaculatus*, *Hemiodus argenteus* and *Hemiodus gracilis*, through the determination of food content and bromatological evaluation beyond the reproductive period of the *H. argenteus* e *H. gracilis* according to seasonal variations in a floodplain lake located in Lower Tapajós, Pará, Brazil. Samples were taken from October 2016 to June 2018, totaling 21 months of collection. For the analysis of the diets the frequency of occurrence (FO%) and Relative Volume (V%) of food items combined in the calculation of the Food Index (%IAi), were verified. Feed intensity was represented by the Repletion Index (IR). The amplitude of the trophic niche was calculated using the Levins measure and the diet overlap the Pianka Index. The food strategy was defined using the Costello graphical method. The heat map was used to understand the changes in the trophic structure and the patterns in the seasonal variation of the species studied. The reproductive aspects were evaluated through RGS, weight-length and gonadal condition factor, these were combined with the bromatological analyzes to verify possible relationships between the parameters. The three species consumed a diverse number of food items, composed of microalgae, microcrustaceans, insect eggs and larvae of Chironomidae and which are found mainly adhered to the roots of macrophytes and detritus. The *H. gracilis* was the one that presented the most heterogeneous diet, this species had greater amplitude of niche, when compared to the other two species; however, the food items were consumed in small quantities and therefore the niche amplitude showed a result whit the narrow niche. The overlap of the diets was high in all periods analyzed. Costello's graph showed that species are generalists within the trophic category of detritus. The heat map showed the formation of the groups of the species and the food items, and how the overlap of the diets adjusts according to the seasonal variation. Quando aos aspectos reprodutivos para *Hemiodus gracilis* and *Hemiodus argenteus*, females predominated in relation to males (2.5:1 and 1.7:1 respectively). The weight-length relation indicated negative allometry for *H. gracilis* for sex together, females and males and positive allometry for *H. argenteus* for clustered sex and females, and negative for males. The analysis of the reproductive period of *H. gracilis* and *H. argenteus* showed that the species used the environment mainly as an growth and development area, highlighting the months from November to April for *H. gracilis* and September to December for *H. argenteus* with mature gonads, indicating the reproductive period of the species. The bromatological analyzes for *H. argenteus* did not present a strong correlation with the reproductive parameters, whereas for *H. gracilis* it had a strong relation with the reproduction. The composition bromatological for *H. argenteus* the moisture analysis presented a mean of 79.0 ± 2.5 , ashes of $5.0\% \pm 0.3$, protein of $16.7\% \pm 3.0$ and lipids $4.7\% \pm 1.4$. In *H. gracilis* the humidity averages $77.9\% \pm 3.1$, ashes of $4.5\% \pm 0.6$, protein of $17.4\% \pm 2.5$ and lipids of $3.7\% \pm 0.4$.

Keywords: Amazon. Bromatology. Trophic Ecology. Flood Plain.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Importância da Análise Bromatológica em estudos de dieta	20
1.2 Caracterização do gênero <i>Hemiodus</i> Müller, 1842	22
2 OBJETIVOS	25
OBJETIVO GERAL	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Área de estudo	26
3.2 Coleta e processamento das amostras	27
3.3 Análise dos dados	28
Capítulo 01. Leão, B. J. Ecologia alimentar e sobreposição da dieta para três espécies do gênero <i>Hemiodus</i> em um lago de planície de inundação no baixo Amazonas-Pará-Brasil. Manuscrito em preparação para revista	
1 INTRODUÇÃO	33
2 MATERIAIS E MÉTODOS	35
2.1 Área de estudo	36
2.1.1 Coleta e processamento das amostras	37
2.1.2 Análises de dados.....	38
3 RESULTADOS	41
3.1 Uso do ambiente e intensidade alimentar	41
3.2 Composição da dieta	42
3.3 Estratégia alimentar	46
3.4 Sobreposição alimentar e amplitude do nicho	52
4 DISCUSSÃO	60
REFERÊNCIAS	62
Capítulo 02. Leão, B. J. Aspectos reprodutivos e nutricionais das espécies <i>Hemiodus gracilis</i> e <i>Hemiodus argenteus</i> capturados em um lago de planície de inundação, no rio Tapajós, Santarém-Pará	
1 INTRODUÇÃO	67
2 MATERIAIS E MÉTODOS	70
2.1 Área de estudo	70
2.2 Coleta e processamento das amostras	71
2.3 Análises de dados	73

3 RESULTADO	74
4 DISCUSSÃO.....	83
REFERÊNCIAS.....	87
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS	99

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1. Sistema rio-planície de inundação.....	16
Figura 2. (A) Corpo fusiforme e alongado de <i>Hemiodus unimaculatus</i> ; (B) Vista lateral dos tipos de boca.....	20
Figura 3. (A) <i>Hemiodus unimaculatus</i> ; (B) <i>Hemiodus gracilis</i> ; (C) <i>Hemiodus argenteus</i>	21
Figura 4. Área de estudo: planície de inundação do Lago do Juá.....	24
Figura 5. Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996): Estratégia alimentar (especialista-generalista), a importância das presas (dominante-rara) e a contribuição para a largura do nicho (CFE= componente fenotípico interindividual e CFI= componente fenotípico intraindividual).....	28

CAPÍTULO 01

Figura 1. Dados pluviométricos do nível do rio estimados no município de Santarém entre janeiro de 2016 e dezembro de 2018. Fonte ANA 2018.....	37
Figura 2. Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996): Estratégia alimentar (especialista-generalista), a importância das presas (dominante-rara) e a contribuição para a largura do nicho (CFE= componente fenotípico interindividual e CFI= componente fenotípico intraindividual) modificado.....	38
Figura 3. Índice de Repleção Estomacal para a <i>Hemiodus unimaculatus</i> , <i>H. argenteus</i> e <i>H. gracilis</i>	40
Figura 4. Estratégia alimentar das espécies <i>Hemiodus unimaculatus</i> , <i>Hemiodus argenteus</i> , <i>Hemiodus gracilis</i> que foram capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen <i>et al.</i> (1996)).....	46

Figura 5. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para <i>Hemiodus unimaculatus</i> capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen <i>et al.</i> (1996)).....	47
Figura 6. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para <i>Hemiodus argenteus</i> capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen <i>et al.</i> (1996)).....	49
Figura 7. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para <i>Hemiodus gracilis</i> capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen <i>et al.</i> (1996)).....	51
Figura 8. Amplitude de nicho trófico de Levins referente aos períodos de enchente, cheia, vazante e seca para as espécies de <i>Hemiodus</i> capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil.....	52
Figura 9. Análise de Bray-curtis referente aos períodos de E = enchente, C = cheia, V = vazante e S = seca para as espécies de Hem.gra = <i>H. gracilis</i> , Hem.uni = <i>H. unimaculatus</i> e Hem.arg = <i>H. argenteus</i> capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil. Fit.Bam= <i>Bambusina</i> sp.; Mic.Aca= Acarina; Fit.Act= <i>Actinella</i> sp.; Fit.Fru= <i>Frustulia</i> sp.; Mic.Chy= <i>Chydorus</i> sp.; Ins.Lar= Larva de Chironimidae; Veg.Raiz= Raiz de macrófita; Fit.Eun= <i>Eunotia</i> sp.; Mic.Dia= <i>Diaphanosoma</i> sp.; Fit.Fra= <i>Fragilaria</i> sp.; Ins.Ovo= Ovo de inseto; Fit.Spi= <i>Spirogyra</i> sp.; Fit.Aul= <i>Aulacoseira</i> sp.; Fit.Osc= <i>Oscillatoria</i> sp.; Fit.Clos= <i>Closterium</i> sp.; Fit.Cos= <i>Cosmarium</i> sp.; Fit.Des= <i>Desmidium</i> sp.....	55

CAPÍTULO 02

Figura 1. Localização da área de estudo: Lago do Juá.....	69
Figura 2. Fator de condição gonadal de <i>Hemiodus gracilis</i> e <i>Hemiodus argenteus</i> capturados no período de outubro de 2016 a junho de 2018.....	75
Figura 3. Classificação bimensal dos estágios reprodutivos e da Relação Gonadosomático (RGS) para espécies <i>H. gracilis</i> e <i>H. argenteus</i> capturados no lago do Juá entre os anos de	

2016 a 2018. Classificação das gônadas: A– Imaturo; B– em desenvolvimento/repouso; C– Maduro.....	76
Figura 4. Gráficos mostrando as correlações existentes entre proteínas, lipídios, cinzas, umidade, RGS e IR para a espécie <i>H. argenteus</i> capturada entre os meses de agosto de 2017 e abril de 2018.....	80
Figura 5. Gráficos mostrando as correlações existentes entre proteínas, lipídios, cinzas, umidade, RGS e IR para a espécie <i>H. gracilis</i> capturada entre os meses de agosto de 2017 e abril de 2018.....	81

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 01

- Tabela 1. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus unimaculatus* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca, n.i = não identificado..... 42
- Tabela 2. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus argenteus* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca.....43
- Tabela 3. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus gracilis* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca.....45
- Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. unimaculatus* capturados entre outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão as correlações $r = >0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.....48
- Tabela 5. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. argenteus* capturados entre outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão as correlações $r = > 0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.....49
- Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. gracilis* capturados entre outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão as correlações $r = > 0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.....51
- Tabela 7. Resultado da análise de sobreposição alimentar com índice de Pianka. Valores iguais ou maiores de 0.60 são considerados como alta sobreposição (negrito).....53

CAPÍTULO 02

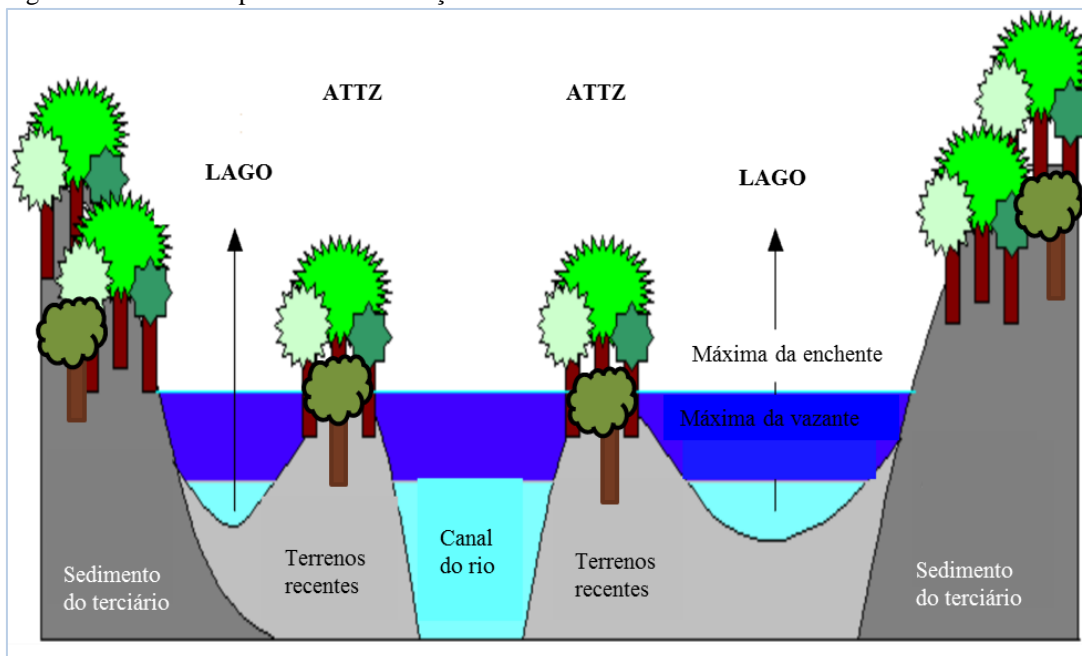
- Tabela 1. Amplitude na variação de comprimento (cm) e peso (g) de *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturados no período de outubro 2016 a junho de 2018, no Lago Juá, Santarém, Pará, Brasil.....74
- Tabela 2. Variação mensal de *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturados em outubro de 2016 a junho de 2018. NF= número de fêmeas, NM= número de machos. Em vermelho os valores X^2 com $p < 0,05$75
- Tabela 3. Proporções médias dos parâmetros da análise bromatológica para *H. gracilis* e *H. argenteus* capturadas no Lago do Juá durante os anos de setembro de 2017 a junho de 2018.....78
- Tabela 4. Análise de correlação de Pearson entre os parâmetros bromatológico estudados em *H. argenteus*, relação gonadosomático (RGS), índice de repleção (IR) e fator de condição (K). Em negrito estão as correlações $r = > 0,50$, em preto as positivas e em vermelho as negativas.....79
- Tabela 5. Análise de correlação de Pearson entre os parâmetros bromatológico estudados em *H. gracilis*, relação gonadosomático (RGS), índice de repleção (IR) e fator de condição (K). Em negrito estão as correlações $r = > 0,50$, em preto as positivas e em vermelho as negativas.....80

1 INTRODUÇÃO

A bacia amazônica é a maior bacia de drenagem do mundo e ocupa uma área de aproximadamente 6.869.000 km² desde as nascentes nos Andes até a sua foz no oceano Atlântico (Neill *et al.*, 2006). Ela é formada por diversos corpos d'água com diferentes dimensões e composta por rios e lagos que constituem uma das redes hídricas mais densas do mundo (Junk, 1983 e 2011). Associadas aos grandes rios da Amazônia estão as planícies inundáveis, que apresentam como principais características as florestas alagáveis, os lagos e os bancos flutuantes de plantas herbáceas (Goulding 1989; Junk *et al.*, 2011).

As planícies de inundação são compostas por habitats lóticos e lênticos permanentes, bem como áreas que são periodicamente expostas ao avanço e ao recuo das inundações. Essas áreas, definidas como áreas periodicamente alagadas e secas, são chamadas de zona de transição aquática e terrestre (ZTAT) (Junk *et al.*, 1989). Os lagos fazem parte da planície de inundação e são caracterizados por serem ambientes essenciais para a sustentabilidade dos recursos pesqueiros da Amazônia, pois se comportam como um grande sistema físico aberto, recebendo e transferindo energia simultaneamente (Figura 1) (França *et al.*, 2005).

Figura 1- Sistema rio-planície de inundação.



Fonte: Adaptado de (Sioli, 1864).

Esses ecossistemas são de extrema importância para o desenvolvimento em pelo menos uma parte do ciclo de vida dos peixes, os quais apresentam uma rica e heterogênea oferta de alimento, de acordo com o período climático, determinando, desta forma, a

estratégia de desenvolvimento do animal (Junk, 1997). O rio Tapajós, entre os tributários com maior relevância do rio Amazonas, é o que apresenta a menor área de inundação, cerca de 550 km², contudo em seu entorno existem poucos lagos de planícies inundadas (RADAM 1976; Sippel *et al.*, 1992). No entanto, este rio apresenta uma dinâmica de oscilações do nível das águas similar ao rio Amazonas, com períodos de cheia e seca marcados temporalmente.

Nos rios neotropicais os estudos relacionados à atividade alimentar, armazenamento de energia e reprodução dos peixes, mostram que eles são dependentes das oscilações hidrométricas, onde se tem períodos bem marcados de cheia e seca. Assim, na enchente e cheia, as áreas alagadas são utilizadas como locais de abrigo e alimentação para larvas, juvenis e peixes adultos (Leite *et al.*, 2006; Pinheiro *et al.*, 2016). Nesta época, o alimento é oriundo, principalmente, de origem alóctone, proveniente das matas que se tornam acessíveis e abundantes. Os peixes aproveitam a oferta de alimentos para crescer e acumular energia em forma de gordura (Goulding, 1980, Junk, 1985; Lowe-McConnell, 1987). Na vazante, muitas espécies de peixes migram para o canal principal do rio, enquanto outras permanecem nos lagos (Saint-Paul *et al.*, 2000; Granado-Lorencio *et al.*, 2005; Sousa e Freitas, 2008), durante esse período a alimentação dos peixes fica escassa, exceto para espécies predadoras (Junk, 1997). Finalmente, na seca, época de águas baixas, a água fica restrita em depressões. Existindo uma restrição alimentar para várias espécies de peixes (Silva *et al.*, 2000; Yamamoto *et al.*, 2004; Beltrão *et al.*, 2017).

Na grande maioria dos peixes teleósteos, ocorre a plasticidade trófica, que é um aspecto especialmente marcante atribuído à ictiofauna dulcícola tropical, no qual, os peixes podem mudar de um alimento para outro, pela preferência de um determinado item alimentar num dado período, ou caso ocorram mudanças na abundância relativa de determinados recursos alimentares (Silva, 2016). Esta flexibilidade trófica é inerente às variações espaciais, temporais, ontogenéticas, individuais e comportamentais (Abelha *et al.*, 2001).

O conhecimento sobre o hábito alimentar em peixes é muito importante no delineamento da estrutura trófica do ecossistema, assim como do nível trófico que a espécie ocupa (Fugi e Hahn, 1991). Com isso, estudos de alimentação de peixes baseados na análise do conteúdo estomacal fornecem o conhecimento das relações existentes entre as diferentes espécies (Hynes, 1970). O conhecimento sobre produção pesqueira, dinâmica de comunidades e o papel ecológico de populações de peixes é oriundo de estudos de dietas baseados na análise do conteúdo estomacal (Almeida *et al.*, 1993). E quando os estudos relacionam as

variações hidrológicas, estes poderão explicar mudanças qualitativas e quantitativas encontradas ao longo do ano na dieta de diferentes espécies (Esteves e Aranha, 1999).

1.2 Importância da Análise Bromatológica em estudos de dieta

A composição da dieta dos peixes é uma ferramenta que permite estimar os fluxos de matéria orgânica na teia alimentar, revelar relações tróficas entre consumidores, bem como sua posição trófica na cadeia (Fry, 2006). Os estudos sobre ecologia trófica têm ganhado destaque, pois estão relacionados diretamente à obtenção de energia e contribuem na compreensão dos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (Bonato *et al.*, 2012; Gandini *et al.*, 2012). Juntamente com a composição da dieta se tem a análise bromatológica que mostra as características nutricionais dos peixes. Esta análise também pode ser influenciada por fatores ambientais, além de idade, espécie, sexo e histórico alimentar Grigorakis (2007), sendo que os principais componentes do corpo do peixe são os mesmos de outros animais: água (umidade), lipídeo, proteína e pequena quantidade de carboidratos e minerais (frequentemente designado cinza) (Weatherley e Gill, 1987).

Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 85% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de extrato etéreo e 1 a 2% de minerais (Ogawa e Koike, 1987). Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade e da parte do corpo analisada (Kubtiza, 2000; Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002; Oetterer *et al.*, 2004).

A carne do pescado é constituída em maior proporção por água tendo uma relação inversamente proporcional com a quantidade de gordura do mesmo, esta proporção pode variar de aproximadamente 60 a 85%. Peixes magros apresentam maior quantidade de água cerca de 83% enquanto peixes gordos, em torno de aproximadamente 58% (Ogawa, 1999).

Os carboidratos possuem baixa importância na nutrição de peixes, devido á sua escassez nos ambientes aquáticos (Sargent *et al.*, 2002) e as fontes energéticas principais são as proteínas e os lipídios, sendo este último o mais importante pela sua eficiência energética (Glencross, 2009). Os lipídeos são formadores das membranas celulares, com características de componentes estruturais e funcionais dos tecidos e podem ser determinados principalmente pelos níveis encontrados nos itens alimentares consumidos (Olsen *et al.*, 2004). A

disponibilidade dos lipídios no organismo dos peixes é controlada pelo balanço energético, onde parte é utilizada no metabolismo e crescimento, e parte é acumulada sob forma de glicogênio ou gordura (Meurer *et al.*, 2002).

As proteínas são os principais constituintes orgânicos dos tecidos dos peixes, perfazendo 65 a 75% da matéria seca corporal. Atuam como catalizadores, transportam e alojam outras moléculas, promovem apoio mecânico e proteção ao sistema imunológico, geram movimento, controlam o crescimento e a diferenciação celular (Bicudo, 2008).

Os minerais em pequenas quantidades são necessários para a manutenção do metabolismo e funcionamento adequado das células. Além do componente estrutural, exercem função específica no organismo incluindo ação hormonal e atuam como co-fator enzimático (Cunha e Cunha, 1998). A dieta dos peixes pode ser influenciada principalmente pela deposição de gordura corporal Grigorakis (2007), sendo que a composição dos ácidos graxos de peixes selvagens de água doce é influenciada pelo padrão de lipídeos do seu alimento natural (Lie, 2001; Grigorakis, 2007).

O estudo da composição química dos peixes fornece subsídios básicos às áreas de nutrição e tecnologia, auxiliando no aproveitamento racional do pescado (Macedo-Viegas, 2000). Além disso, este conhecimento também permite avaliar a eficiência da transferência de nutrientes do alimento para o peixe (Shearer, 1994), e a falta de conhecimentos sobre as exigências nutricionais dos peixes tropicais faz com que as dietas disponíveis no mercado, para a maioria das espécies, não sejam balanceadas (Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002). Por exemplo, a inadequada relação entre as concentrações de energia e proteína, na dieta, pode conduzir à diminuição na taxa de crescimento, a piora da conversão alimentar, além de favorecer maior acúmulo de gordura corporal (Lovell, 1998).

O consumo mundial do pescado deverá atingir 21,5kg em 2030, em comparação com 20,3kg alcançados em 2016, sendo que o consumo per capita aumentará em todas as regiões do mundo, com exceção da África (FAO, 2018).

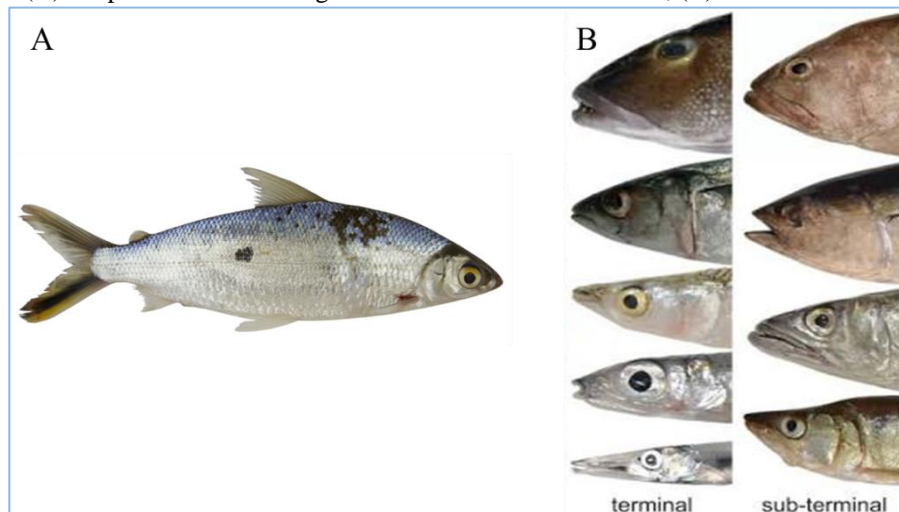
O estudo realizado por Chicrala *et al.* (2013) enfatiza que o conhecimento da composição centesimal do pescado em natura, pode gerar subsídios para melhorar a avaliação do consumo de nutrientes pela população, considerando o significativo valor proteico para a dieta humana.

1.3 Caracterização do gênero *Hemiodus* Müller, 1842

Sabe-se que as diferentes espécies de peixes da região amazônica possuem inúmeras formas de se adaptarem as flutuações dos níveis das águas, principalmente, por habitarem diversos ambientes. Um exemplo são os peixes pertencentes a família neotropical Hemiodontidae que dependem do ciclo de inundação e são encontrados exclusivamente na América do Sul. Eles ocorrem nas drenagens dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná-Paraguai e nos rios da Guiana, Suriname e Guiana Francesa (Langeani-Neto, 1996).

Pertencem a ordem Characiformes e estão distribuídos em cinco gêneros e 33 famílias. Morfologicamente, os hemiodontídeos, possuem corpo fusiforme, boca terminal ou subterminal e fenda bucal arredondada (Figura 2). A característica que o distingue dos outros gêneros é a presença de dentes multicuspidados com uma margem distal convexa alargada e no pré-opérculo uma depressão em ângulo reto na porção ventromediana, onde o hiomandibular é conectado póstero-ventralmente (Langeani-Neto, 1998). Todos os hemiodontídeos são nadadores rápidos com corpos hidrodinâmicos, vivendo em pequenos grupos em lagos assim como nos grandes rios e florestas inundadas (Roberts, 1974).

Figura 2 - (A) Corpo fusiforme e alongado de *Hemiodus unimaculatus*; (B) Vista lateral dos tipos de boca.



Fonte (B): Bemvenuti e Fischer (2010).

Entre as divisões da subfamília Hemiodontinae encontra-se o gênero *Hemiodus*, que é popularmente conhecido como charutinho, jatuarana e flexeira. São animais que habitam ambientes de praia, paranás, lagos e rios de águas claras, brancas e pretas (Goulding *et al.*, 1988; Mérona e Almeida, 2001). Os representantes do gênero *Hemiodus* são de pequeno a médio porte, com comprimento padrão variando de 7 a 30 cm, e que exibem grande variação

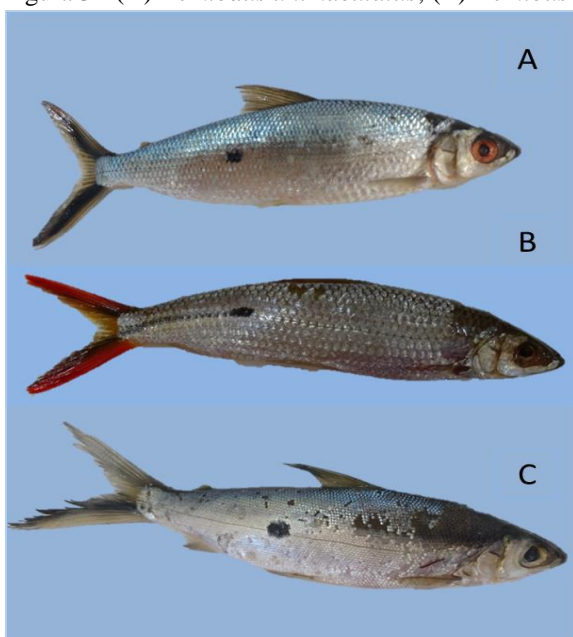
no padrão de coloração, com muitas espécies apresentando uma mancha corpórea redonda médio-lateral, na região posterior da nadadeira dorsal e uma faixa ao longo do lobo inferior da nadadeira caudal (Langeani-Neto, 1999).

Foram três as espécies alvo da pesquisa: *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), que possui de 61-77 escamas perfuradas em sua linha lateral e a existência de uma mácula corpórea arredondada médio lateral (Langeani-Neto, 1996). Coloração do corpo prateada, com as escamas da região ventral maiores do que as que revestem o dorso, os olhos grandes, boca pequena, com a nadadeira caudal apresentando uma faixa escura em formato de “V” com vértice voltado para o pedúnculo caudal (Gery, 1977). Exemplos desta espécie foram depositados na coleção ictiológica da UFOPA (Figura 3A).

Hemiodus gracilis Günther, 1864 é uma espécie de pequeno porte, com 43-49 escamas perfuradas na linha lateral, caracteriza-se pela presença de uma faixa escura longitudinal no lobo caudal inferior (Langeani, 1998, 2009). Sendo bastante apreciadas por aquaristas, por ter uma coloração mais acentuada (Santos *et al.*, 1984). Exemplos desta espécie foram depositados na coleção ictiológica da UFOPA (Figura 3B).

Hemiodus argenteus Pellegrin, 1908 apresenta de 94-123 escamas perfuradas na linha lateral, presença de uma mancha redonda situada na porção médio-lateral (Langeani-Neto, 1996). Coloração das escamas prateada e com tamanhos uniformes, tanto no dorso quanto na região ventral. Exemplos desta espécie foram depositados na coleção ictiológica da UFOPA (Figura 3C).

Figura 3 - (A) *Hemiodus unimaculatus*; (B) *Hemiodus gracilis*; (C) *Hemiodus argenteus*.



Fonte: Leão, B. J (2019)

As espécies de peixes em geral ocorrem em abundância em planícies inundadas por águas claras, e algumas não são reconhecidas como fonte de alimento pela sociedade, como exemplo as espécies pertencentes ao gênero *Hemiodus* que são utilizadas pelas populações locais somente em épocas de vazante. Em alguns locais da região de Santarém o charuto é comercializado como petiscos nos bares e restaurantes localizados nas praias, que recebem um grande número de turistas, evidenciando a importância do consumo de pequenas espécies de peixes. A demanda de mercado sobre a espécie de *Hemiodus* sp. demonstra a influência que o mercado tem sobre as espécies exploradas e mesmo direcionando as capturas para pesca não apenas de peixes de maior tamanho (Hallwass, 2015).

Estudos da ecologia trófica de peixes têm revelado uma considerável versatilidade alimentar para este gênero. Este aspecto é marcante na ictiofauna tropical, especialmente em rios, lagos e planícies inundadas sazonalmente, onde a maioria dos peixes pode mudar de um tipo de alimento para outro, de acordo com as alterações na disponibilidade do recurso (Lowe-McConnell, 1999; Santos e Ferreira, 1999; Abelha *et al.*, 2001) isto é, são capazes de aproveitar os recursos alimentares disponíveis, se comportando como generalistas em função da variedade de itens alimentares (Abelha *et al.*, 2001).

As espécies do gênero *Hemiodus* podem possuir excelentes atributos para serem comercializadas, como por exemplo, alto rendimento de filé e carcaça, e alto valor nutricional. E estudos que comprovem esses atributos são necessários para melhor aproveitamento da espécie.

Dessa forma, mostra-se necessário a determinação da análise bromatológica de espécies do gênero *Hemiodus*, principalmente dos que habitam planícies inundadas por águas claras, e considerando que o alimento dos peixes muda de composição, qualidade e quantidade nas diferentes épocas do ano é necessário que existam informações sobre a composição bromatológica do filé considerando o ciclo anual (enchente, cheia, vazante e seca).

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar a ecologia trófica das espécies *Hemiodus unimaculatus*, *Hemiodus argenteus* e *Hemiodus gracilis*, através da determinação do conteúdo estomacal e avaliar os aspectos reprodutivos assim como bromatológicos para verificar a relação do gasto de energia, tudo de acordo com as variações sazonais em um lago de planície de inundação localizado no Baixo Tapajós, Pará, Brasil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

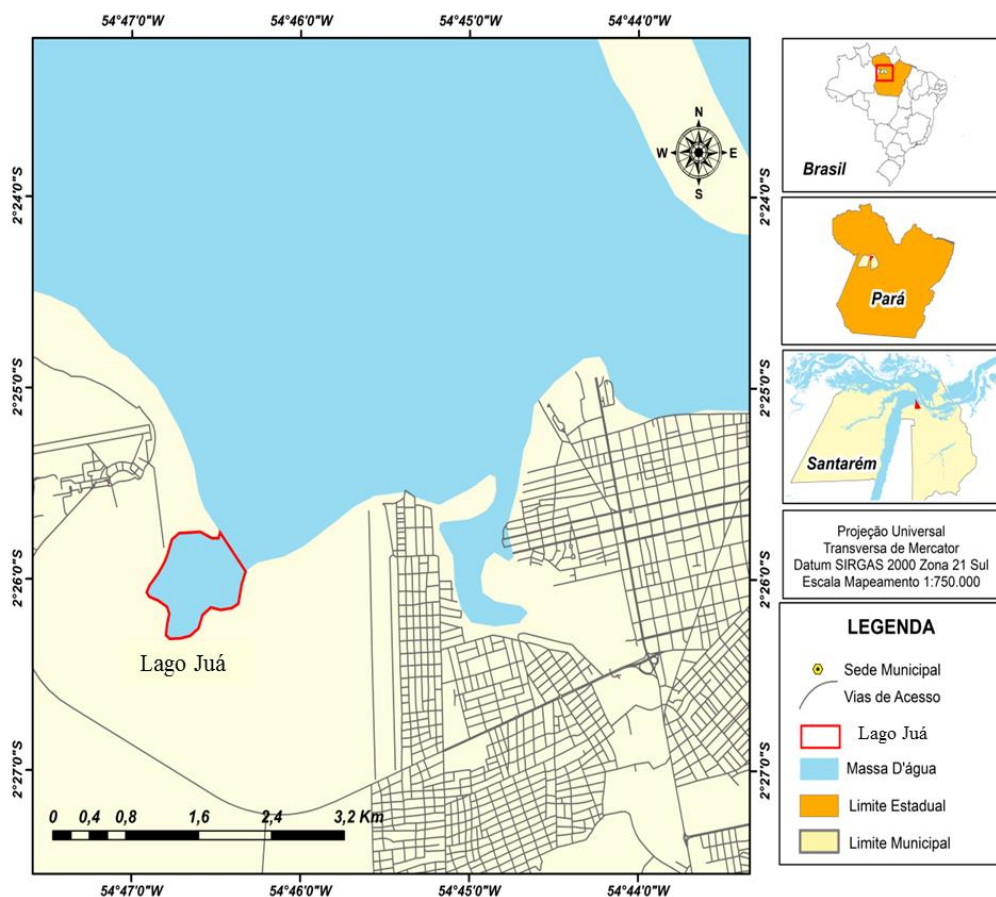
- Estimar os principais recursos alimentares utilizados pelas espécies do gênero *Hemiodus* considerando as variações sazonais;
- Estimar a largura do nicho por espécie e por sazonalidade;
- Avaliar a existência ou não de sobreposição alimentar entre as espécies;
- Avaliar as concentrações de umidade, proteínas totais, lipídeos totais, carboidratos totais e cinzas nas espécies *Hemiodus argenteus* e *Hemiodus gracilis*, considerando as variações sazonais;
- Avaliar o fator de condição dos indivíduos de acordo com o sexo;
- Comparar as concentrações encontradas na bromatologia entre os indivíduos analisados e suas respectivas dietas, considerando a variação sazonal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Lago Juá que está localizado sob as coordenadas S-2°25'55" e W-54°46'36" na região do Baixo Tapajós, na margem direita do rio Tapajós e a cerca de 9Km do centro da cidade de Santarém-PA (Figura 4). Em épocas de cheia, o lago é inundado por este rio, e durante a seca, apresenta-se margeado por uma extensa área de praia de areia branca e por mata ciliar. O lago sofre influência de dois corpos hídricos de menor ordem, assim como pela periodicidade regular das oscilações anuais do ciclo hidrométrico do rio Tapajós e Amazonas e das chuvas locais (Corrêa *et al.*, 2018). Adicionalmente existe um canal de conexão permanente que liga o rio e o lago, o que possibilita o seu abastecimento com água mesmo no período da seca.

Figura 4. Área de estudo: planície de inundação do Lago Juá.



Fonte: Leão, B. J (2019).

O rio Tapajós possui 1.992 km de extensão, drenando uma área de 489.628 km² (Goulding *et al.*, 2003). O Lago Juá está situado no limite com a Área de Proteção Ambiental do Juá localizada na zona de expansão urbana do município de Santarém, Pará, com área de 1.538.502, 82 m², equivalente a 126,3465 há. Nas margens deste ecossistema existem cerca de quinze casas, parte delas habitadas por pescadores artesanais que nasceram e cresceram na comunidade, e que utilizam o lago para o desenvolvimento da atividade pesqueira (Cardoso *et al.*, 2018).

Este ambiente lacustre vem sendo submetido a vários impactos antrópicos, tais como o desmatamento das matas ciliares, queimadas, assoreamento e construção de casas no seu entorno. É também utilizado para atividades de pesca e lazer de banhistas locais e turistas (Abreu, 2015), principalmente, por estar localizado dentro da área urbana da cidade.

O lago está localizado na floresta de terra firme, caracterizada por ecossistemas terrestres mais ricos em diversidade de espécies na biosfera e com a maior produção de biomassa vegetal, a partir de sistemas de reciclagem de nutrientes (Morán, 1990).

3.2 Coleta e processamento dos dados

As coletas ocorreram mensalmente entre os meses de outubro de 2016 a junho de 2018, totalizando 21 meses de coleta, que foram efetuadas com auxílio de uma embarcação com casco de madeira utilizada pela pesca artesanal, conhecida popularmente por “rabeta”. Foi utilizada uma bateria de malhadeiras com malhas variando entre 25 e 120 mm entre nós opostos com 10 m de comprimento cada, amplitude de 1,5 a 2,0 m de altura. As redes foram armadas durante um período de 24 horas no primeiro ano de coleta e no segundo ano durante 12 horas, com despescas a cada 4 horas.

Os peixes capturados foram separados por espécie e posteriormente congelados, e destinados ao Laboratório de Tecnologia de Produto de Origem Animal – IBEF – UFOPA (LTPOA), onde foi realizada a biometria de cada exemplar e mensurados o comprimento total (cm) com uso de uma régua e peso total (g) por meio de uma balança de precisão. Em seguida cada indivíduo teve a cavidade abdominal aberta com bisturi e tesoura cirúrgica, para retirada dos estômagos, que foram fixados em solução de formol a 10% por 48 horas e conservados em álcool 70%, para posterior identificação dos itens alimentares.

Para análise da dieta, o conteúdo de cada estômago foi pesado e despejado em placa de Petri e com auxílio de uma lupa foram identificados os principais itens alimentares. No caso

dos itens classificados como detritos, foi feita uma avaliação minuciosa em microscópio estereoscópio com aumento de até 40x, para avaliar a presença de Fitoplâncton. Para isso foram preparadas duas lâminas para cada estômago, onde cada uma tinha um volume padrão de três gotas de conteúdo. Todos os itens alimentares, quando possível, foram identificados ao menor nível taxonômico (Hyslop 1980, Kawakami e Vazzoler, 1980) e o seus volumes estimados.

Para a análise bromatológica foram escolhidas as duas espécies mais abundantes no período estudado (*Hemiodus argenteus* e *Hemiodus gracilis*) todos adultos, a fim de assegurar que não houvesse grandes variações interespecíficas.

Para cada exemplar foi retirado o filé, sem pele e isentos de espinhas intramusculares. Então foi triturado e pesado em balança de precisão, em seguida armazenado em placa de Petri identificada e refrigerados para posteriores análises bromatológicas.

3.3 Análise dos dados

Os meses de coleta foram divididos de acordo com os quatro períodos de maior e menor pluviosidade no lago Juá (enchente – fevereiro à abril, cheia – maio à junho, vazante – agosto à outubro, e seca – novembro à janeiro).

A fim de caracterizar a dieta alimentar das três espécies foram utilizados os métodos de frequência de ocorrência (Hynes, 1950; Hyslop, 1980) e o volume relativo dos itens alimentares (Soares, 1979):

Frequência de Ocorrência (foi calculada pela fórmula, expresso em porcentagem): $\%FO = ni/NT \cdot 100$; onde %FO: Frequência percentual de ocorrência de determinado item alimentar; ni: quantidade de estômagos com o item i; NT: número total de estômagos com conteúdo alimentar.

Volume Relativo (foi calculado pela fórmula, em porcentagem): $\%V = vi/VT \cdot 100$; onde %V: Porcentagem volumétrica do item amostrado; vi: volume do item *i* amostrado; VT: volume total dos itens amostrados.

Essas duas medidas foram combinadas para o cálculo do Índice Alimentar (IA_i) (Kawakami e Vazzoler, 1980) de cada categoria de alimento. O IA_i determina a importância efetiva do item na alimentação da espécie e contribui para análises de possíveis similaridades e sobreposição alimentar entre duas espécies. O seu cálculo é expresso a seguir: $\%IA_i =$

$F_i.V_i*100/\Sigma(F_i.V_i)$; onde I_{Ai} : Índice alimentar; F_i : frequência de ocorrência (%) do determinado item; V_i : volume (%) do determinado item.

Para avaliar o uso do ambiente como local de alimentação foi estimado a intensidade alimentar representada pelo Índice de Repleção (IR), que faz a relação entre o peso total do conteúdo alimentar (Pest) com o peso total do indivíduo (PT): $IR=Pest/PT$.

Amplitude do Nicho Trófico: para demonstrar o nível relativo de especialização nas dietas em nível de espécie foram calculadas as amplitudes de nicho trófico, segundo o Índice de Levins (Krebs, 1989). Para o cálculo de p_j foram aplicados os valores do volume de cada item alimentar. Sua equação é expressa a seguir: $B= 1/ \Sigma p_j^2$; onde: B: amplitude do nicho trófico; p_j : proporção de cada item alimentar na dieta.

A amplitude do nicho trófico foi calculada utilizando-se a medida de Levins, com o pressuposto de que a amplitude da dieta possa ser estimada pela medida da uniformidade da distribuição dos diversos itens alimentares, e foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $B= 1/\Sigma p_j^2$, onde: B é a amplitude do nicho trófico e P_j é a proporção do item j na dieta total. Os valores da amplitude do nicho variam de 1 a n. A amplitude de nicho classifica as espécies como generalistas ($B_i > 4,5$), intermediárias ($B_i 4,5$ a $2,0$) e especialistas ($B_i < 2,0$) (Yap, 1988).

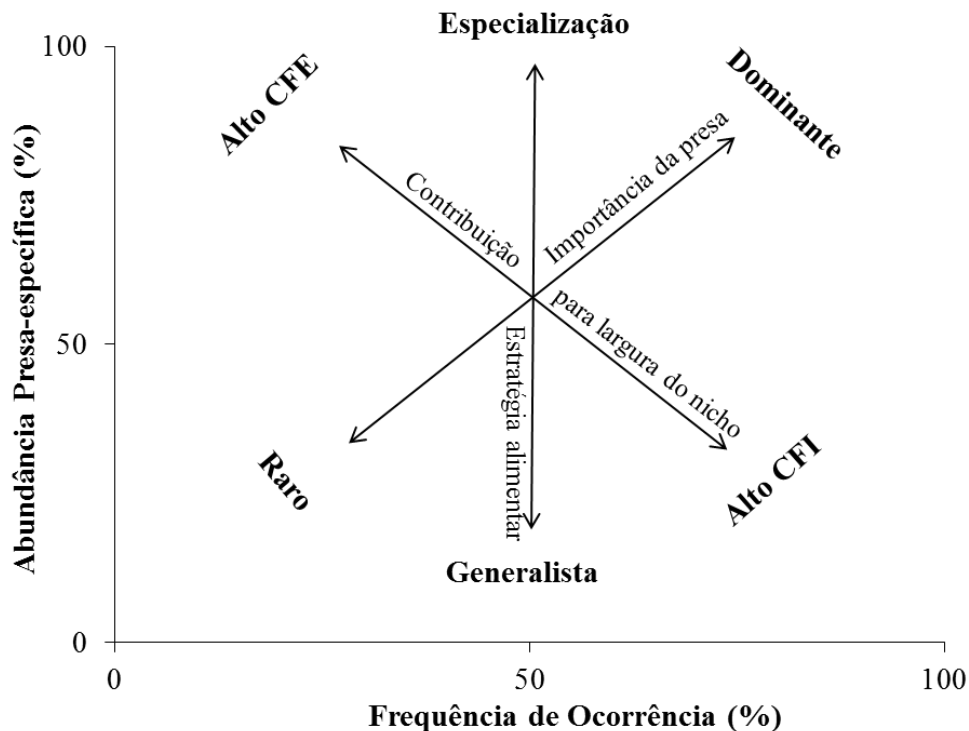
A sobreposição da dieta entre as espécies, foi calculada através do Índice de Pianka, que varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), cuja fórmula é: $O_{jk}=\Sigma P_{ij}*P_{ik}/\sqrt{\Sigma P_{ij}^2*\Sigma P_{ik}^2}$; onde: O_{jk} = medida de sobreposição alimentar de Pianka entre a espécie j e a espécie k; P_{ij} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie j; P_{ik} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k; e n = número total de itens. Os resultados de sobreposição interespecífica foram considerados: alto ($>0,6$), intermediário ($0,4-0,6$) ou baixo ($<0,4$) (Grossman, 1986).

Análise da Estratégia Alimentar: A elaboração de gráficos para a análise do tipo de estratégia alimentar (especialista ou generalista) foi proposta inicialmente por Costello (1990), com base na importância da presa consumida (rara ou dominante). Posteriormente, Amundsen *et al.*, (1996) fizeram modificações visando uma análise mais detalhada da estratégia alimentar e dos componentes individuais de amplitude de nicho trófico, considerando as variações fenotípicas interindividuais (CFEs) e intraindividuais (CFIs) (Figura 5). O gráfico apresenta uma estrutura bidimensional, com dois parâmetros: a abundância específica da presa (%AE) e a frequência de ocorrência (%FO). Para o cálculo da abundância específica da presa considera-se a porcentagem com que a presa ocorre em relação ao total dos estômagos

que contenham a presa. No presente estudo, foram utilizados os valores de volume dos itens para o cálculo de abundância específica através da seguinte fórmula: $AE = si/STi \cdot 100$; onde: AE: Abundância Específica da presa; si: volume da presa *i* no conteúdo estomacal; STi: volume total de alimentos dos predadores com a presa *i* no estômago.

As análises gráficas das estratégias alimentares das três espécies de *Hemiodus* foram comparadas com o gráfico proposto por Amundsen *et al.* (1996), onde os eixos representam a estratégia alimentar, a importância das presas e a contribuição da alimentação dos indivíduos para o nicho ecológico.

Figura 5. Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen *et al.* (1996): Estratégia alimentar (especialista-generalista), a importância das presas (dominante-rara) e a contribuição para a largura do nicho (CFE= componente fenotípico interindividual e CFI= componente fenotípico intraindividual).



Fonte: Amundsen *et al.* (1996)

Foi estimado a proporção de machos e fêmeas em relação aos meses estudados através do teste de χ^2 considerando a proporção de 1 macho para 1 fêmea (Zar, 2010).

A relação peso-comprimento foi calculada, para machos, fêmeas e sexos agrupados, ajustando a equação $W = aL^b$, onde: W= peso total (g); L= comprimento total (cm); a= é o coeficiente da relação aritmética peso-comprimento; b= é o parâmetro exponencial da forma aritmética da relação peso-comprimento (Froese, 2006). Após esta a análise, foi possível classificar o crescimento em: $b < 3$, alométrico negativo, quando a variável dependente (Y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (X); $b > 3$, alométrico positivo, a

variável independente (Y) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente (X) e $b = 3$, quando as partes morfométricas (X e Y) crescem de maneira uniforme (Froese, 2006).

A partir da relação peso total/comprimento total, definiu-se o fator de condição (K), pelo método alométrico, para cada indivíduo. Calculou-se K conforme a expressão: $K = W/L^b$, onde b é o coeficiente da relação peso total/comprimento total.

Para determinar a época de reprodução foi calculada a relação gônadosomática (RGS), bimensalmente, considerando as fêmeas em estádios de maturação "B" "C" e "D" a fim de expressar a porcentagem que as gônadas representam do peso corporal, como indicador das variações do desenvolvimento gonadal ao longo do ciclo anual (Vazzoler, 1996; Brown-Peterson *et al.*, 2011). Foi determinada pela relação entre o peso da gônada (Pg) e o peso do corpo (Pc) através da expressão: $IGS_2 = Pg/Pc * 100$, o peso do corpo é determinado pela diferença entre o peso total (Pt) e o peso da gônada, através de $(Pc = Pt - Pg)$. Adicionalmente, o ambiente foi classificado quanto o seu uso em diferentes épocas do ano em: uso para reprodução (gônadas C e D) e crescimento (A), repouso e/ou desenvolvimento (B).

As análises bromatológicas seguiram as metodologias recomendadas pela (Association of Official Analytical Chemists – AOAC, 2005).

Para cada análise as amostras foram feitas em triplicata, estas foram homogeneizadas e acondicionadas em placas de pétri antes da realização das determinações químicas descritas a seguir:

Umidade

Foi utilizada a amostra total de cada indivíduo para determinação do teor de umidade presente nas amostras, à perda de água foi realizada por estufa de circulação de ar a $105 \pm 5^\circ\text{C}$. As amostras permaneceram na estufa até obter peso constante, e o teor de umidade então obtido por diferença de peso, determinado através da metodologia descrita na (AOAC, 2005). Após secagem, o extrato seco foi finalmente moído em cadinho de porcelana para posteriores análises químicas.

Proteína bruta (PB)

Foi utilizado 1g da amostra seca e moída para calcular a quantidade de proteína presente nas amostras que foram determinadas através do nitrogênio total, pelo método de Micro-Kjeldahl. O processo de determinação de protídios é feita normalmente em três etapas; **digestão**: a matéria orgânica existente na amostra e decomposta com ácido sulfúrico e um catalisador, onde o nitrogênio é transformado em sal amoniacal; **destilação**: a amônia é

liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido e recebida numa solução ácida de volume e concentração conhecidos; **titulação**: determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com ácido clorídrico 0,01N. As concentrações de proteína bruta das amostras foram obtidas multiplicando-se os valores de nitrogênio total pelo fator de conversão desses valores em proteína bruta (x 6,25), expressos em base seca. A proteína bruta seguiu a metodologia descrita na (AOAC, 2005).

Lipídeos Totais (LT)

Para a determinação do teor de lipídeo total, foi usado o método de extração a frio (Folch *et al.*, 1957) optou por esse método devido as amostras conterem uma grande proporção de proteína e umidade.

Foi pesado 2g da amostra para obtenção dos lipídeos que foram extraídos basicamente com clorofórmio e metanol, o resíduo adquirido é chamado de extrato alcoólico, a evaporação do álcool foi realizada em estufa a $50\pm 5^{\circ}\text{C}$, por aproximadamente 3 horas.

Cinza

A fração cinza compreende o resíduo mineral fixo que não é destruído pela queima da amostra analisada. Para concentrações de cinza total foi pesado 1g de cada amostra que foram incineradas em mufla a 550°C , até obtenção de peso constante, cerca de 3 horas, seguindo as (AOAC, 2005).

As diferenças entre as dietas das espécies foram testadas através de ANOSIM. As diferenças de IR para entre as espécies e o período sazonal foram testadas através do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, devido às premissas básicas de normalidade e homogeneidade não satisfazerem a utilização de teste paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Em caso de diferenças significativas ($p\text{-valor} < 0,05$), comparações a posteriori foram testadas através da análise de comparações múltiplas (Siegel e Castellan, 1988).

Os resultados das análises bromatológicas foram testados através da análise de variância (ANOVA), com teste “F” a 5% de probabilidade. As médias da composição bromatológica dos peixes, durante o período sazonal foram comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) (Zar, 1996). E posteriormente realizada análise de regressão e correlação de Pearson para verificar possível correlação entre as variáveis, peso corporal (independente) com umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos (dependente).

Para as análises, foi utilizado o programa BioEstat 5.5 for Windows.

CAPÍTULO 01

ECOLOGIA ALIMENTAR E SOBREPOSIÇÃO DA DIETA PARA TRÊS ESPÉCIES DO GÊNERO *Hemiodus* EM UM LAGO DE INUNDAÇÃO NO BAIXO AMAZONAS-PARÁ-BRASIL

Manuscrito em preparação para revista “*Journal of Fish Biology*”.

Tendo em vista a importância do papel ecológico das espécies de peixe em lagos de planície de inundação, o presente estudo teve por objetivo avaliar a dieta através da determinação da composição alimentar, a largura do nicho e a sobreposição da dieta entre três espécies do gênero *Hemiodus* em um lago de planície inundável, considerando o ciclo hidrológico de inundação. Para composição da dieta foram utilizados os índices de Frequência de Ocorrência (FO%) e o Volume Relativo (V%) dos itens alimentares, combinados no cálculo do Índice Alimentar (%IAi). A intensidade na alimentação foi representada pelo Índice de Repleção (IR). A amplitude do nicho trófico foi calculada utilizando a medida de Levins e a sobreposição da dieta foi estimada através do Índice de Pianka. A estratégia alimentar foi definida através do método gráfico de Costello. O mapa de calor foi utilizado para entender as mudanças na estrutura trófica e os padrões na variação sazonal das espécies estudadas. Foram capturados um total de 400 indivíduos, onde 184 foram de *H. gracilis*, 132 *H. argenteus*, e 84 *H. unimaculatus*. A proporção de indivíduos se alimentando para *H. unimaculatus* foi de 73,81%, para *H. argenteus* foi de 92,62% e para *H. gracilis* de 93,63%. O *H. unimaculatus* apresentou IR médio de $3,38 \pm 1,76$, o *H. argenteus* teve IR médio foi de $2,36 \pm 1,32$ e *H. gracilis* apresentou IR médio de $4,94 \pm 2,30$. Os valores do índice de importância alimentar (IAi) indicou que os alimentos de maior importância na dieta das três espécies durante os quatro períodos amostrados foram as raízes de macrófitas, contudo, o consumo deste item, assim como os detritos, está associado ao forrageamento para captura de pequenos organismos para completar as necessidades nutricionais. *H. gracilis* foi que apresentou a dieta mais heterogênea, essa espécie teve maior amplitude de nicho, quando comparada às outras duas espécies; entretanto os itens alimentares foram consumidos em menores proporções. A sobreposição das dietas foi alta em todos os períodos analisados. As espécies apresentaram estratégia alimentar generalistas dentro da categoria trófica detritívora. O mapa de calor mostrou a formação de dois grandes grupos formados pelas espécies e dois grupos principais dos itens alimentares mais consumidos, e como as sobreposições das dietas se ajustam de acordo com a variação sazonal. Com base nos resultados pode-se verificar a importância da planície de inundação do lago Juá para alimentação e sobrevivência das espécies de baixo nível trófico.

Palavras-chaves: Alimentação, Detritívora, Planície inundável, Rio Tapajós

Considering the importance of the ecological role of fish species in floodplain lakes, the present study had as objective to evaluate the diet through the determination of the food composition, the width of the niche and the overlap of the diet among three species of the genus *Hemiodus* in a floodplain lake, considering the hydrological flooding cycle. For the composition of the diet, the frequency of occurrence (FO%) and Relative Volume (V%) of food items, combined in the calculation of the Food Index (% Iai), were used. Feed intensity

was represented by the Repletion Index (IR). The amplitude of the trophic niche was calculated using the Levins measure and the diet overlap was estimated using the Pianka Index. The food strategy was defined using the Costello graphical method. The heat map was used to understand the changes in the trophic structure and the patterns in the seasonal variation of the species studied. A total of 400 individuals were captured, where 184 were *H. gracilis*, 132 *H. argenteus*, and 84 *H. unimaculatus*. The proportion of individuals feeding on *H. unimaculatus* was 73.81%, for *H. argenteus* it was 92.62% and for *H. gracilis* 93.63%. *H. unimaculatus* had a mean RI of 3.38 ± 1.76 , *H. argenteus* had a mean RI of 2.36 ± 1.32 and *H. gracilis* had a mean RI of 4.94 ± 2.30 . The values of the food importance index (IA_i) indicated that the food of major importance in the diet of the three species during the four sampling periods were the roots of macrophytes, however, the consumption of this item, as well as the debris, is associated with foraging for capture of small organisms to supplement nutritional needs. *H. gracilis* was the one that presented the diet more heterogenia, this species had greater amplitude of niche, when compared to the other two species; however, the food items were consumed in smaller proportions. The overlap of the diets was high in all periods analyzed. The species presented generalist food strategy within the trophic category of detritívora. The heat map showed the formation of two large species formed by the species and two main groups of the most consumed food items, and how the overlaps of the diets adjust according to the seasonal variation. Based on the results, it is possible to verify the importance of the flood plain of Lake Juá for feeding and survival of low trophic level species.

Keywords: Food, Detritivism, Floodplain, River Tapajos.

1 | INTRODUÇÃO

Os peixes que habitam lagos de planícies de inundação podem sofrer influência na estrutura trófica de suas comunidades devido às variações sazonais, morfologia do ambiente aquático, e pela disponibilidade de alimento (Tejerina-Garro *et al.*, 1998, Lowe-McConnell, 1999, Rodriguez & Lewis, 1997). Estas condições são oriundas dos processos de avanço e recuo dos sistemas aquáticos, que conferem características distintas de um período sazonal para o outro (Junk *et al.*, 1989), fazendo com que os organismos que vivem nesse ambiente tenham a necessidade de otimizar os ganhos energéticos na época mais favorável, através da alimentação (Goulding, 1980).

Estudos sobre ecologia trófica têm ganhado destaque, pois estão relacionados diretamente à obtenção de energia e contribuem na compreensão dos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (Bonato *et al.*, 2012, Gandini *et al.*, 2012). As pesquisas que utilizam análise de conteúdos estomacais fornecem uma oportunidade de se avaliar de forma mais ampla a estrutura do sistema numa macro escala espacial, de forma que o alimento consumido permite reconhecer dentro da ictiofauna grupos tróficos distintos e inferir sobre a sua estrutura, grau de importância dos diferentes níveis tróficos e as inter-relações entre seus componentes (Giller, 1984, Grenouillet *et al.*, 2002, Hahn *et al.*, 2002).

Em regiões tropicais, a maioria das espécies exibe grande plasticidade em suas dietas (Lowe-McConnell, 1999, Abelha *et al.*, 2001). Essa plasticidade existe devido a interação entre a qualidade e quantidade do alimento disponível no ambiente e o grau das restrições morfológicas e comportamentais exibidas pelas espécies, como variações ontogenéticas e que pode ser potencializado quando ocorre a partilha dos mesmos recursos por espécies coexistentes, podendo gerar competição e a sobreposição alimentar (Gaspar Da Luz *et al.*, 2001, Agostinho *et al.*, 2007). O conhecimento de como as espécies compartilham os recursos, da extensão de seu nicho e do grau de sobreposição de nicho entre elas, proporciona melhor entendimento da estruturação de uma comunidade (Deus & Petrere-Júnior, 2003), além de gerar informações sobre uso do hábitat, disponibilidade de presas e aspectos do comportamento das espécies envolvidas (Guedes, 2010).

Entre os organismos que podem compartilhar recursos semelhantes disponíveis no ambiente estão as espécies do gênero *Hemiodus*. Este gênero pertence à Família Hemiodontidae, são caracterizados por apresentar corpo fusiforme, boca subterminal a inferior, dentes frágeis e geralmente multicuspidados (Santos *et al.*, 2004). Estes organismos

são conhecidos popularmente como charutinho, jatuarana e flexeira, habitando ambientes de praia, paranás, lagos e rios de águas claras, brancas e pretas (Goulding *et al.*, 1988, Mérona & Almeida, 2001). Os *Hemiodus* estão entre os recursos explorados pelos pescadores de lagos do Baixo Amazonas, principalmente em ambiente de águas claras, por serem bastante apreciados pela população local, apresentando importância comercial através da sua venda como iguarias, onde são incluídos no período da safra em festividades nas comunidades tradicionais ribeirinhas (Zacardi *et al.*, 2017).

Tendo em vista a importância do papel ecológico das espécies de peixes em lagos de inundação, o presente estudo teve por objetivo avaliar a dieta através da determinação da composição alimentar, a largura do nicho e a sobreposição da dieta entre três espécies do gênero *Hemiodus* em um lago de planície inundável, considerando o ciclo hidrológico do rio Tapajós.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 | Área de estudo

O estudo foi realizado no lago Juá, sob as coordenadas S-2°25'55" e W-54°46'36", localizado na margem direita, no trecho baixo do rio Tapajós e a cerca de 9km do centro da cidade de Santarém-PA.

Em épocas de cheia, o lago é inundado pelo rio, e durante a seca, apresenta-se margeado por uma extensa área de praia de areia branca e por mata ciliar. O lago sofre influência de dois corpos hídricos de menor ordem, assim como pela periodicidade regular das oscilações anuais do ciclo hidrométrico do rio Tapajós e Amazonas e das chuvas locais. Adicionalmente existe um canal de conexão permanente que liga o rio e o lago, o que possibilita o seu abastecimento com água mesmo no período da seca.

Este ambiente lacustre vem sendo submetido a vários impactos antrópicos, tais como o desmatamento das matas ciliares, queimadas, assoreamento e construção de casas no seu entorno. No ano de 2012 foram iniciadas as construções de dois empreendimentos ao longo da Rodovia Fernando Guilhon (via de acesso lago, aeroporto, comunidades e praias), os quais produziram o desmatamento de uma grande área de mata próximo a APA do lago Juá, provocando um enorme assoreamento nos igarapés e no lago Juá. Logo após este fato, novos empreendimentos foram construídos próximos ao lago, com isso houve a intensificação da ocupação ilegal, provocando ainda mais o aumento da perda da mata ciliar. O lago também é

utilizado para atividades de pesca artesanal, por pescadores de várias localidades e lazer de banhistas locais e turistas (Abreu, 2015), principalmente, por estar localizado dentro da área urbana da cidade.

2.1.1 | Coleta e processamento das amostras

Foram realizadas amostragens no período de outubro de 2016 a junho de 2018, totalizando 21 meses de coleta. Para captura dos indivíduos foi utilizada uma bateria de malhadeiras com malhas variando de 25 a 120 mm entre nós opostos com 10 m de comprimento cada, amplitude de 1,5 a 2,0 m de altura. As redes foram armadas durante um período de 24 horas no lago no primeiro ano de coleta (2016-2017) e no segundo ano (2017-2018) durante 12 horas, com despescas a cada 4 horas em diferentes pontos no lago. Os peixes capturados foram separados por espécie, *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), *Hemiodus argenteus* Pellegrin, 1908 e *Hemiodus gracilis* Günther, 1864. Uma parte das amostras foi fixada em formol 10% e conservada em álcool 70% e outra parte congelada até o processamento biométrico para retirada dos estômagos.

Para os organismos fixados em formol, o comprimento total (cm) foi obtido e o peso total (g) recuperado através de análises de regressão. Para os organismos congelados foram estimados os parâmetros biométricos como comprimento total (cm) e peso total (g). Posteriormente os estômagos foram retirados, verificado o índice de repleção estomacal, fixados em solução de formol a 10% durante 48 horas e conservados em álcool 70% para posterior identificação dos itens alimentares.

Para análise da dieta, o conteúdo total de cada estômago foi pesado, posteriormente separados e com auxílio de uma lupa foram identificados os principais itens alimentares. No caso dos itens classificados como detritos, foi feita uma avaliação minuciosa através do uso de um microscópio estereoscópio com aumento de até 40x, tendo sido verificada a presença de Fitoplâncton. Para isso foram preparadas duas lâminas para cada estômago, onde cada uma tinha um volume padrão de três gotas de conteúdo. Todos os itens alimentares, quando possível, foram identificados ao menor nível taxonômico (Bicudo & Menezes, 2006, Hamada & Ferreira-Kepler, 2012, Hamada *et al.*, 2014, Gazulha, 2014) e o seus volumes estimados.

Ao final, os itens encontrados foram classificados dentro de categorias para melhor interpretação dos dados, de acordo com sua composição, a saber:

Fitoplâncton (Fit): foram incluídas todas as categorias de algas encontradas, filamentosas e não filamentosas; **Microcrustáceos (Mic):** representados por cladóceros e

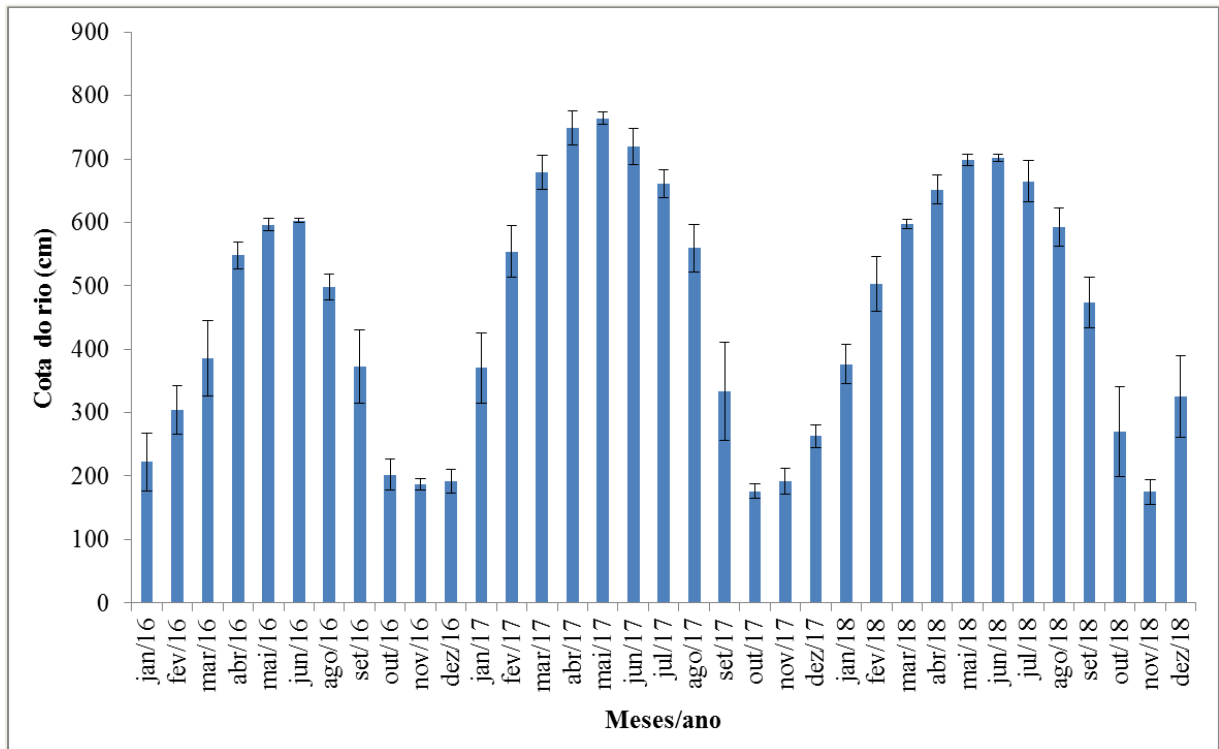
ácaros; **Insetos (Ins)**: fragmento de insetos como cabeças, patas, asas, fragmentos de exoesqueleto, cuja classificação não foi possível; ovos, pupa e larvas de quironomídeos e insetos inteiros; **Vegetal (Veg)**: raiz de macrófitas, matéria orgânica vegetal como pedaços de galhos e de folhas em processo de decomposição; **Detritos (Det)**: sem distinção entre origem animal e vegetal e com aparência variada: particulada fina, grossa, marrom, branca, muitas vezes acompanhando o restante do conteúdo, dando a impressão de que são seus restos misturados ou digeridos; **Não identificado (Nd)**: itens alimentares não identificados.

Alguns itens acidentais como areia e fios foram desconsiderados, pois não constituem itens alimentares. Para os microrganismos, volume de cada item foi obtido através do uso de eppendorf de 0,5 ml graduados em 0,1 ml com auxílio de uma micropipeta. Para itens maiores foi utilizado proveta de até 10 ml. O volume foi avaliado de duas formas, a primeira através do deslocamento da água, na qual o valor deslocado representa o volume do item, e através da deposição do item, na qual o espaço ocupado pelo item representa o volume (Hyslop, 1980, Buckland *et al.*, 2017).

2.1.2 | Análise dos dados

Os meses de coleta foram divididos de acordo com as variações sazonais determinadas pela variação fluviométrica (enchente – fevereiro à abril, cheia – maio à junho, vazante – agosto à outubro, e seca – novembro à janeiro), de acordo com os dados de profundidade do rio Tapajós, em Santarém, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas- ANA (Fig. 1). Os meses que representam o ciclo sazonal do Lago Juá são referentes ao momento em que o nível da água começa a aumentar (enchente), maior nível de água (cheia), diminuição do nível da água (vazante) e menor nível de água no lago (seca).

Figura 1. Dados fluviométricos do nível do rio estimados no município de Santarém entre janeiro de 2016 e dezembro de 2018.



Fonte: ANA (2018).

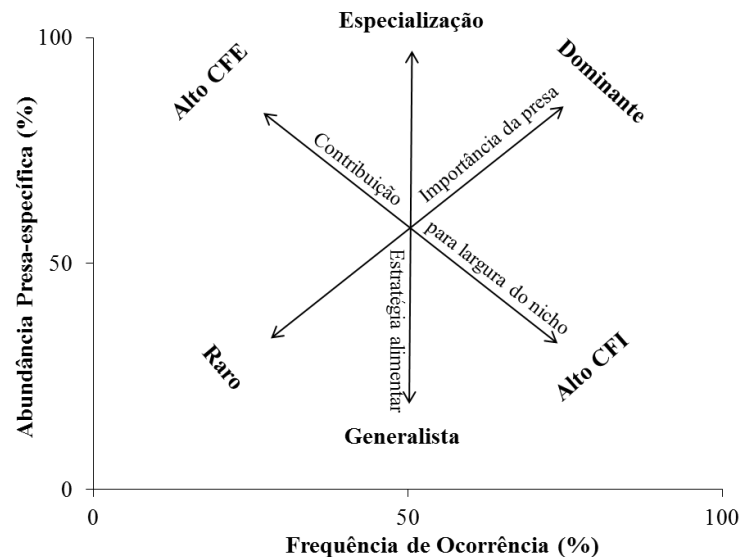
Para avaliar o uso do ambiente como local de alimentação foi estimado a intensidade alimentar representando pelo Índice de Repleção (IR), que faz a relação entre o peso total do conteúdo alimentar (Pest) com o peso total do indivíduo (PT): $IR = Pest/PT$.

Para avaliar a dieta das espécies foram utilizados os métodos de frequência de ocorrência através da fórmula: $\%FO = ni/NT * 100$; onde %Fo: frequência percentual de ocorrência de determinado item alimentar; ni: quantidade de estômagos com o item i; NT: número total de estômagos com conteúdo alimentar (Hynes, 1950, Hyslop, 1980) e o volume com a fórmula: $\%V = vi/VT * 100$; onde %V: percentagem volumétrica do item amostrado; vi: volume do item i amostrado; VT: volume total dos itens amostrados (Soares, 1979). Os resultados foram sumarizados com o índice alimentar (IAi) (Kawakami & Vazzoler, 1980) para evidenciar os itens alimentares mais importantes da dieta. Expresso através de $\%IAi = Fi.Vi * 100 / \sum(Fi.Vi)$. A guilda trófica foi classificada de acordo com o item dominante na dieta, itens que apresentaram $IAi > 70\%$ classificam o indivíduo a determinada escala trófica. Valores de IAi foram calculados para cada espécie ao longo do ciclo hidrológico.

Para avaliar estratégia alimentar, a plasticidade de acordo com variação sazonal foi utilizada o método gráfico proposto por Amundsen *et al.* (1996) (modificado de Costello, 1990), onde os eixos representam a estratégia alimentar, a importância das presas e a contribuição

da alimentação dos indivíduos para o nicho ecológico, conforme a figura 2, expressa pela fórmula: $\%PI = (\sum Si / \sum Sti) * 100$, onde: S_i é número de estômagos que contêm apenas a presa i e S_{ti} é total de estômagos em que ocorre a presa (i).

Figura 2. Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen *et al.* (1996): Estratégia alimentar (especialista-generalista), a importância das presas (dominante-rara) e a contribuição para a largura do nicho (CFE= componente fenotípico interindividual e CFI= componente fenotípico intraindividual).



Os valores de $IA_i\%$ foram correlacionados através da correlação de Pearson (r), com o objetivo de verificar a existência de relação ou não entre os itens alimentares consumidos.

A amplitude do nicho trófico foi calculada utilizando-se a medida de Levins, com o pressuposto de que a amplitude da dieta possa ser estimada pela medida da uniformidade da distribuição dos diversos itens alimentares, e foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $B = 1 / \sum P_j^2$, onde: B é a amplitude do nicho trófico e P_j é a proporção do item j na dieta total. Os valores da amplitude do nicho variam de 1 a n . A amplitude de nicho classifica as espécies como generalistas ($B > 4,5$), intermediárias ($B 2,0$ a $4,5$) e especialistas ($B < 2,0$) (Adite & Winemiller, 1997).

A sobreposição da dieta entre as espécies, foi calculada através do Índice de Pianka, que varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), cuja fórmula é: $O_{jk} = \sum P_{ij} * P_{ik} / \sqrt{\sum P_{ij}^2 * \sum P_{ik}^2}$, onde: O_{jk} = medida de sobreposição alimentar de Pianka entre a espécie j e a espécie k ; P_{ij} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie j ; P_{ik} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k ; e n = número total de itens. Os resultados de sobreposição interespecífica foram considerados: alto ($>0,6$), intermediário ($0,4-0,6$) ou baixo ($<0,4$) (Grossman, 1986).

Para visualizar e entender as mudanças na estrutura trófica e os padrões na variação sazonal das espécies estudadas foi feito um mapa de calor de cluster (cluster heatmap). Este mapa consiste na exibição simultânea da análise de agrupamento das variáveis e das amostras em uma matriz de dados. A junção desses dois elementos anexados as margens do mapa gera um mosaico retangular com escala de cores representando o valor do elemento na matriz de dados em uma forma de exibição relativamente compacta (Wilkinson & Friendly, 2009). Para construção da matriz, os dados foram logaritimizados e posteriormente utilizado o método de dissimilaridade de Bray-curtis para a construção dos gráficos. Para análise do cluster heatmaps foi utilizado o programa R, tendo como entrada de dados o %IAi.

3 | RESULTADOS

3.1 | Uso do ambiente e intensidade alimentar

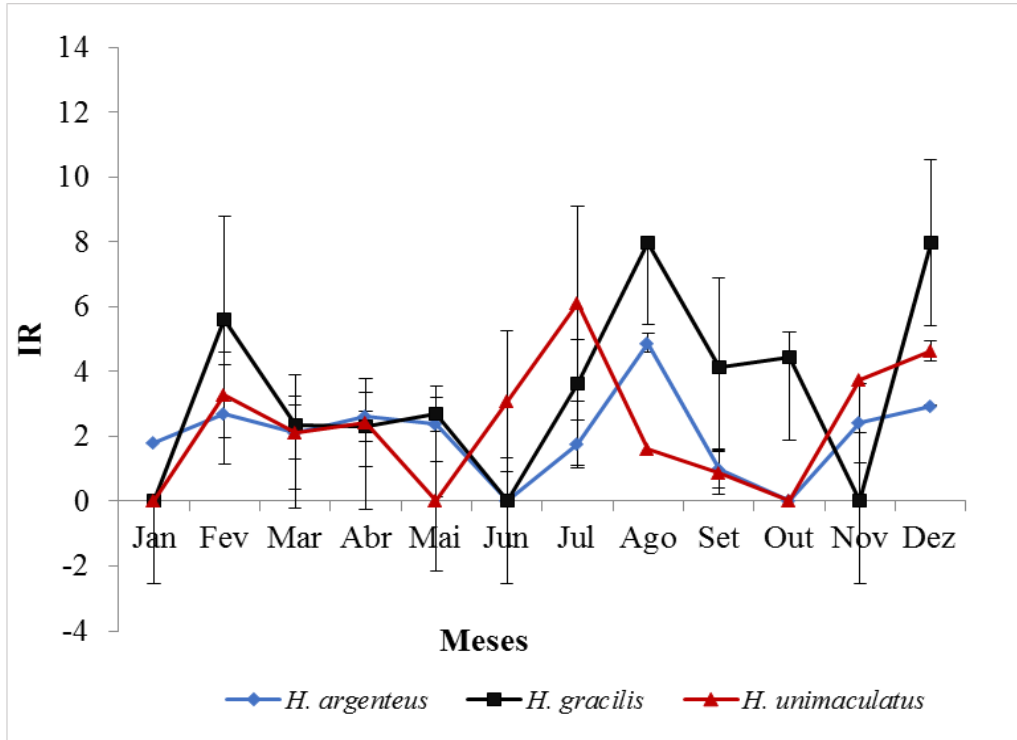
Foram capturados um total de 400 indivíduos, onde 184 foram de *H. gracilis*, com comprimento total variando de 4,3 a 16,8 cm e média de 11,84 cm $\pm 2,41$; 132 *H. argenteus*, com comprimento total variando de 10,6 a 22,4 cm e média de 16,3 cm $\pm 2,32$ e 84 *H. unimaculatus*, com comprimento total variando de 10,3 a 22,9 cm e média de 16,32 cm $\pm 2,94$.

Para avaliação da intensidade alimentar foram analisados 260 estômagos e para dieta 359 indivíduos. Do total de estômagos analisados 41 estavam vazios, sendo 15 de *H. gracilis*, 8 de *H. argenteus* e 18 de *H. unimaculatus*. Durante as coletas houve meses em que não foi capturado exemplar para análise da dieta. A espécie *H. gracilis* não foi capturada em janeiro e junho, *H. argenteus* em junho e outubro e *H. unimaculatus* em janeiro, maio e outubro.

A proporção de indivíduos se alimentando para *H. unimaculatus* foi de 73,81%, para *H. argenteus* foi de 92,62% e para *H. gracilis* de 93,63%. Apesar da alimentação contínua, a intensidade da tomada do alimento variou de acordo com os meses estudados (Fig. 3). O *H. unimaculatus* apresentou IR médio de 3,38 $\pm 1,76$, com os menores valores nos meses de agosto e setembro, representado pela vazante do lago e os maiores em julho e dezembro, no entanto, as variações não foram consideradas significativas na atividade (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$) (Fig. 3). Para a espécie *H. argenteus*, o IR médio foi de 2,36 $\pm 1,32$ com maior intensidade ocorrendo em agosto e alcançando menores índices nos meses de janeiro e julho (Fig. 3). Para esta espécie foi possível verificar a existência de diferença significativa na atividade alimentar entre esses meses de coleta (Kruskal-Wallis; $p < 0,003$), principalmente quando comparado com fevereiro e setembro. O *H. gracilis*, apresentou IR médio de 4,94

$\pm 2,30$ sendo a intensidade maior meses de julho a outubro e em dezembro, destacando o mês de agosto e os menores nos meses março a maio (Fig. 3), apresentando diferenças significativas na atividade alimentar da espécie entre os meses de coleta (Kruskal-Wallis; $p < 0,0001$).

Figura 3. Índice de Repleção Estomacal para a *Hemiodus unimaculatus*, *H. argenteus* e *H. gracilis*.



3.2 | Composição da dieta

Para a espécie de *H. unimaculatus* foram registrados 20 itens alimentares pertencentes a cinco categorias: Microcrustáceo, Fitoplâncton, Inseto, Vegetal e Detritos. A categoria com maior variação nos itens alimentares foi Fitoplâncton, com 11 gêneros de algas, destacando a classe Bacillariophyceae, e as categorias de Inseto e Microcrustáceo com a ocorrência de 3 itens para cada (Tab. 1).

A Frequência de ocorrência (%Fo) mostrou que o Fitoplâncton constituído de algas filamentosas e não filamentosas foi frequente em todos os estômagos estudados durante todos os períodos sazonais, representando em torno de 40% do total estudado, destacando as *Fragilaria* sp., *Aulacoseira* sp., *Eunotia* sp. Em seguida, destacou-se a categoria Vegetal, representando cerca de 20% do conteúdo encontrado, e com proporção maior 25% no período de cheia dos lagos, destacando as raízes de macrófitas. Na categoria de insetos, o consumo de ovos foi representativo e para a categoria Microcrustáceo a maior frequência de ocorrência foi

de *Diaphanosoma* sp. (Tabela 1). Essas mesmas categorias e itens também se destacaram quanto ao volume, com inclusão de Detritos.

Os valores do índice de importância alimentar (IAi) indicaram que os alimentos de maior importância na dieta da espécie durante os quatro períodos amostrados foram as raízes de macrófitas, no entanto, o consumo deste item, assim como os detritos, está mais associados ao forrageamento para captura de pequenos organismos do que como alimento para sua nutrição. Nesse sentido, as Fitoplâncton que compõem o Fitoplâncton foram as que apresentaram maior importância na dieta, destacando a *Fragilaria* sp. e *Eunotia* sp. e o microcrustáceo *Diaphanosoma* sp. (Tab. 1). Considerando a variação sazonal, todas as categorias estavam presentes ao longo do período estudado, com diminuição das categorias Fitoplâncton e Microcrustáceos como presas consumidas no período da vazante.

No caso do *H. argenteus* sua dieta foi composta por 17 itens alimentares de cinco categorias: Microcrustáceo, Fitoplâncton, Inseto, Vegetal e Detritos. A categoria Fitoplâncton teve um número maior de representantes 11 gêneros de algas com destaque para classe Bacillariophyceae, seguido de Vegetal (Tab. 2).

A análise de Frequência de ocorrência (%Fo) mostrou que a categoria Fitoplâncton se destacou durante todos os períodos sazonais com presença em cerca de 48%, evidenciando as espécies *Fragilaria* sp., *Oscillatoria* sp., *Aulacoseira* sp., seguido da categoria Vegetal presente em cerca de 28% dos estômagos e detritos com 13% (Tab. 2). O percentual e, volume dos estômagos (%Vol) mostrou resultados semelhantes, entretanto com maior proporção da categoria Vegetal, especificamente das raízes de macrófitas e Fitoplâncton. Os ovos de insetos também apresentaram uma boa representatividade tanto em %Fo e %Vol.

Em relação ao índice importância alimentar (IAi) os itens que apresentaram maior importância na dieta da espécie foram as raízes de macrófitas em todo o ciclo sazonal. Dentre o Fitoplâncton se destacaram as espécies de algas *Fragilaria* sp., *Oscillatoria* sp., *Aulacoseira* sp. com maiores importâncias na dieta dessa espécie (Tab. 2). O Detrito também foi um item importante durante o período de enchente do lago. A variação sazonal mostrou a presença de todas as categorias alimentares ao longo com ano, com diminuição das Fitoplâncton durante a vazante e seca do lago.

Tabela 1. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus unimaculatus* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca, n.i = não identificado.

ITENS	%Fo				%Vol				%IAi			
	E	C	V	S	E	C	V	S	E	C	V	S
Microcrustáceo	13,91	10,05	10,00	10,27	13,50	10,67	3,15	5,19	9,01	5,50	1,86	2,63
Acarina	5,96				5,60				3,02			
<i>Chydorus</i> sp.		3,02		2,70		3,90		2,20		1,03		0,59
<i>Diaphanosoma</i> sp.	7,95	7,04	10,00	7,57	7,89	6,76	3,15	3,00	5,68	4,18	3,18	2,25
Fitoplâncton	41,72	38,19	40,00	42,16	12,55	10,54	11,46	12,32	25,14	20,65	27,11	25,56
<i>Actinella</i> sp.	1,32	1,51	6,67		0,16	0,13	0,57		0,02	0,02	0,39	
<i>Aulacoseira</i> sp.	6,62	6,53	6,67	5,41	1,42	1,04	0,86	1,13	0,85	0,60	0,58	0,61
<i>Bambusina</i> sp.	1,32				0,32				0,04			
<i>Closterium</i> sp.	2,65	1,01		2,16	0,47	0,09		0,33	0,11	0,01		0,07
<i>Cosmarium</i> sp.	2,65	2,51		3,78	0,47	0,39		0,53	0,11	0,09		0,20
<i>Desmidium</i> sp.	1,99	3,52		5,41	0,47	0,61		0,87	0,09	0,19		0,46
<i>Eunotia</i> sp.	7,28	5,53	10,00	2,16	2,84	1,91	2,58	0,80	1,87	0,93	2,61	0,17
<i>Frustulia</i> sp.	1,32				0,32				0,04			
<i>Oscillatoria</i> sp.	3,97	6,03	3,33	8,65	0,71	0,95	0,57	2,26	0,26	0,50	0,19	1,94
<i>Spirogyra</i> sp.	1,99	2,01	3,33	3,78	0,47	0,26	0,29	0,60	0,09	0,05	0,10	0,23
<i>Fragilaria</i> sp.	10,60	9,55	10,00	10,81	4,89	5,16	6,59	5,79	4,69	4,32	6,66	6,22
Inseto	8,61	12,06	20,00	14,05	6,31	14,66	4,61	14,85	2,61	9,07	5,46	10,27
Larva de												
Chironomidae	3,31	4,02	10,00	5,41	1,42	0,91	2,29	1,53	0,43	0,32	2,32	0,82
Ovos de Inseto	5,30	7,54	10,00	8,11	4,89	13,62	2,32	13,12	2,35	9,01	2,34	10,56
Odonata n.i		0,50		0,54		0,13		0,20		0,01		0,01
Vegetal	22,52	25,63	20,00	22,16	45,38	31,14	30,08	44,61	49,07	40,95	35,58	48,67
Matéria Orgânica	9,27	11,56	10,00	10,81	1,97	2,08	1,43	6,32	1,66	2,11	1,45	6,79
Raiz de macrófita	13,25	14,07	10,00	11,35	43,41	29,05	28,65	38,28	52,03	35,89	28,95	43,13
Detritos	13,25	14,07	10,00	11,35	22,26	33,00	50,70	23,04	14,16	23,83	29,99	12,87
Detrito/Sedimento	13,25	14,07	10,00	11,35	22,26	33,00	50,70	23,04	26,68	40,76	51,24	25,95

Tabela 2. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus argenteus* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca.

ITENS	%Fo				%Vol				%IAi			
	E	C	V	S	E	C	V	S	E	C	V	S
Microcrustáceo	8,08	5,52	7,48	4,19	9,82	14,73	9,44	12,03	3,66	3,30	3,16	1,94
<i>Diaphanosoma</i> sp.	8,08	5,52	7,48	4,19	9,82	14,73	9,44	12,03	7,22	8,24	6,69	4,84
Fitoplâncton	45,96	50,92	46,26	50,79	15,66	22,65	16,87	25,70	33,17	46,84	34,96	50,17
<i>Actinella</i> sp.	0,51	1,23		0,52	0,08	0,20		0,16	<0,01	0,02		0,01
<i>Aulacoseira</i> sp.	7,58	9,20	6,80	8,38	2,07	3,81	2,51	3,26	1,43	3,55	1,62	2,62
<i>Bambusina</i> sp.	2,02				0,54				0,10			
<i>Closterium</i> sp.	2,53	3,07	2,04	0,52	0,84	0,50	0,30	0,08	0,19	0,16	0,06	<0,01
<i>Cosmarium</i> sp.	6,06	4,29	0,00	2,09	1,77	1,10	0,00	0,47	0,97	0,48		0,09
<i>Desmidium</i> sp.	5,56	5,52	6,12	4,71	2,00	1,30	1,71	1,16	1,01	0,73	0,99	0,53
<i>Eunotia</i> sp.	2,02	3,68	4,76	6,28	0,69	2,00	2,01	3,73	0,13	0,75	0,91	2,25
<i>Frustulia</i> sp.		1,23	2,04			0,20	0,50			0,02	0,10	
<i>Oscillatoria</i> sp.	9,09	7,98	8,84	12,04	2,69	2,81	3,11	5,28	2,22	2,27	2,61	6,10
<i>Spirogyra</i> sp.	3,54	3,68	4,76	4,19	1,07	0,90	0,90	1,01	0,35	0,34	0,41	0,41
<i>Fragilaria</i> sp.	7,07	11,04	10,88	12,04	3,91	9,82	5,82	10,56	2,52	10,99	6,00	12,21
Inseto	8,59	6,75	7,48	6,28	8,37	9,72	18,57	10,09	3,31	2,66	6,23	2,44
Ovos de Inseto	8,59	6,75	7,48	6,28	8,37	9,72	18,57	10,09	6,53	6,65	13,16	6,09
Vegetal	23,23	24,54	25,85	25,13	39,91	41,78	40,96	40,99	42,74	41,65	47,45	39,60
Matéria Orgânica	10,10	12,27	12,93	12,04	2,30	3,71	3,82	2,56	2,11	4,61	4,67	2,96
Raiz de Macrófita	13,13	12,27	12,93	13,09	37,61	38,08	37,15	38,43	44,90	47,35	45,47	48,30
Detritos	14,14	12,27	12,93	13,61	26,25	11,12	14,16	11,18	17,11	5,54	8,20	5,85
Detrito/Sedimento	13,13	12,27	12,93	13,09	25,33	11,12	14,16	10,79	30,24	13,83	17,33	13,56

A dieta de *H. gracilis* foi constituída de 22 itens alimentares distribuídos em cinco categorias: Microcrustáceos, Fitoplâncton, Insetos, Vegetal e Detritos. A categoria com maior representatividade foi Fitoplâncton com 13 espécies destacando a classe Bacillariophyceae, seguido de Inseto e Microcrustáceo com 3 itens para cada (Tab. 3).

A Frequência de ocorrência (%Fo) mostrou que o durante todo o período sazonal o Fitoplâncton apareceu em cerca de 43% dos estômagos, destacando as microalgas *Fragilaria* sp., *Oscillatoria* sp., *Aulacoseira* sp. e *Eunotia* sp. como gêneros mais frequentes. Em seguida a categoria Vegetal com frequência de 23% dos estômagos, destacando as raízes de macrófitas perfazendo 14,1% da frequência. A categoria Inseto aparece com frequência de 11,2% aproximadamente, com maiores incidências dos ovos. A categoria Microcrustáceo perfaz cerca de 10,1% dos estômagos, destacando as *Diaphanosoma* sp. que aparecem em todos os períodos do estudo com maior proporção na cheia e na seca (Tab. 3). A porcentagem do Volume (%Vol) dos estômagos mostrou resultados semelhantes ao %FO, com predominância da categoria Vegetal e Fitoplâncton, com cerca de 53,1% e 25,5% (Tab. 3). Os ovos de insetos e a categoria Microcrustáceo também se destacaram nos resultados.

Para a importância dos itens na dieta da espécie (%IAi) as raízes de macrófitas se destacaram com média de 56,4%. Em relação ao Fitoplâncton dentro do grupo as algas *Eunotia* sp. e *Fragilaria* sp. foram os itens mais importantes, sendo que no período cheio *Eunotia* sp. representou 17,7%. O item ovo de inseto teve importância de 11,6% na fase de vazante das águas do lago (Tab. 3). O detrito participou de todo o ciclo de inundação e sua maior importância foi durante a vazante e cheia.

A variação sazonal revelou a presença de todas as categorias de alimento durante o período de estudo, porém apenas o Fitoplâncton apresentou diminuição no número de presas ingeridas durante a cheia do lago.

Tabela 3. Frequência de Ocorrência (%Fo), Frequência Volumétrica (%Vol) e Índice Alimentar (%IAi) de *Hemiodus gracilis* analisado durante o período de outubro de 2016 a junho de 2018, no lago de inundação, Pará, Brasil. E = enchente, C = cheia, V = vazante, S = seca.

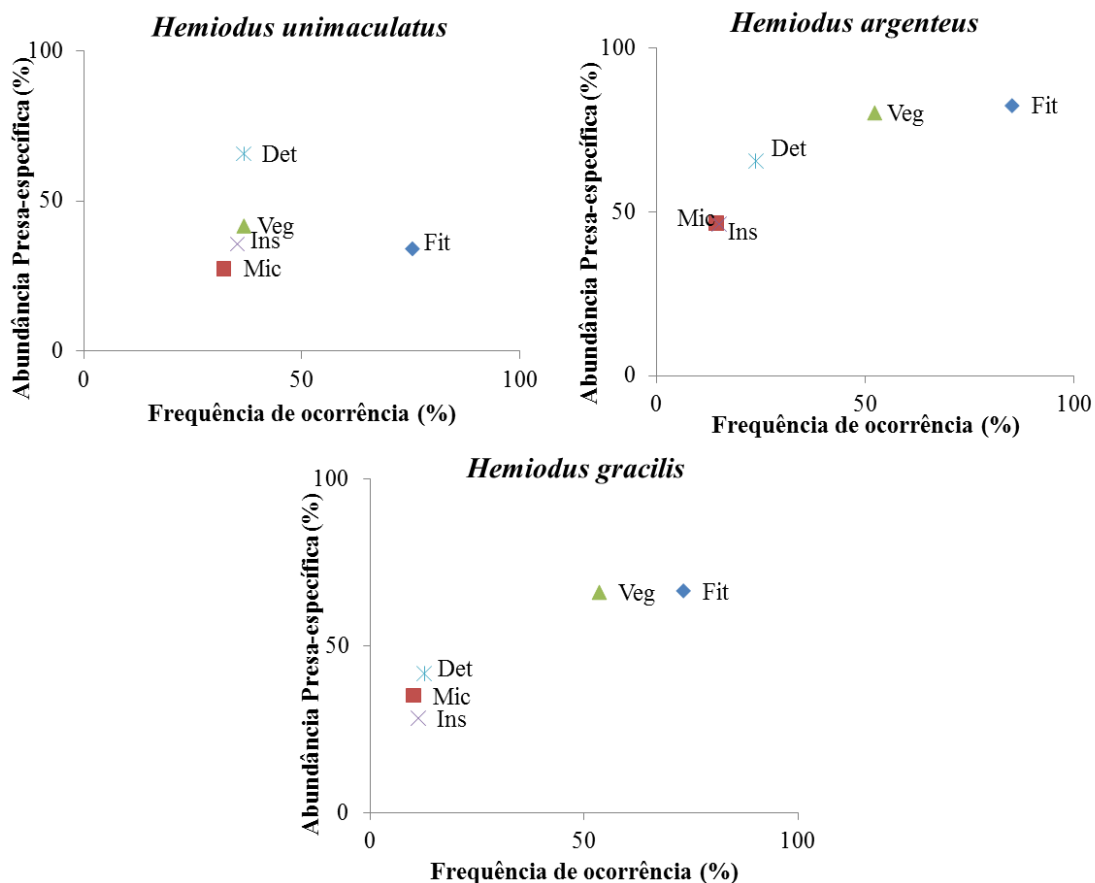
ITENS	%Fo				%Vol				%IAi			
	E	C	V	S	E	C	V	S	E	C	V	S
Microcrustáceo	6,01	15,23	7,72	11,56	3,38	6,94	3,04	15,10	0,74	4,09	0,90	7,48
Acarina	1,41		0,31	4,52	0,45		0,04	0,48	0,05		<0,01	0,24
<i>Chydorus</i> sp.		6,60	3,40			2,97	1,25			1,94	0,36	
<i>Diaphanosoma</i> sp.	4,59	8,63	4,01	7,04	2,93	3,96	1,75	14,62	1,16	3,38	0,59	11,31
Fitoplâncton	44,17	40,61	40,43	46,73	21,68	34,29	25,91	19,95	34,79	53,85	40,12	39,95
<i>Actinella</i> sp.	1,06	1,02	0,62	3,02	0,64	0,20	0,15	0,64	0,06	0,02	0,01	0,21
<i>Anabaena</i> sp.	0,35				0,06				<0,01			
<i>Aulacoseira</i> sp.	3,53	6,60	3,40	8,04	1,28	1,98	0,72	2,75	0,39	1,29	0,21	2,43
<i>Bambusina</i> sp.	1,41				0,26				0,03			
<i>Closterium</i> sp.	4,95			2,01	1,21			0,52	0,52			0,11
<i>Cosmarium</i> sp.	2,47		3,09	3,52	1,21		0,38	0,76	0,26		0,10	0,29
<i>Desmidium</i> sp.	2,12			0,50	0,89			0,04	0,16			
<i>Eunotia</i> sp.	6,01	9,64	8,02	7,54	3,12	18,53	13,53	4,95	1,61	17,66	9,11	4,10
<i>Frustulia</i> sp.	1,41	2,03	0,31	0,50	0,38	0,59	0,08	0,04	0,05	0,12	<0,01	<0,01
<i>Oscillatoria</i> sp.	8,83	4,57	6,79	8,04	3,95	1,49	1,29	2,43	3,00	0,67	0,74	2,15
<i>Scenedesmus</i> sp.			0,62				0,08				<0,01	
<i>Spirogyra</i> sp.	3,18	7,61	5,86	3,52	1,15	1,98	1,63	1,40	0,31	1,49	0,80	0,54
<i>Fragilaria</i> sp.	8,83	9,14	11,73	10,05	7,52	9,51	8,05	6,42	5,71	8,59	7,93	7,10
Inseto	9,89	11,17	12,04	11,56	5,51	6,79	9,65	2,39	1,98	2,93	4,45	1,19
Larva de Chironomidae	2,12	2,03	0,31	0,50	0,77	0,89	0,04	0,24	0,14	0,18		0,01
Ovos de Inseto	7,77	10,15	12,04	10,55	4,75	6,59	11,51	1,99	3,18	6,61	11,64	2,32
<i>Stegoelmis</i> sp.				0,50				0,16				0,01
Vegetal	26,15	20,30	25,93	20,10	61,71	46,28	47,45	56,77	58,63	36,34	47,12	48,90
Matéria Orgânica	12,01	8,63	12,04	10,05	4,34	3,67	3,65	6,62	4,48	3,13	3,69	7,32
Raiz de Macrófita	14,13	11,68	13,89	10,05	57,38	42,62	43,81	50,15	69,74	49,15	51,09	55,44
Detritos	13,78	12,69	13,89	10,05	7,72	5,70	13,94	5,78	3,87	2,80	7,42	2,49
Detrito/Sedimento	13,78	11,68	13,58	10,05	7,72	5,00	12,04	5,78	9,15	5,77	13,73	6,40

3.2.1 | Estratégia alimentar

Quando representados através do método gráfico de Costello (1990), para cada espécie a abundância específica de presa e frequência de ocorrência indicam claramente as principais categorias de alimento na dieta de todas as três espécies de *Hemiodus*.

As demonstrações gráficas de Costello indicam que a maior importância de presas está na categoria vegetal. O Fitoplâncton esteve frequente na dieta de todos dos indivíduos das espécies, contudo foi item dominante apenas *H. argenteus* e *H. gracilis*. O detrito foi mais abundante em *H. unimaculatus* e *H. argenteus*. Todas as espécies apresentaram itens na parte superior dos gráficos, portanto houve evidências de especialização, resultando em um alto CFE (componente fenotípico interindividual) (Fig. 4).

Figura 4. Estratégia alimentar das espécies *Hemiodus unimaculatus*, *Hemiodus argenteus*, *Hemiodus gracilis* que foram capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen *et al.* (1996)).



As dietas também foram analisadas em relação ao ciclo sazonal e mostraram que na espécie *H. unimaculatus* a maioria dos indivíduos tem como presa mais importante durante

todo o período sazonal os Detritos, sendo que na cheia a categoria Vegetal aparece com maior abundância e importância de presa (Fig. 6).

Dos microcrustáceos consumidos, a grande maioria foi correlacionada negativamente ao Fitoplâncton, exceto para *Eunotia* sp. e *Aulacoseira* sp. (apenas para *Diaphanosoma* sp.), com os insetos e com as raízes de macrófitas (apenas para *Chydorus* sp.), já com os Detritos a correlação foi positiva. No caso da categoria Fitoplâncton vemos que a presença de alguns gêneros está fortemente associada positivamente com outras (em preto na tabela), como é o caso, por exemplo, de *Desmidium* sp. e *Oscillatoria* sp., e com os outras espécies ocorre uma relação negativa com a presença de outras (em vermelho na tabela), como por exemplo a *Aulacoseira* sp. e *Eunotia* sp., quanto aos insetos foi observado correlação negativa entre os ovos e larvas para os Vegetais, e houve relação negativa entre raízes de macrófitas e Detritos (Tab. 4).

Figura 5. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para *Hemiodus unimaculatus* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen *et al.* (1996)).

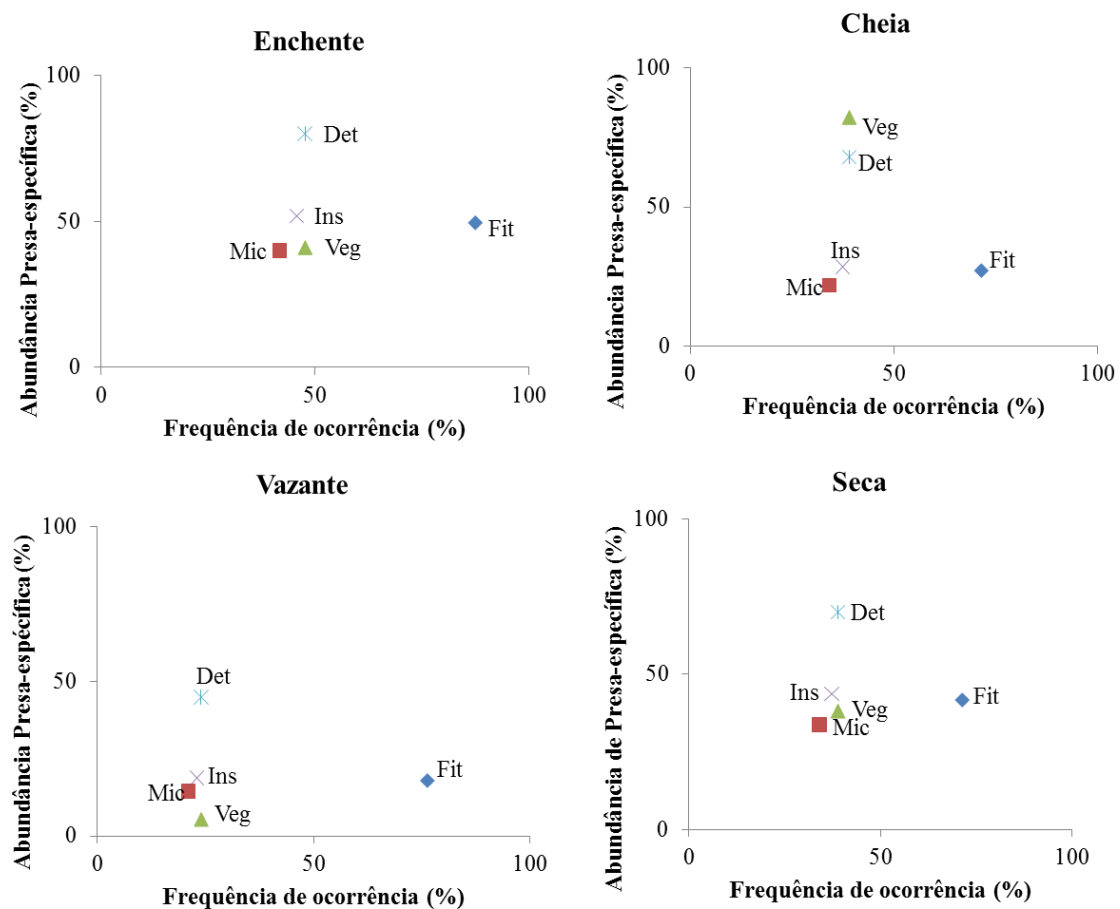


Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. unimaculatus* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão às correlações $r = >0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.

Mic		Fit										Ins		Veg
Chy	Dia	Act	Aul	Clo	Cos	Des	Eun	Osc	Spi	Fra	Lar	Ovo	Rai	
Chy	1													
Dia	1	1												
Act	-	-0,80	1											
Aul	-1	0,82	-0,56	1										
Clo	-1	0,33	-	0,82	1									
Cos	-1	-0,81	-	-0,31	0,28	1								
Des	-1	-0,98	-	-0,68	-0,15	0,91	1							
Eun	1	0,40	0,83	0,20	0,45	-0,73	-0,95	1						
Osc	-1	-0,69	-0,67	-0,30	-0,02	0,95	0,99	-0,86	1					
Spi	-1	-0,70	0,65	-0,18	0,32	1	0,89	-0,56	0,90	1				
Fra	-1	-0,76	0,99	-0,49	0,30	1	0,90	0,19	0,32	0,61	1			
Lar	-1	-0,46	1	-0,47	0,32	1	0,89	0,63	-0,22	0,08	0,84	1		
Ovo	-1	-0,55	-0,50	-0,49	-0,68	0,51	0,82	-0,95	0,80	0,47	-0,10	-0,47	1	
Rai	-1	0,53	-0,73	0,86	0,98	0,11	-0,32	-0,30	0,21	0,21	-0,46	-0,70	-0,01	1
Det	1	-0,18	0,82	-0,60	-0,90	-0,67	-0,30	0,62	-0,57	-0,51	0,30	0,71	-0,34	-0,92

Mic= Microcrustáceo; Fit= Fitoplâncton; Ins= Insetos; Veg= Vegetal; Chy= *Chydorus* sp.; Dia= *Diaphanosoma* sp.; Act= *Actinella* sp.; Aul= *Aulacoseira* sp.; Clo= *Closterium* sp.; Cos= *Cosmarium* sp.; Des= *Desmidiium* sp.; Eun= *Eunotia* sp.; Osc= *Oscillatoria* sp.; Spi= *Spirogyra* sp.; Fra= *Fragilaria* sp.; Lar= Larva de Chirominidae; Ovo= Ovo de inseto; Rai= Raiz de macrófita; Det= detritos.

Para *H. argenteus* os Microcrustáceos e Insetos, durante a cheia e vazante do lago, estão porção superior esquerda do gráfico, indicando um consumo oportunista dentro destas categorias por alguns indivíduos, pois a frequência de ocorrência não ultrapassa 10% dos estômagos (Fig. 6). Ao ser analisada a matriz de correlação, foi verificado que o microcrustáceo consumido teve uma correlação negativa com espécies de Fitoplâncton, exceto para *Closterium* sp.. Dentre a categoria Fitoplâncton foi observado que a presença de alguns gêneros de algas estão fortemente associados de forma positiva com outros gêneros (em preto na tabela), por exemplo, o gênero *Aulacoseira* sp. com *Actinella* sp., e com os outras espécies ocorre uma relação negativa (em vermelho na tabela), como por exemplo a *Eunotia* sp. com *Cosmarium* sp., em relação aos ovos de inseto ocorreu correlação positiva com *Cosmarium* sp. e *Frustulia* sp., já as raízes de macrófita apresentou correlação positiva com *Actinella* sp. e *Frustulia* sp. Os detritos têm correlação positiva com alguns gêneros como *Cosmarium* sp. e negativa com outros, *Fragilaria* sp., em relação as raízes de macrófitas a correlação foi negativa (Tab. 5).

Figura 6. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para *Hemiodus argenteus* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen *et al.* (1996)).

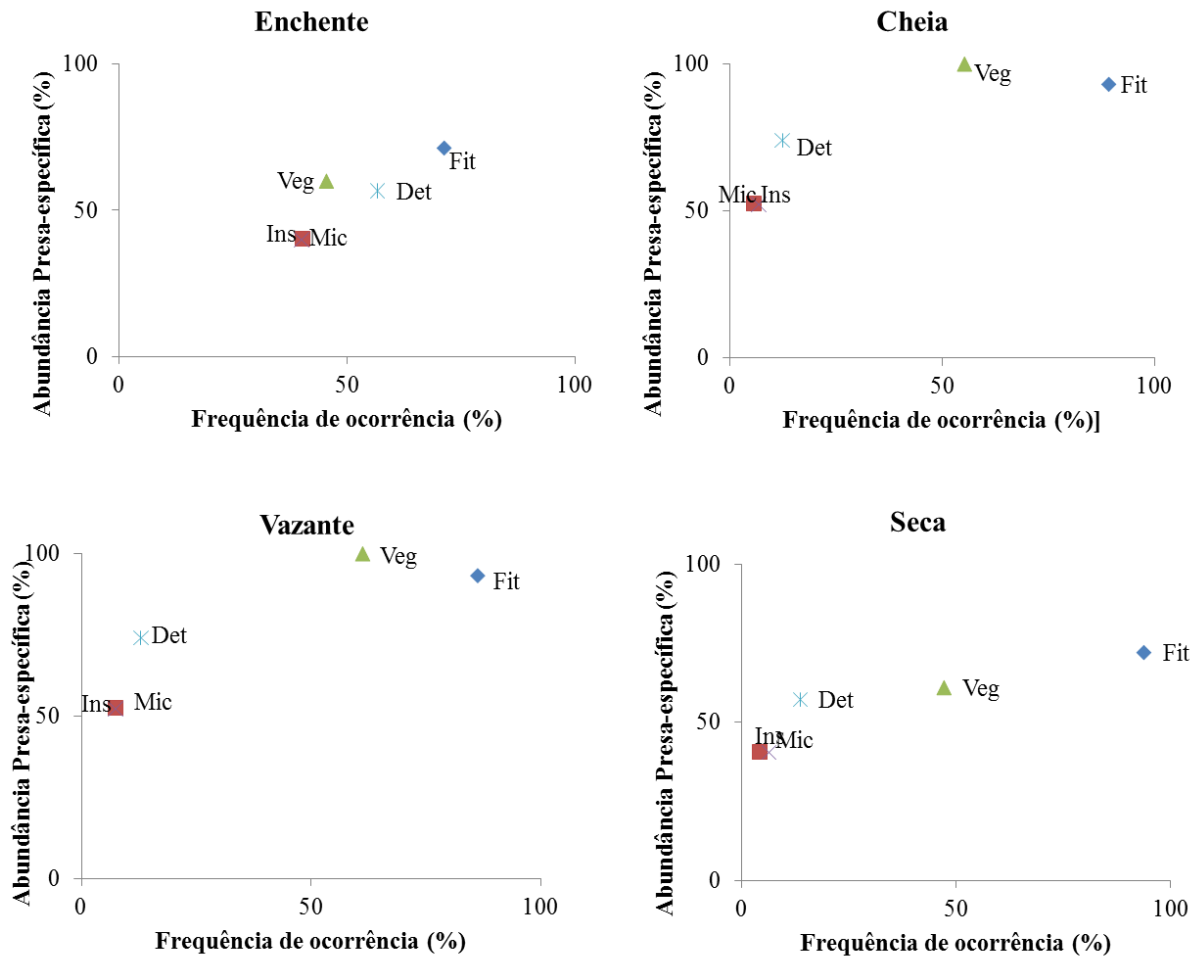


Tabela 5. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. argenteus* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão às correlações $r > 0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.

Dia	Mic	Fit										Ins	Veg
	Act	Aul	Clo	Cos	Des	Eun	Fru	Osc	Spi	Fra	Ovo	Rai	
Dia	1												
Act	0,32	1											
Aul	0,21	0,99	1										
Clo	0,86	-0,12	-0,03	1									
Cos	0,63	-0,53	-0,61	0,90	1								
Des	0,51	-0,56	-0,72	0,56	1	1							
Eun	-0,83	0,26	0,34	-0,91	-0,96	-0,85	1						
Fru	-1	-	-1	-1	-	1	1	1					
Osc	-0,92	-0,02	0,18	-0,83	-0,84	-0,81	0,95	1	1				
Spi	-0,82	-0,16	-0,31	-0,93	-0,75	-0,22	0,70	1	0,64	1			
Fra	-0,31	0,78	0,85	-0,55	-0,94	-0,93	0,79	-1	0,63	0,22	1		
Ovo	0,04	0,23	-0,46	-0,26	0,70	0,55	-0,14	1	-0,31	0,51	-0,31	1	
Rai	0,36	0,99	0,44	-0,16	-0,40	-0,01	0,04	1	-0,28	0,12	0,37	0,59	1

Det 0,24 | **-0,84 -0,73** 0,63 **1** **0,72 -0,72** **1** -0,47 -0,39 **-0,91** | -0,10 | **-0,68**

Mic= Microcrustáceo; Fit= Fitoplâncton; Ins= Insetos; Veg= Vegetal; Chy= *Chydorus* sp.; Dia= *Diaphanosoma* sp.; Act= *Actinella* sp.; Aul= *Aulacoseira* sp.; Clo= *Closterium* sp.; Cos= *Cosmarium* sp.; Des= *Desmidium* sp.; Eun= *Eunotia* sp.; Osc= *Oscillatoria* sp.; Spi= *Spirogyra* sp.; Fra= *Fragilaria* sp.; Lar= Larva de Chirominidae; Ovo= Ovo de inseto; Rai= Raiz de macrófita; Det= detritos.

Em relação à espécie *H. gracilis* as categorias Vegetal e Fitoplâncton também foram as mais importantes. Sendo que na vazante e seca o Fitoplâncton se destacou como presa mais importante, as categorias Detritos e Microcrustáceo ficaram mais abundantes no período de cheia, porém por poucos indivíduos, essa elevada abundância de presas, indica uma especialização por essas categorias durante esse período sazonal (Fig. 7).

A correlação mostrou que os microcrustáceos ingeridos tiveram uma relação positiva com espécies de Fitoplâncton, exceto com *Closterium* sp e *Oscillatoria* sp., tal categoria foi relacionada negativamente com os insetos, detritos e raiz de macrófita (com a última teve exceção de Acarina). A categoria Fitoplâncton apresentou uma correlação positiva entre alguns gêneros de algas, dos quais estão fortemente associados (em preto na tabela), como exemplo, entre *Aulacoseira* sp. e *Actinella* sp., e com os outros gêneros ocorre uma relação negativa (em vermelho na tabela), como por exemplo a *Eunotia* sp. com *Cosmarium* sp., em relação aos insetos se observa uma correlação positiva com *Closterium* sp. e negativa com *Cosmarium* sp., as raízes de macrófita mostraram uma correlação positiva com *Actinella* sp. e *Aulacoseira* sp. e negativa com *Closterium* sp. Os detritos têm correlação positiva com o gênero de Fitoplâncton *Closterium* sp., assim como, os ovos de inseto e negativa, por exemplo, com *Cosmarium* sp. (Tab. 6).

Figura 7. Estratégia alimentar nos períodos enchente, cheia, vazante e seca para *Hemiodus gracilis* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil representado através do diagrama de Costello (Amundsen *et al.* (1996)).

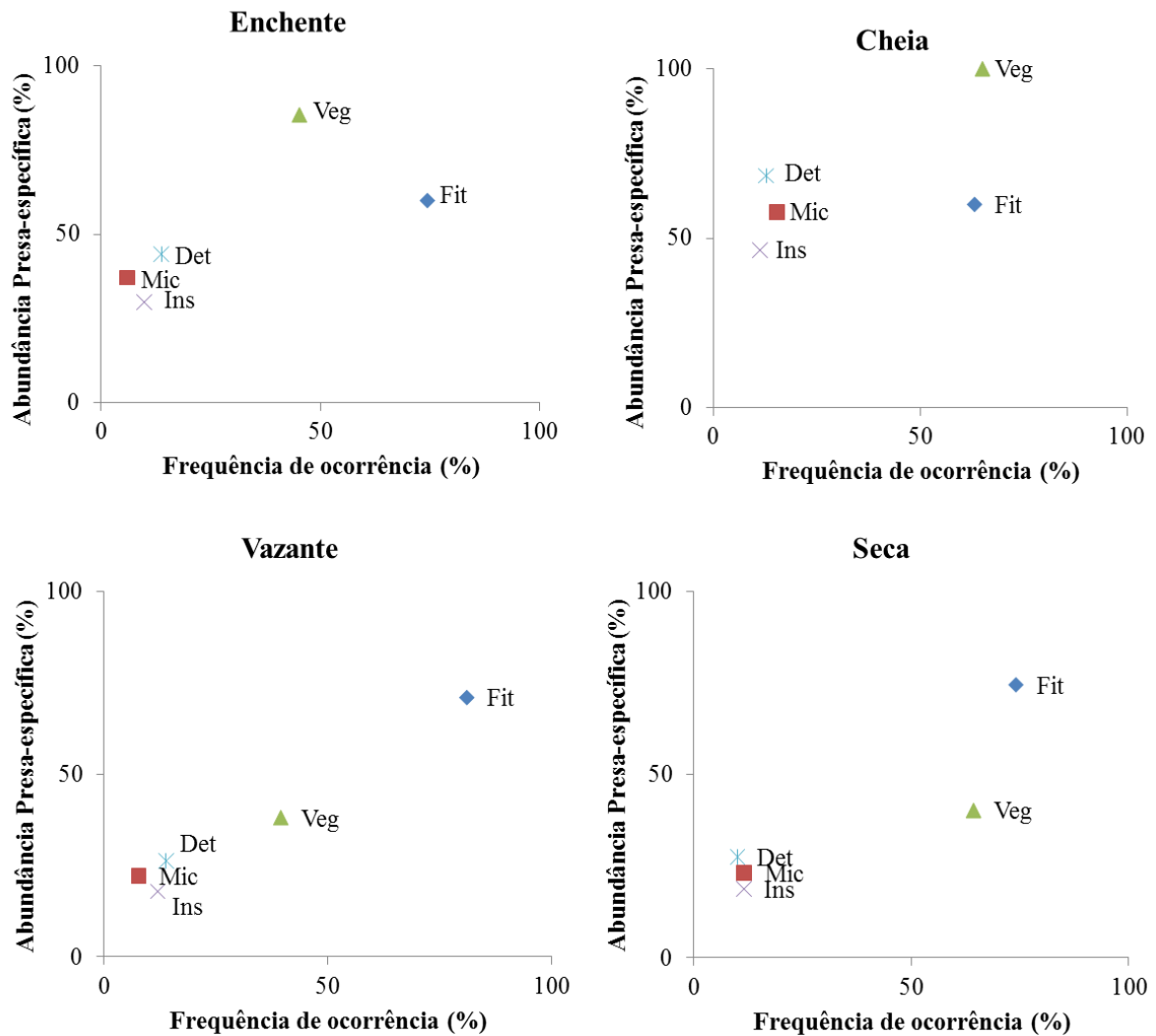


Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson para a espécie *H. gracilis* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil, em negrito estão às correlações $r = > 0,68$, em azul as positivas e em vermelho as negativas.

	Mic			Fit									Ins		Veg
	Aca	Chy	Dia	Act	Aul	Clo	Cos	Eun	Fru	Osc	Spi	Fra	Lar	Ovo	Rai
Aca	1														
Chy	-	1													
Dia	0,99	1	1												
Act	1	1	0,94	1											
Aul	0,99	1	0,97	0,84	1										
Clo	-1	-	-1	-1	-1	1									
Cos	0,76	-	0,66	0,79	0,68	-1	1								
Eun	-0,38	1	-0,19	-0,53	0,01	-1	-0,89	1							
Fru	-0,32	1	-0,28	-0,47	-0,05	1	0,37	0,68	1						
Osc	0,33	-1	0,21	0,51	0,10	1	0,86	-0,87	-0,25	1					
Spi	-0,23	1	-0,12	-0,46	0,08	-1	-0,80	1	0,70	-0,84	1				
Fra	-0,05	1	0	-0,33	0,15	-1	-0,69	0,91	0,33	-0,97	0,91	1			

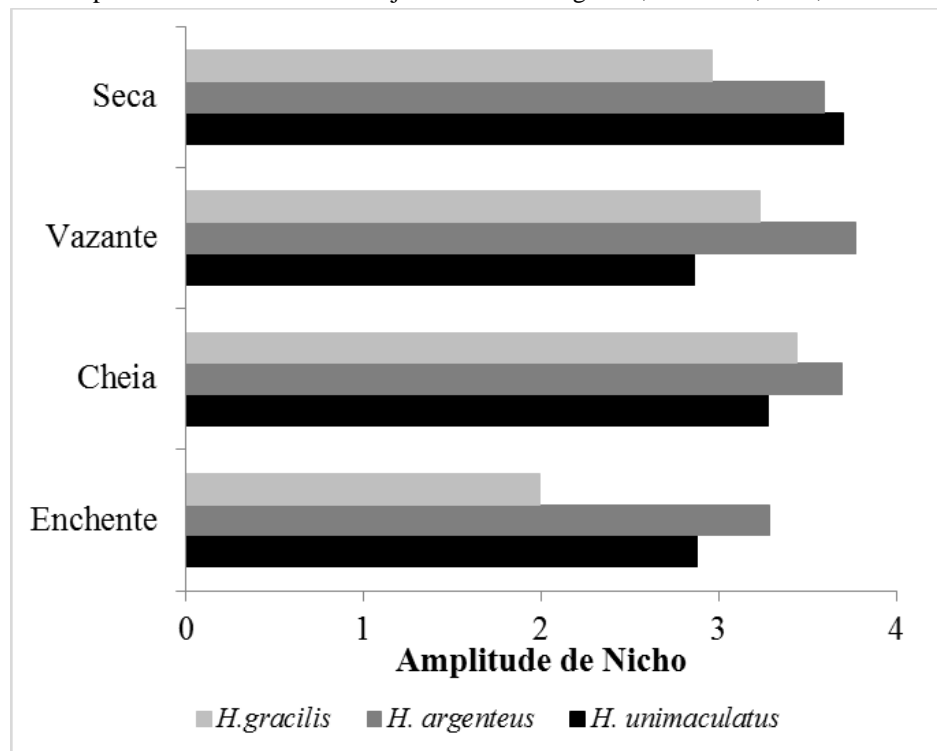
Lar	-1	-	-0,91	-1	-0,78	1	-1	0,57	0,92	-0,37	0,54	0,24	1		
Ovo	-0,72	-1	-0,61	-0,73	-0,60	1	-1	0,50	-0,08	-0,79	0,43	0,61	0,81	1	
Rai	1	-1	0,88	0,99	0,75	-1	0,77	-0,63	-0,60	0,55	-0,58	-0,41	-1	-0,66	1
Det	-0,89	-1	-0,62	-0,48	-0,76	1	-0,97	-0,22	-0,55	-0,18	-0,30	-0,06	0,12	0,74	0,03

Mic= Microcrustáceo; Fit= Fitoplâncton; Ins= Insetos; Veg= Vegetal; Chy= *Chydorus* sp.; Dia= *Diaphanosoma* sp.; Act= *Actinella* sp.; Aul= *Aulacoseira* sp.; Clo= *Closterium* sp.; Cos= *Cosmarium* sp.; Des= *Desmidium* sp.; Eun= *Eunotia* sp.; Osc= *Oscillatoria* sp.; Spi= *Spirogyra* sp.; Fra= *Fragilaria* sp.; Lar= Larva de Chirominidae; Ovo= Ovo de inseto; Rai= Raiz de macrófita; Det= detritos.

3.2.2 | Sobreposição alimentar e amplitude do nicho

Os valores da amplitude do nicho trófico das espécies variaram entre 2,0 e 3,8 para os quatro períodos analisados, com estreitamento no período de enchente com média ($2,7 \pm 0,54$) e maiores amplitudes durante a cheia com média ($3,5 \pm 0,17$) (Fig. 8). Considerando os valores da amplitude de nicho, observa-se, para os períodos de enchente, cheia, vazante e seca as três espécies apresentaram valores que os classificam como intermediários (B 2,0 a 4,5). No período de enchente apesar de terem sido encontrados 21 itens ingeridos por *H. gracilis*, a espécie apresentou menor amplitude do nicho (2,0) devido aos baixos volumes proporcionais para a maioria dos itens.

Figura 8. Amplitude de nicho trófico de Levins referente aos períodos de enchente, cheia, vazante e seca para as espécies de *Hemiodus* capturados de outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil.



Os valores de sobreposição alimentar interespecífica das espécies de *Hemiodus* estão representados na tabela 7. Esta análise mostrou que a sobreposição na dieta entre *H. argenteus*

e *H. gracilis*, *Hemiodus argenteus* e *H. unimaculatus* e *H. unimaculatus* e *H. gracilis* foram de altos para todos os períodos analisados, com um decréscimo no período de vazante e cheia para *H. unimaculatus*.

Tabela 7. Resultado da análise de sobreposição alimentar com índice de Pianka. Valores iguais ou maiores de 0.60 são considerados como alta sobreposição (negrito).

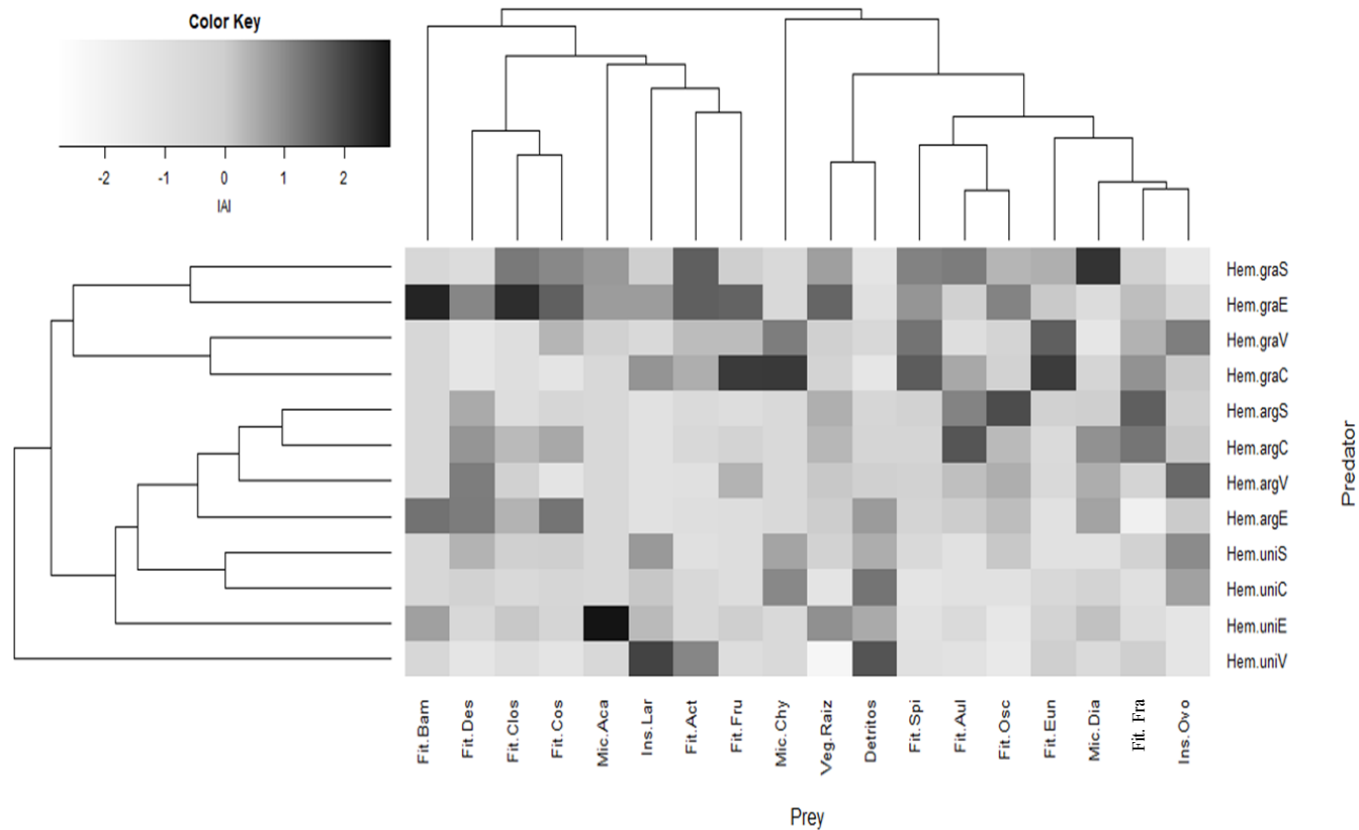
	Período Sazonal	Sobreposição alimentar de Pianka	
		<i>Hemiodus gracilis</i>	<i>Hemiodus unimaculatus</i>
<i>Hemiodus argenteus</i>	Enchente	0,89	0,99
	Cheia	0,93	0,71
	Vazante	0,97	0,69
	Seca	0,97	0,89
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Enchente	0,94	-
	Cheia	0,84	-
	Vazante	0,75	-
	Seca	0,95	-

A análise de agrupamento entre as amostras (espécies estudadas) mostrou a formação de dois grandes grupos bem definidos, representados pelas espécies *H. gracilis* e *H. argenteus* com *H. unimaculatus*, que foi dividido em 2 subgrupos separando essas duas espécies (Fig. 9). No agrupamento entre as variáveis (itens da dieta), no geral houve a formação de 2 grandes grupos caracterizados principalmente pela importância do recurso na dieta das espécies, ou seja, maiores valores de importância alimentar (%IAi) para o grupo da direita e menores valores para o da esquerda (Fig. 9). Já os subgrupos foram gerados com base na maior ou menor ocorrência de consumo entre as espécies e por período sazonal, ou seja, quanto mais consumido o item entre as espécies e/ou entre os indivíduos em diferentes épocas do ano, menor é a distância entre eles.

Através do mapa de calor é possível ver o gradiente de variação mostrado na formação dos agrupamentos, também é possível observar em diferentes gradientes a sobreposição da dieta entre as espécies e como elas se ajustam ao longo das variações sazonais através do aumento ou diminuição do consumo de determinado item (Fig. 9), que é o que determina a amplitude no nicho. Foi possível verificar que a dieta do *H. gracilis* é mais heterogênea, mesmo que o resultado da amplitude do nicho tenha mostrado o contrário devido ao baixo volume consumido de alguns itens, e que esta espécie compartilha de uma dieta semelhante e com grau de importância elevado com o *H. argenteus* (itens do grupo da direita) e em menor importância (%IAi mais baixos) com a espécie *H. unimaculatus* (através do consumo semelhante de Microcústáceo Acarina, larva de Chironomidae e *Actinella* sp.). O *H.*

argenteus e *H. unimaculatus* foram as espécies menos similares entre si, compartilhando apenas alimentos em baixa proporção de importância em alguns períodos sazonais específicos (Fig. 9).

Figura 9. Análise de Bray-curtis referente aos períodos de E = enchente, C = cheia, V = vazante e S = seca para as espécies de Hem.gra = *H. gracilis*, Hem.uni = *H. unimaculatus* e Hem.arg = *H. argenteus* capturados entre outubro/2016 a junho/2018 no lago Juá, Santarém, Pará, Brasil.



Fit.Bam= *Bambusina* sp.; Mic.Aca= Acarina; Fit.Act= *Actinella* sp.; Fit.Fru= *Frustulia* sp.; Mic.Chy= *Chydorus* sp.; Ins.Lar= Larva de Chironimidae; Veg.Raiz= Raiz de macrófita; Fit.Eun= *Eunotia* sp.; Mic.Dia= *Diaphanosoma* sp.; Fit.Fra= *Fragilaria* sp.; Ins.Ovo= Ovo de inseto; Fit.Spi= *Spirogyra* sp.; Fit.Aul= *Aulacoseira* sp.; Fit.Osc= *Oscillatoria* sp.; Fit.Clos= *Closterium* sp.; Fit.Cos= *Cosmarium* sp.; Fit.Des= *Desmidium* sp.

4 | DISCUSSÃO

É sabido que a intensidade de alimentação, assim como a qualidade do recurso ingerido em ambientes aquáticos amazônicos, é dependente da variação no nível das águas (Junk *et al.*, 1989, Neves dos Santos *et al.*, 2008) e que as espécies, dentro de uma faixa de amplitude trófica, podem se comportar de forma oportunista consumindo diferentes presas, como forma de suprir as necessidades energéticas, de acordo com sua estratégia de crescimento ou reprodutiva (Encina & Granado-Lorencio, 1997, Hoffmayer *et al.*, 2006). As espécies do gênero *Hemiodus* são comumente classificadas como detritívoras, invertívoras, herbívoras e onívoras (Ferreira *et al.*, 1998, Moreira, 2004, Poletto, 2005, Maquiaveli, 2006, Neves dos Santos *et al.*, 2008, Silva *et al.*, 2008, Dary, 2010, Trindade, 2012) e se alimentam constantemente, como pôde ser observado neste trabalho em que mais de 80% dos estômagos analisados continham conteúdo alimentar, com variações apenas na intensidade de ingestão de acordo com a sazonalidade.

A posição trófica do animal define o quanto ele necessita forragear em busca de alimento para sobreviver, sendo assim quanto mais próxima da base da cadeia alimentar maior será a necessidade de busca, devido ao baixo valor energético do alimento ingerido, o que justifica o baixo número de estômagos vazios encontrado para o gênero. Neves dos Santos *et al.* (2008), encontraram resultados semelhantes e mostraram que peixes que consomem alimentos com baixo teor energético passam mais tempo na busca em obtê-los para poder alcançar as necessidades diárias semelhantes aos que consomem presas com alto valor energético. Outros autores também já destacaram a necessidade constante de alimentação dos peixes de baixo nível tróficos (Pandian & Vivekanandan, 1985, Wootton, 1990, Moreira, 2004).

Os padrões de aquisição de energia podem variar ao longo do ciclo hidrológico, pois, a sazonalidade exerce uma forte influência no equilíbrio de nutrientes, nas interações tróficas e no ciclo de energia do meio aquático (Silva *et al.*, 2000, Neves dos Santos *et al.*, 2008). No período onde a disponibilidade de alimento é menor, o esforço para obtê-lo também pode aumentar ocasionando um maior gasto energético. O comportamento alimentar sazonal de *H. argenteus* foi distinto das outras duas espécies, com maior intensidade alimentar no período de cheia, sendo à única que seguiu o padrão considerado para regiões tropicais. Welcomme (1979), Goulding (1980) e Lowe McConnell (1999) mencionam que o principal período de alimentação e crescimento de peixes tropicais é o de cheia, quando ocorre maior oferta de

recursos alimentares. Pois, durante este período uma grande quantidade de matéria orgânica, proveniente da vegetação terrestre inundada, é utilizada como fonte de alimento pelos peixes (Junk, 1980). Para *H. unimaculatus* e *H. gracilis* a intensificação na atividade alimentar se deu durante na vazante e seca do lago. O fato dessas espécies se alimentarem com mais frequência durante o período em que o nível da água está menor pode estar relacionado ao local onde ocorre à busca do alimento. Nesse período se inicia o processo de decomposição das raízes e aumento de detritos orgânicos e inorgânicos que começam a se depositar no solo, local onde as duas espécies buscam seus alimentos conforme foi visto no mapa de calor.

Pesquisas anteriores já mostraram que a cheia e seca anuais promovem uma dinâmica muito própria de incorporação e ciclagem de nutrientes, onde o detrito é um dos componentes mais importantes na transformação de biomassa vegetal para animal (Junk *et al.* (1989), Neiff (1996, 1999), Junk (1997, 2001) e Junk & da Silva (1999)). O detrito da planície de inundação do Juá, tanto na época de cheia, em que foi retido pela macrófitas aquáticas submersas e flutuantes, quanto de vazante e seca depositado ao fundo do lago e nas raízes em decomposição, parece atender as necessidades nutricionais das espécies de *Hemiodus*, mesmo durante o período de água baixa quando a alimentação dos peixes torna-se restrita (Goulding, 1980, Lolis & Andrian, 1996).

É importante ressaltar que a ingestão de detritos e raízes de macrófitas para as três estudadas foi relacionada ao forrageamento e que a ingestão desses itens pode ser considerada uma ingestão acidental e não para utilização deles de forma nutricional. Como já discutido anteriormente, os detritos tem baixo valor energético, dessa forma algumas espécies precisam suprir a necessidade energética consumindo outros itens alimentares. Sabe-se que o hábito detritívoro impõe limitações nutricionais aos peixes, devido principalmente, aos baixos níveis proteicos deste recurso (Bowen, 1987, Gimenes *et al.*, 2004, Faria & Benedito, 2011). Assim, a principal fonte proteica para essas espécies são os microrganismos aderidos ao detrito e as raízes, que apresentam elevado conteúdo de proteínas (Goldman & Kimmel, 1978, Bowen, 1987).

Os itens alimentares algas, insetos e microcrustáceos já foram registrados como parte da alimentação de hemiodontídeos em outros ambientes naturais (Resende *et al.*, 1998, Zuanon & Ferreira, 2008) e corroboram os resultados encontrados na presente pesquisa. Como foi visto no mapa de calor, classe Bacillariophyceae (diatomáceas) foi o grupo de algas que se destacou durante o período de águas baixas e Zygnemaphyceae nas águas altas. Os insetos ingeridos pelas espécies estavam na fase de ovo e larva e foram consumidos durante

todo inundação do lago. Os microcrustáceos foram mais consumidos durante as águas altas, que pode estar relacionado ao aumento populacional de macrófitas aquáticas, que proporcionam maior oferta de nichos e hábitats ecológicos a serem exploradas pelos invertebrados. Mudanas na proporao dos recursos disponíveis e na produtividade primária do sistema são comuns quando comparamos períodos secos e chuvosos (Davies *et al.*, 2008).

A quantidade de algas do grupo diatomáceas foi presente na alimentaao das três espécies de *Hemiodus* durante todo o ciclo de inundaao, mas com maiores proporoes durante as águas baixas, ocasionando uma alta sobreposiao das dietas das espécies. Pena (2015) encontrou elevadas concentraoes de clorofila *a* no período de águas baixas no lago Ju , e sugeriu que isso ocorreu devido a uma estratégia fotoadaptativa dos organismos clorofilados presentes no lago. Wetzel (1983) e Tundise & Tundise (2008) relatam   adaptaao de algumas espécies de algas, principalmente ao grupo das diatomáceas, que é conhecido por possuir paredes celulares siliciosas e adaptaoes   baixa intensidade luminosa.

A ocorrência de alguns itens alimentares também inibiu ou aumentou a ocorrência de outros, como mostrou a análise de correlaao do Pearson. Os microcrustáceos estão relacionados ao tipo de alimento que as espécies de *Hemiodus* consomem, pois o zooplâncton *Chydorus* sp.   especializado em habitat as macrófitas aquáticas, já as *Diaphanosoma* sp. podem estar associadas ao detrito ou livre na coluna d' gua. Os ovos de insetos habitam tanto as macrófitas como o detrito, então o consumo desta presa   relacionado à quantidade de macrófitas ou detritos que as espécies consomem. Não esquecendo que os peixes detritívoros dependem da qualidade de seu forrageio.

As três espécies de *Hemiodus* apresentaram um número elevado de itens fazendo parte de suas dietas, que mostrou que elas utilizam um amplo espectro de presas disponíveis, *H. gracilis* foi a espécie com a dieta mais generalista, incluindo um número maior de presas do que as outras duas espécies, dessa forma ela se sobrepõem com *H. argenteus* e com *H. unimaculatus*. As três espécies adotaram uma estratégia alimentar generalista dentro da categoria trófica detritívora, o que pode explicar a alta sobreposiao alimentar, pois as espécies compartilharam muitos recursos entre si, contudo, com variaoes preferencias alimentares ao longo do ciclo de inundaao, como por exemplo, *H. gracilis* na seca preferiu se alimentar *Diaphanosoma* sp., *H. argenteus* de *Oscillatoria* sp., e *H. unimaculatus* de ovos de insetos.

Muitos autores apontam tendência de sobreposioes mais elevadas entre espécies de peixes em condioes de maior disponibilidade de alimentos, sendo que a sobreposiao de

nicho ocorre quando duas ou mais espécies utilizam o mesmo recurso, independentemente de sua abundância no ambiente (Zaret & Rand, 1971, Delbeck & Williams (1987) Abrams, 1980). Contudo, a alta sobreposição alimentar não é, necessariamente, um indicativo de que as espécies estão competindo pelos recursos, uma vez que para que haja disputa pelo alimento este deve ser escasso dentro do ambiente (Winemiller, 1989, Ferreira, 2007). Caso os recursos sejam abundantes mais espécies poderão compartilhá-los sem que ocorram interações competitivas negativas (Deus & Petrere-Junior, 2003).

Considerando essas informações, foi possível concluir que as espécies estudadas são dependentes do ciclo que envolve a presença da vegetação aquática. Isso significa que alterações relevantes no equilíbrio ecológico nesse ambiente podem provocar mudanças na quantidade e na qualidade de recursos alimentares para os organismos ao longo dos anos. O lago Juá já sofre com um processo de assoreamento do solo ocasionado pelo desmatamento e pelo aumento desordenado da urbanização, com consequente perda de profundidade, o que pode afetar diretamente os organismos aquáticos, com diminuição de habitats, redução de energia e nutrientes e alteração na qualidade da água (Pusey & Arthington, 2003; Arthington *et al.*, 2015). Segundo Fearnside (2005), o desmatamento e a consequente exposição do solo resultam por si só, em diversos impactos ambientais aos ecossistemas terrestres e aquáticos, como a perda de biodiversidade, na qualidade da água e mudanças na intensidade das variações no regime hidrológico. Quando se tem a intensificação da precipitação pluviométrica aliada à exposição do solo acelera o processo erosivo na área. Se o processo de assoreamento não for minimizado, poderão ocorrer inúmeros prejuízos à vida aquática ou até mesmo o desaparecimento, a longo prazo do lago.

REFERÊNCIAS

- Abelha, M. C. F.; Agostinho, A. A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* **23**, 425–434. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v23i0.2696>
- Abrams, P. (1980). Some comments on measuring niche overlap. *Ecology* **61**, 44–49. <https://doi.org/10.2307/1937153>
- Abreu, J. R. P. (2015). Gestão Ambiental Aplicada ao Urbanismo: Estudo de caso: Expansão Urbana no Município de Santarém - Pará - Brasil. <http://ppcs.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2015/reginaldo.pdf>
- Adite, A., Winemiller, K. (1997). Trophic ecology and ecomorphology of fish assemblages in coastal lakes of Benin, West Africa. *Ecoscience* **4**, 6–23. <https://doi.org/10.1080/11956860.1997.11682371>
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M. (2007). *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil* 1edn. Maringá: EDUEM.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M., & Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – Modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology* **48**, 607–614. doi: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x
- Ana. (2018). Portal Hidroweb. Agência Nacional de Águas. Brasília, Brasil. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf (Acessado pela última vez em 27 de março de 2019).
- Arthington, A. H., Godfrey, P. C., Pearson, R. G., Karim, F., Wallace, J. (2015). Biodiversity values of remnant freshwater floodplain lagoons in agricultural catchments: Evidence for fish of the Wet Tropics bioregion, northern Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **25**, 336–352. <https://doi.org/10.1002/aqc.2489>
- Benedito-Cecilio, E. & Araujo-Lima, C. (2002). Variation in the carbon isotope composition of *Semaprochilodus insignis*, a detritivorous fish associated with oligotrophic and eutrophic Amazonian rivers. *Journal of Fish Biology* **60**, 1603–1607. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1001.tb02453.x
- Bicudo, C. E. M., Menezes, M. (2006). *Gênero de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições* 2edn. São Carlos: RiMa.
- Bonato, K. O., Delariva, R. L., Silva, J. C. (2012). Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia* **29**, 27–38. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702012000100004>
- Bowen, S. H. (1987). Dietary protein requirement of fishes-a reassessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **44**, 1995–2001. <http://dx.doi.org/10.1139/f87-244>
- Buckland, A., Baker, R., Loneragan, N., Sheaves, M. (2017). Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey condition. *Fisheries Research* **196**, 126–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2017.08.003>
- Dary, E. P. (2010). Composição e estrutura trófica das assembleias de peixes em um trecho do médio rio Teles Pires, Mato Grosso, Brasil. <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/2151>
- Davies, P. M., Bunn, S. E., Hamilton, S. K. (2008). Primary Production in Tropical Streams and Rivers. In *Tropical Stream Ecology* (Dudgeon, D. ed), pp 23–42. Oxford, Elsevier.

- Delbeck, J. C. & Williams, D. D. (1987). Food resources partitioning between sympatric populations of brackishwater sticklebacks. *Journal of Animal Ecology* **56**, 949–967. DOI: 10.3923/pjbs.2007.335.341
- Deus, C. P. & M. Petrere-Junior. (2003). Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic Rainforest stream in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **63**, 579–588. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400005>.
- Encina, L. & Granado-Lorencio, C. (1997). Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Environmental Biology of Fishes* **50**, 75–84.
- Faria, A. C. E. A. & Benedito, E. (2011) Quality and digestibility of food ingested by different trophic fish groups in the Upper Paraná River floodplain. *Revista de Biología Tropical* **59**, 85–101. DOI: 10.15517/rbt.v59i1.3180
- Fearnside, P. M. (2005). Desmatamento na Amazônia brasileira história, índices e consequências. *Megadiversidade* **1**, 113-123. Disponível em: http://www.conservation.org.br/publicacoes/megadiversidade/16_fearnside
- Ferreira, E. J. G., Zuanon, J. A. S., Santos, G. M. (1998). *Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém, Pará* 1 edn. Brasília: Edições IBAMA.
- Ferreira, K. M. (2007). Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi Guaçu basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* **5**, 311–326. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252007000300012>.
- Gandini, C. V.; Boratto, I. A.; Fagundes, D. C. & Pompeu, P. S. (2012). Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **102**, 56–61.
- Gaspar da Luz, K. D., Abujanra, F., Agostinho, A. A., Gomes, L. C. (2001). Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* **23**, 401–407.
- Gazulha, V. (2014). *Zooplâncton Límnico* 1edn. Editora Technical Books, Rio de Janeiro: Technical Books.
- Giller, P. S. (1984). *Community Structure and the Niche* 1edn. New York: Chapman and Hall, London
- Giannes, M. F., Benedito-Cecilio, E., Takeda, A.M., Vismara, M.R. (2004) Availability of sedimentary organic matter for benthic fishes of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum Biological Sciences* **26**, 181–187. Doi: 10.4025/actascibiols.v34i4.9335
- Goldman, C. R., Kimmel, B. L. (1978) Biological processes associated with suspended sediment and detritus in lakes and reservoirs. In *Current Perspectives on River-Reservoir Ecosystems* (Cairns, J. Jr., Benfield, E. F., Webster, J. R. eds), pp. 19–44 North American Benthological Society, Virginia.
- Goulding, M. (1980) *The Fishes and the Forest. Exploration in Amazon Natural History* 1edn. Los Angeles: University of California Press.
- Goulding, M., Barthem, R., Ferreira, E. (2003). *The Smithsonian Atlas of the Amazon* 1edn. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Goulding, M., Carvalho, M. L., Ferreira, E. G. (1988). *Rio Negro: rich life in poor water. Amazonian diversity and ecology as seen through fish communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.

- Grenouillet, G., Pont, D., Seip, K. L. (2002). Abundance and richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers. *Ecography* **25**, 641–650.
- Grossman, G. D. (1986). Food resources partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *Journal of Zoology* **1**, 317–355.
- Guedes, A. P. P. (2010). Hábitos alimentares e organização trófica da comunidade de peixes da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Tese. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Hahn, N. S., Fugli, R., Peretti, D., Russo, M. R., Loureiro-Crippa, V. E. (2002). Estrutura trófica da ictiofauna da Planície de Inundação do alto rio Paraná. In *A planície de inundação do alto rio Paraná* (Agostinho, A. A., Thomaz, S. M., Rodrigues, L., Gomes, L.C eds), pp. 131–135. Relatório do Programa PELD/CNPq, Maringá.
- Hamada, N., Ferreira-Klepper, R. L. (2012). *Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Ducke*. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas.
- Hamada, N., Nessimian, J. L., Querino, R.B. (2014). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia* 1edn. Manaus: Editora do INPA.
- Hoffmayer, E. R., Parsons, G. R., Horton, J. (2006). Seasonal and interannual variation in the energetic condition of adult male Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae* in the northern Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology* **68**, 645–653. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00942.x>
- 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. *Journal of Animal Ecology* **19**, 36-58. doi: 10.2307/1570
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**, 411–429. doi: 10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x
- Junk, W. J., Bayley, P. B., Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic* **106**, 110-127.
- Junk, W. J. & Silva, C. J. O. (1999). O “conceito do pulso de inundação” e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. Anais Segundo Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio econômicos do Pantanal. Manejo e Conservação, pp. 17–28. EMBRAPA, Corumbá, Brasil: Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/807537/1/DOC94.pdf>
- Junk, W. J. (1980). Áreas inundáveis: um desafio para a Limnologia. *Acta Amazonica* **10**, 775–795. [http:// dx.doi.org/10.1590/1809-43921980104775](http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921980104775).
- Junk, W. J. (1997). General aspects of floodplain ecology with special reference to amazonian floodplains. In *The central-amazonian floodplain: Ecology of a pulsing system* (Junk, W. J., ed), pp. 3– 22. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Junk, W. J. (2001). The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics. *Verrh. Internat. Verein. Limol.* **27**, 3950–3953. <https://doi.org/10.1080/03680770.1998.11901733>
- Kawakami, E., Vazzoler, G. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **29**, 205-207. doi: 10.1590/S0373-55241980000200043

- Lolis, A. A. & Andrian, I. F. (1996). Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* **23**, 187–202.
- Lowe-McConnell, R. H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais* 1edn. São Paulo: EDUSP.
- Maquiaveli, C. C. (2006). Dieta e morfologia trófica de duas espécies simpátricas de peixes voadores (*Hemiodus microlepis* e *Hemiodus unimaculatus*) na região da UHE Luís Eduardo Magalhães-TO. <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/99564>
- Melack, J. M., Hesse, L. L. (2010). Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In *Amazonian Floodplain Forests: ecophysiology, ecology, biodiversity and sustainable management* (Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Wittmann, F., Schongart, J., Parolin, P. eds), pp. 43–59. Springer, Ecological Studies Series.
- Mérona, B.S.; Almeida, G. (2001). Short term effects of Tucucurí Dam (Amazonia, Brasil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes* **60**, 375–392.
- Moreira, S. S. (2004). Relações entre o ciclo hidrológico, atividade alimentar e táticas reprodutivas de peixes piscívoros e detritívoros na área do Catalão, Amazônia Central. <http://www.academia.edu/download/38080797.pdf>
- Neiff, J. J. (1996). Large rivers of South America: Toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **26**, 167–180. <https://doi.org/10.1080/03680770.1995.119000701>
- Neiff, J. J. (1999). El regimen de pulsos en rios y grandes humedales de Sudamerica. In *Temas sobre humedales subtropicales y templados de Sudamerica* (Malvárez, A. I. ed), pp. 97–146. Universidade Buenos Aires, Motevideo-Uruguay.
- Neves dos Santos, R., Ferreira, E. J. G., Amadio, S. (2008). Effect of seasonality and trophic group on energy acquisition in Amazonian fish. *Ecology of Freshwater Fish* **17**, 340–348. doi:10.1111/j.1600-0633.2007.00275.x
- Pena, Z. C. A. (2015). Avaliação espacial e temporal das taxas de sedimentação de um lago de água clara associado ao rio Tapajós, lago do Juá, Santarém-Pará-Brasil. <https://www.escavador.com/sobre/219602114/zelve-cristina-amazona-pena>
- Poleto, S. L. (2005). Estudo comparativo da alimentação de *Anodus orinocensis*, *Hemiodus unimaculatus* e *Hemiodus microlepis* (Characiformes, Hemiodontidae) no Lago Quatro Bocas, Araguaiana-MT. <https://www.escavador.com/sobre/3277681/stephania-luz-poleto>
- Pusey, B. J. & Arthington, A. H. (2003). Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: A review. *Marine and Freshwater Research* **54**, 1–16. <https://doi.org/10.1071/MF02041>
- Resende, E. K., Pereira, R. A. C., Almeida, V. L. L. (1998). *Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil* 1edn. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, Boletim de Pesquisa.
- Rodríguez, M. A. & Lewis, W. M. Jr. (1997). Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographs* **67**, 109–128. DOI: 10.2307/2963507
- Santos, G. M., Mérona, B., Juras, A. A., Jégu, M. (2004). *Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí* 1edn. Brasília: Eletronorte.
- Silva, C. C.; Ferreira, E. J. G.; Deus, C. P. (2008). Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã,

- Amazonas, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* **98**, 464–468. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212008000400008>.
- Silva, J. A. M., Pereira-Filho, M. & Oliveira-Pereira, M. I. (2000). Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) natural food. *Brazilian Journal Biology* **60**, 599–605. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000400009>
- Tejerina-Garro, F. L., Fortin, R., Rodríguez, M. A. (1998). Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes* **51**, 399–410. DOI 10.1023/A:1007401714671
- Tockner, K. & Stanford, J. A. (2002). Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation* **29**, 308–330. <https://doi.org/10.1017/S037689290200022X>
- Trindade, P. A. A. (2012). Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) (characiformes: hemiodontidae) no rio araguari, na área de influência da usina hidrelétrica Coaracy Nunes, Amapá, Brasil. <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/6006>
- Tundise, J. G. & Tundise, M. T. (2008). *Limnologia* 1edn. São Paulo: Oficina de Textos.
- Welcomme, R. L. (1979). *Fisheries ecology of floodplain rivers* 1edn. New York: London, Longman.
- Wetzel, R. G. (1983). *Limnology* 2edn. Saunders College Publishing, Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Winemiller K. O. (1989). Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* **81**, 225-241. DOI: 10.1007/BF00379810
- Wootton, R. J. (1990). *Ecology of teleost fishes* 1edn. New York: London, Chapman and Hall.
- Zacardi, D. M., Saraiva, M. L., Vaz, E. M. (2017). Caracterização da Pesca Artesanal praticada nos lagos Mapiri e Papucu às margens do rio Tapajós, Santarém, Pará. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* **10**, 31–43. Indexada na base de dados www.sumarios.org
- Zaret, T. M. & Rand, A. S. (1971). Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusivon principle. *Ecology* **52**, 336-342. <https://doi.org/10.2307/1934593>
- Zuanon, J. & Ferreira, E. (2008). Feeding Ecology of Fishes in the Brazilian Amazon - A Naturalistic Approach. In *Feeding and Digestive – Functions of Fishes* (Cyrino, J. E. P., Bureau, D. P., Kapoor, B. G. eds), pp. 1–35. Science Publishers.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS REPRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DAS ESPÉCIES *Hemiodus gracilis* E *Hemiodus argenteus* CAPTURADOS EM UM LAGO DE INUNDAÇÃO, NO RIO TAPAJÓS, SANTARÉM-PARÁ

Manuscrito em preparação para a revista “*Neotropical Ichthyology*”

A estimativa dos parâmetros populacionais de peixes é essencial para a interpretação de aspectos da estratégia de vida ligados à reprodução e crescimento, fornecendo subsídios para a elaboração de medidas eficientes na gestão dos estoques pesqueiros. Este estudo teve por objetivo avaliar o período reprodutivo e a composição bromatológica das espécies *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturadas em um lago de planície de inundação, localizado em Santarém, Pará, Brasil. Foram analisados 124 exemplares de *Hemiodus gracilis* sendo 24 machos, 54 fêmeas e 46 indivíduos com o sexo indeterminado, e 82 exemplares de *Hemiodus argenteus*, dos quais 18 eram machos, 37 fêmeas e 27 sem sexo determinado. Para *H. gracilis* tanto os machos, fêmeas e sexo indeterminado apresentaram crescimento alométrico negativo ($b=2,43$, $b=2,82$ e $b=2,81$), em *H. argenteus* tanto as fêmeas e sexualmente indiferenciados tiveram crescimento alométrico positivo ($b=3,76$ e $b=3,08$) enquanto que os machos apresentaram crescimento alométrico negativo ($b=2,21$). O fator de condição foi mais elevado nos machos de ambas às espécies. A proporção sexual para as duas espécies foi predominantemente de fêmeas em relação aos machos (2,5:1 para *H. gracilis* e 1,7:1 para *H. argenteus*, X^2 , $p<0,05$). A análise do período reprodutivo das espécies mostrou que elas utilizam o ambiente como área de berçário. Para o *H. argenteus* a análise de umidade apresentou média de $79,0 \pm 2,5$, cinzas de $5,0\% \pm 0,3$, proteína de $16,7\% \pm 3,0$ e lipídeos $4,7\% \pm 1,4$. Em *H. gracilis* as médias de umidade $77,9\% \pm 3,1$, cinzas de $4,5\% \pm 0,6$, proteína de $17,4\% \pm 2,5$ e lipídeos de $3,7\% \pm 0,4$. A análise de correlação de Pearson foi feita para verificar se existem relações entre os parâmetros bromatológicos com a relação gonadosomático (RGS). Para as duas espécies as correlações mostraram existência de relações positivas e negativas que variaram de média a alta. Baseado nos resultados se considera que o lago abriga uma grande quantidade de indivíduos em fase de crescimento e maturação gonadal, dessa forma a proteção da planície de inundação do lago Juá é necessária para conservação da fauna e flora da região.

Palavras-chaves: Bromatologia, Estrutura populacional, Peixe, Planície inundável, Reprodução.

The estimation of the fish population parameters is essential for the interpretation of life strategy aspects linked to its reproduction and growth, providing subsidies for the elaboration of efficient measures in the management of fish stocks. This study aims to evaluate the reproductive period and the bromatological composition of the *Hemiodus gracilis* and *Hemiodus argenteus* species captured in a floodplain lake located in Santarém, Pará, Brazil. Sixty - four specimens of *Hemiodus gracilis* were analyzed, 24 males, 54 females and 46 individuals with undetermined sex, and 82 *Hemiodus argenteus* specimens, of which 18 were males, 37 females and 27 without sex. For *H. gracilis*, both males, females and undetermined sex presented negative allometric growth ($b=2.43$, $b=2.82$ and $b=2.81$), in *H. argenteus* both females and sexually undifferentiated had positive allometric growth ($b=3.76$ and $b=3.08$)

while males presented negative allometric growth ($b=2.21$). The condition factor was higher in males of both species. The sex ratio for both species showed a predominance of females in relation to males (2.5:1 for *H. gracilis* and 1.7:1 for *H. argenteus*, X^2 , $p<0.05$). Analysis of the reproductive period of the species showed that they use the environment as a nursery area. For *H. argenteus* the moisture analysis presented a mean of 79.0 ± 2.5 , ashes of $5.0\% \pm 0.3$, protein of $16.7\% \pm 3.0$ and lipids $4.7\% \pm 1.4$. In *H. gracilis* the humidity averages $77.9\% \pm 3.1$, ashes of $4.5\% \pm 0.6$, protein of $17.4\% \pm 2.5$ and lipids of $3.7\% \pm 0.4$. The Pearson correlation analysis was performed to verify if there are any relationships between the bromatological parameters and the gonadosomatic relationship (RGS). For the two species the correlations showed existence of positive and negative relations that varied from medium to high. Based on the results, it is considered that the lake is home to a large number of individuals in the growth phase and gonadal maturation, so the protection of the floodplain of the Lake of Juá is necessary for the conservation of the fauna and flora of the region.

Key words: Bromatology, Populational structure, Fish, Floodplain, Reproduction.

1 Introdução

Os estudos sobre ecologia trófica têm ganhado destaque, pois estão relacionados diretamente à obtenção de energia e contribuem na compreensão dos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (Bonato *et al.*, 2012; Gandini *et al.*, 2012). Juntamente com este recurso também é utilizada a análise bromatológica que mostra as características nutricionais dos peixes. Os aspectos nutricionais são influenciados por fatores ambientais, além de idade, reprodução, espécie, sexo e histórico alimentar (Grigorakis, 2007).

Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 85% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de extrato etéreo e 1 a 2% de minerais (Ogawa & Koike, 1987). Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade e da parte do corpo analisada (Castagnolli, 1979; Machado, 1984; Junk, 1985) e são controlados principalmente pela intensidade de alimentação.

Em ambientes naturais os peixes equilibram sua dieta escolhendo os alimentos que melhor suprem suas exigências nutricionais e preferências alimentares, principalmente durante a fase de preparação para a reprodução. Dessa forma, a sua nutrição pode influenciar a reprodução, o desenvolvimento gonadal, o número e a qualidade de ovócitos e espermatozoides (Navarro *et al.*, 2006). Em regiões tropicais a alimentação dos peixes é

fortemente relacionada com as oscilações do nível das águas, as enchentes têm efeitos diretos nas modificações na composição das comunidades, disponibilidade de alimentos e nos padrões de ciclagem de nutrientes (Abujanra *et al.*, 2009; Brito *et al.*, 2014). Efeitos indiretos são notados através de adaptações evolutivas desenvolvidas pelas espécies, em especial, os comportamentos de reprodução e migração (Junk & Wantzen, 2004).

A reprodução ocorre quando as condições do ambiente se encontram favoráveis para se obter sucesso máximo na geração de descendentes (Wootton, 1990). Sendo que, um dos requisitos básicos para isso é a busca da manutenção de um equilíbrio energético positivo, onde o aumento na intensidade de alimentação resultará no maior ganho de energia (Huey *et al.*, 2001).

As variações sazonais às quais as populações são submetidas podem ser perfeitamente acompanhadas através do fator de condição, que é um indicador quantitativo do grau de bem estar do peixe frente às condições ambientais, refletindo balanço metabólico e estado fisiológico de populações ao longo de atividades cíclicas ou inerentes à estratégia de vida (Gomiero & Braga, 2003; Guidell *et al.*, 2011; Benacon *et al.*, 2015). O fator de condição é particularmente útil para detectar períodos de restrição alimentar e desova, quando se observa súbita redução neste indicador devido relação direta entre as reservas energéticas corporais e os parâmetros de fecundidade em fêmeas e machos (Gomiero & Braga, 2005, 2006; Duponchelle *et al.*, 2007; Teletchea *et al.*, 2009).

Os *Hemiodus* são animais que habitam ambientes lóticos e lênticos (Silva *et al.*, 2008). Os ambientes lênticos, como planícies de inundação, são importantes para a alimentação e reprodução de espécies deste gênero, pois disponibiliza uma grande variedade de itens alimentares. Os lóticos também são importantes para a manutenção e sobrevivência, pois fornecem habitat e alimento. O gênero *Hemiodus* pertence à família Hemiodontidae e ordem Characiforme, são peixes de pequeno a médio porte, com o corpo fusiforme e hidrodinâmico, com comprimento padrão variando de 7 a 30 cm, e que exibem grande variação no padrão de coloração, porém a maioria apresenta uma mancha escura circular nas laterais do corpo e uma pequena listra escura ao longo do lobo inferior da nadadeira caudal (Beltrão & Zuanon, 2012).

Pouco se sabe a respeito da participação das espécies do gênero no mercado tradicional de pescado. No entanto, são bastante consumidos na região do médio e baixo amazonas pela população local, além de servirem de alimentos para outras espécies de peixes (Chicrala, 2013). Um exemplo de sua importância está no tradicional festival do charutinho que ocorre em algumas praias da região, destacando a Praia de Pontas de Pedras, durante o

período de vazante dos rios que é a época de pesca mais intensa e em que os exemplares das espécies estão descendo o rio à procura de lagos ou rios de menor ordem para se reproduzir e se alimentar, facilitando a captura destes animais. Em alguns locais da região de Santarém o charuto é comercializado como petiscos nos bares e restaurantes localizados nas praias, que recebem um grande número de turistas, evidenciando a importância do consumo de pequenas espécies de peixes (Hallwass, 2015).

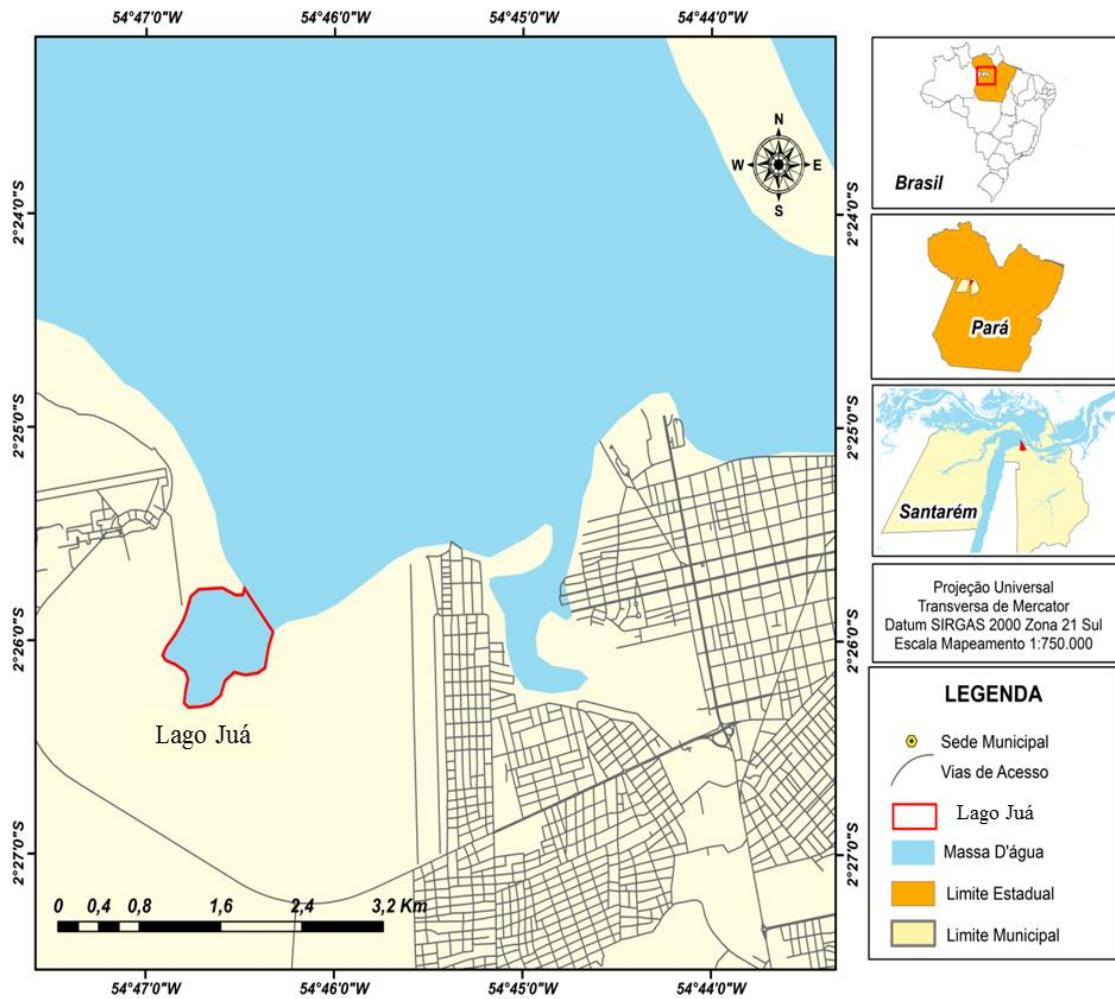
Informações sobre as necessidades nutritivas também são limitadas, o que impossibilita fazer comparação sobre a eficiência na conversão do alimento em energia. Além disso, obter o conhecimento sobre a qualidade de sua carne, em relação às concentrações de matéria seca, umidade, proteína, lipídeos e matéria mineral, são de significativa importância, pois além de permitir agregar valor ao que é obtido na pesca extrativista, pode servir como uma opção adicional a cultivo na aquicultura. Considerando esses fatores, o objetivo deste trabalho foi avaliar o período reprodutivo e a composição bromatológica das espécies *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturadas em um lago de planície de inundação, localizado em Santarém, Pará, Brasil.

2 Material e Métodos

2.1 Área de estudo. O estudo foi realizado no lago Juá, sob as coordenadas S-2°25'55" e W-54°46'36", e que está localizado na região do Baixo Tapajós, na margem direita do rio Tapajós e a cerca de 9 Km da cidade de Santarém-PA (Fig. 1). O rio Tapajós possui 1.992 km de extensão, drenando uma área de 489.628 km² (Goulding *et al.*, 2003).

Em épocas de cheia, o lago é inundado pelo rio, e durante a seca, apresenta-se margeado por uma extensa área de praia de areia branca e por mata ciliar. O lago sofre influência de dois corpos hídricos de menor ordem, assim como pela periodicidade regular das oscilações anuais do ciclo hidrométrico do rio Tapajós e Amazonas e das chuvas locais. Adicionalmente existe um canal de conexão permanente que liga o rio e o lago, o que possibilita o seu abastecimento com água mesmo no período da seca. O lago também é utilizado para atividades de pesca artesanal, por pescadores de várias localidades e lazer de banhistas locais e turistas (Abreu, 2015), principalmente, por estar localizado dentro da área urbana da cidade.

Figura 1. Localização da área de estudo: Lago Juá.



2.2 Coleta e processamento das amostras. As coletas foram realizadas mensalmente, entre os meses de setembro de 2016 a junho de 2018. O período sazonal foi caracterizado pelos meses de setembro a dezembro (representando o período de vazante e seca) janeiro a junho (o período de enchente e cheia). Os espécimes foram capturados com auxílio de uma embarcação com casco de madeira utilizada pela pesca artesanal, conhecida popularmente por “rabeta”. Foi utilizada uma bateria de malhadeiras com malhas variando entre 25 e 120 mm entre nós opostos com 10 m de comprimento cada, amplitude de 1,5 a 2,0 m de altura, as redes permaneciam na água por um período de 4 horas no turno da manhã e 5 horas pela noite.

Os peixes capturados foram separados por espécie e posteriormente congelados e destinados ao Laboratório de Tecnologia de Produto de Origem Animal – IBEF – UFOPA (LTPOA) onde foi realizada a biometria de cada exemplar e mensurados o comprimento total (cm) com uso de uma régua e peso total (g) por meio de uma balança de precisão.

Posteriormente estes foram eviscerados, através de uma incisão longitudinal na região ventral para retirada das gônadas, as quais foram verificadas quanto ao peso total (PTg) com precisão de 0,001g. Para a análise macroscópica das gônadas, visando à identificação do sexo e determinação do estágio de maturação, adotou-se a terminologia proposta por Brown-Peterson *et al.* (2011): A. Fase imatura; B. Fase de desenvolvimento; C. Fase de capacidade de desova; D. Fase de regressão; E. Fase de regeneração. Não foram encontrados nenhum exemplar das espécies nas fases D e E.

Aspectos reprodutivos

Foi estimado a proporção de machos e fêmeas em relação aos meses estudados através do teste de χ^2 considerando a proporção de 1 macho para 1 fêmea (Zar, 2010).

A relação peso-comprimento foi calculada, para machos, fêmeas e sexos agrupados, ajustando a equação $W = aL^b$, onde: W= peso total (g); L= comprimento total (cm); a= é o coeficiente da relação aritmética peso-comprimento; b= é o parâmetro exponencial da forma aritmética da relação peso-comprimento (Froese, 2006). Após esta a análise, foi possível classificar o crescimento em: $b < 3$, alométrico negativo, quando a variável dependente (Y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (X); $b > 3$, alométrico positivo, a variável independente (Y) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente (X) e $b = 3$, quando as partes morfométricas (X e Y) crescem de maneira uniforme (Froese, 2006).

A partir da relação peso total/comprimento total, definiu-se o fator de condição (K), pelo método alométrico, para cada indivíduo. Calculou-se K conforme a expressão: $K = W/L^b$, onde b é o coeficiente da relação peso total/comprimento total.

Para determinar a época de reprodução foi calculada a relação gônadosomática (RGS), bimensalmente, considerando as fêmeas em estádios de maturação "B" "C" e "D" a fim de expressar a porcentagem que as gônadas representam do peso corporal, como indicador das variações do desenvolvimento gonadal ao longo do ciclo anual (Vazzoler, 1996; Brown-Peterson *et al.*, 2011). Foi determinada pela relação entre o peso da gônada (Pg) e o peso do corpo (Pc) através da expressão: $IGS_2 = Pg/Pc * 100$, o peso do corpo é determinado pela diferença entre o peso total (Pt) e o peso da gônada, através de $(Pc = Pt - Pg)$. Adicionalmente, o ambiente foi classificado quanto o seu uso em diferentes épocas do ano em: uso para reprodução (gônadas C e D) e crescimento (A), repouso e/ou desenvolvimento (B).

Análise bromatológica

As metodologias das análises adotadas seguiram recomendação da (Association of Official Analytical Chemists – AOAC, 2005), sendo cada peixe analisado em triplicata. Foi analisado o filé sem pele e isentos de espinhas intramusculares. Estas foram homogeneizadas e acondicionadas em placas de pétri antes da realização das determinações químicas descritas a seguir.

Umidade: O teor de umidade presente nas amostras foi determinado por secagem em estufa a 105 ± 5 °C pelo método gravimétrico, sendo então obtido por diferença de peso, determinada através da metodologia descrita na (AOAC, 2005). Após secagem, o material foi finalmente moído em cadinho de porcelana para posteriores análises química.

Proteína bruta (PB): Foi calculada a quantidade de proteína presente nas amostras através da determinação do nitrogênio total, pelo método de Micro-Kjeldahl. As concentrações de proteína bruta das amostras foram obtidas multiplicando-se os valores de nitrogênio total pelo fator de conversão desses valores em proteína bruta ($\times 6,25$), expressos em base seca. A proteína bruta seguiu a metodologia descrita na (AOAC, 2005).

Lípídeos Totais (LT): Para a determinação do teor de lipídeo total, foi usado o método de extração a frio. Os lipídeos foram extraídos basicamente com clorofórmio/metanol, a evaporação do solvente foi realizado através da estufa a 50 °C, por aproximadamente 3 horas (Folch et al., 1957).

Cinza: A fração cinza compreende o resíduo mineral fixo que não é destruído pela queima da amostra analisada. As concentrações de cinza total foram determinadas em amostras incineradas em mufla a 550°C, até obtenção de peso constante (AOAC, 2005).

Intensidade alimentar: Para verificar intensidade alimentar foi utilizado o Índice de Repleção (IR) de acordo com valores estimados no capítulo 1, que faz a relação entre o peso total do conteúdo alimentar (Pest) com o peso total do indivíduo (PT): $IR = Pest/PT$.

2.3 Análise de dados. Os dados referentes à composição bromatológica foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em caso de diferenças estatísticas foi aplicado o teste de Tukey, a 5% ($P < 0,05$).

Para comparar o comprimento total de machos e fêmeas foi usado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, uma vez que não foram atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade avaliados por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. A proporção de machos e fêmeas em relação ao total, classes de

tamanho e os meses foi calculada e comparada através do teste de χ^2 considerando 1 macho para 1 fêmea (Zar, 2010). Em todos os testes foi considerado o nível de significância de 5%.

Em relação às variações isométricas, para verificar se foram realmente significativas foi utilizado o teste t student de acordo com Zar (2010). Também com relação à alometria, o Índice b, foi comparado entre machos e fêmeas e testado (teste t).

As médias bimestrais tanto de Δ IGS, Δ K, IR foram comparadas ao longo do tempo e relacionadas com o ciclo hidrológico para determinar as condições dos animais durante a reprodução e alimentação, de acordo com os bimestres. O teste não paramétrico da correlação de Pearson foi aplicado entre Δ K, Δ IGS, IR e nas análises bromatológicas para examinar possíveis relações entre o período reprodutivo com as quantidades dos constituintes do corpo dos peixes.

3 Resultados

Aspectos reprodutivos

Foram analisados 124 exemplares de *Hemiodus gracilis* sendo 24 machos, 54 fêmeas e 46 indivíduos com o sexo indeterminado, e 82 exemplares de *Hemiodus argenteus*, dos quais 18 eram machos, 37 fêmeas e 27 sem sexo determinado. A espécie *H. gracilis* apresentou uma variação no comprimento total para os sexos agrupados de 4,3 a 16,8 cm com média de $12,2 \pm 2,2$ cm, para as fêmeas foi de 10 a 16,8 cm com média de $12,9 \pm 1,7$ cm e machos de 10,3 a 15 cm com média de $12,1 \pm 1$ cm (Tab. 1). Considerando a biomassa a variação na amplitude foi de 1,2 a 34,6 g com média de $15,43 \pm 5,9$ g para os indivíduos agrupados, 11,3 a 33,3 g com média de $18,37 \pm 4,8$ g para as fêmeas e de 13 a 27,1 g com média de $16,24 \pm 2,7$ g para os machos (Tab. 1). Já o *H. argenteus* apresentou comprimento total variando de 10,6 a 21,1 cm com média $16 \pm 2,4$ cm para sexo agrupado, as fêmeas foi de 11 a 21,1 cm com média $16,9 \pm 2,3$ cm e os machos 12,6 a 19,4 cm com de média $15,7 \pm 2$ cm (Tab. 1). A amplitude de peso para o sexo agrupado foi 9,6 a 85,8 g com média $38,2 \pm 18,7$ g, para as fêmeas 16,2 a 85,8 g e média $42,5 \pm 20$ g e para os machos de 35,4 a 71,1 g com média $35,4 \pm 16,1$ g. Apesar de as fêmeas de *H. gracilis* e *H. argenteus* apresentaram maior comprimento médio em comparação aos machos, assim como, maior peso, não houve diferença significativa nos valores médios para os sexos (Kruskall-Wallis, $p > 0,05$). Para biomassa apenas o *H. argenteus* mostrou diferença significativa entre os sexos, onde as fêmeas apresentaram maior peso (Kruskall-Wallis-Dunn; $p < 0,05$).

Pela análise de regressão podemos ver que apenas o *H. gracilis* apresentou alometria negativa tanto por sexo como agrupados e o *H. argenteus* alometria positiva para as fêmeas e sexo agrupado e negativo para os machos, no entanto diferença significativa foi observada apenas para os sexos agrupados da primeira espécie e para as fêmeas da segunda espécie (teste t; $p < 0,05$) (Tab. 1). A falta de variação significativa provavelmente foi influenciada pela amplitude do intervalo de confiança (CI) para o coeficiente b (Tab. 1).

Avaliando a proporção sexual, para as duas ocorreu um predomínio de fêmeas em relação aos machos (2,5:1 para *H. gracilis* e 1,7:1 para *H. argenteus*, X^2 , $p < 0,05$). Considerando a variação bimensal, para *H. gracilis* somente foi possível fazer o teste do X^2 para o primeiro, segundo e quarto bimestre, dos quais no primeiro e no segundo foi observado que houve aumento significativo na proporção de fêmeas (X^2 , $p < 0,05$), no primeiro (proporção de 5,3:1) e no segundo bimestre (proporção 7:1, Tab. 2). Em relação ao *H. argenteus*, aumento significativo para as fêmeas terceiro (proporção de 4:1) e quinto bimestre (X^2 , $p < 0,05$) e no quinto bimestre (proporção de 5:1, Tab. 2).

Tabela 1. Amplitude na variação de comprimento (cm) e peso (g) de *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturados no período de outubro 2016 a junho de 2018, no Lago Juá, Santarém, Pará, Brasil.

Espécies	Sexo	N	Comprimento (cm)		Peso (g)		Regressão paramétrica					
			Média	Min-Máx	Média	Min-Máx	α	95%CI de α	b	95%CI de b	R ²	K
<i>Hemiodus gracilis</i>	SA	124	12,2 ±2,2	4,31-16,8	15,43 ±5,9	1,20-34,6	0,0135	0,0111-0,0165	2,81	2,72-2,88	0,98	0,014 ±0,001
	M	24	12,1 ±1	10,3-15,0	16,24 ±2,7	13,0-27,1	0,0353	0,0078-0,1598	2,43	1,83-3,02	0,81	0,035 ±0,002
	F	54	12,9 ±1,7	10,0-16,8	18,37 ±4,8	11,3-33,3	0,0137	0,0064-0,0296	2,82	2,50-3,10	0,92	0,014 ±0,001
<i>Hemiodus argenteus</i>	SA	82	16 ±2,4	10,6-21,1	38,2 ±18,7	9,6-85,8	0,0054	0,0040-0,0130	3,08	2,86-3,28	0,91	0,007 ±0,001
	M	18	15,7 ±2	12,6-19,4	35,4 ±16,1	35,4-71,1	0,0900	0,0489-0,1657	2,21	1,99-2,42	0,97	0,09 ±0,004
	F	37	16,9 ±2,3	11,0-21,1	42,5 ±20	16,2-85,8	0,0010	0,0001-0,0056	3,76	3,16-4,35	0,84	0,001 ± 0,0

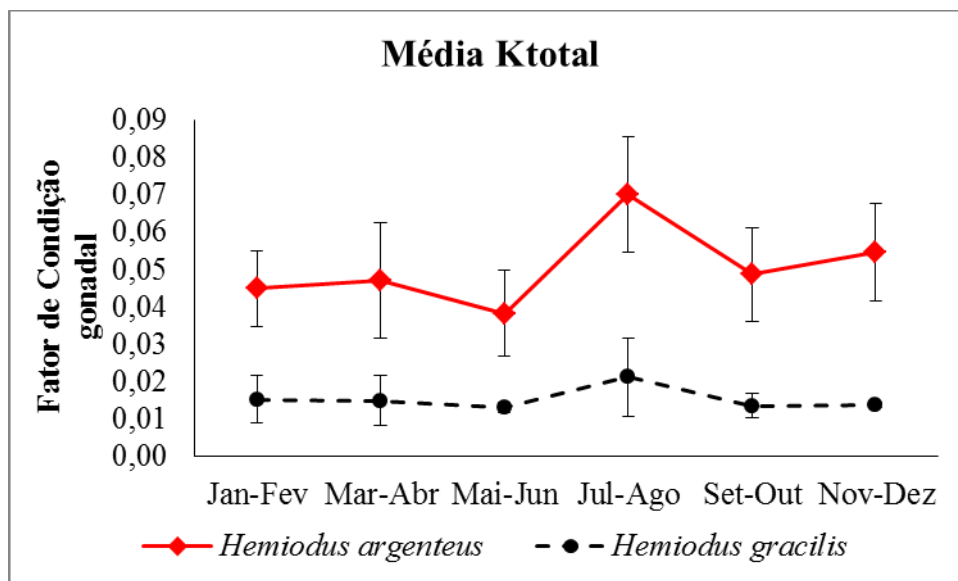
SA= sexo agrupado, M= machos, F= fêmeas, DP= desvio padrão, α = intercepto da curva de regressão, b= curva de regressão, CI – Intervalo de confiança; R²= Coeficiente de Pearson r-quadrado, os valores em negrito foram que apresentaram diferenças significativas pelo teste t de Student, += Alometria positiva, -= Alometria negativa.

Tabela 2. Variação mensal de *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturados em outubro de 2016 a junho de 2018. NF= número de fêmeas, NM= número de machos. Em vermelho os valores X² com p<0,05.

Bimestre	<i>Hemiodus argenteus</i>						<i>Hemiodus gracilis</i>					
	NF	NM	%F	%M	X ²	F:M	NF	NM	%F	%M	X ²	F:M
Jan-Fev	7	9	43,75	56,25	0,8	0,8:1	16	3	84,2	3,6	23,4	5,3:1
Mar-Abr	5	3	62,5	37,5	3,1	1,7:1	7	1	87,5	1,1	28,1	7:1
Mai-Jun	4	1	80	20	18	4:1	9		100	0,0		
Jul-Ago	2	3	40	60	2,0	0,7:1	12	18	40	45,0	2,0	0,7:1
Set-Out	15	3	83,33	16,67	22,2	5:1	5		100	0,0		
Nov-Dez	7	4	63,64	36,36	3,7	1,8:1	7		100	0,0		
Total	40,0	23,0	63,5	36,5	3,6	1,7:1	56	22	71,8	28,2	9,5	2,5:1

O fator de condição gonadal para as espécies *H. gracilis* e *H. argenteus* começou a se elevar entre o terceiro bimestre, alcançando o máximo no bimestre seguinte (Fig. 2). Na comparação entre as espécies, como o esperado, houve diferença significativa em todos os bimestres (teste t; p<0,05).

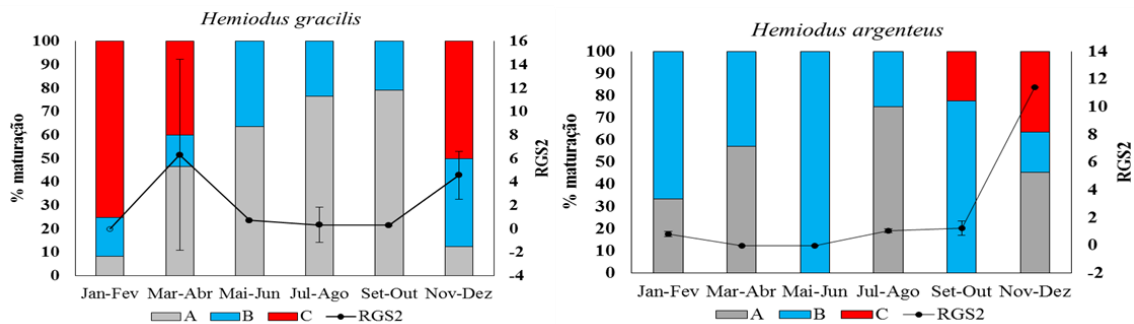
Figura 2. Fator de condição gonadal de *Hemiodus gracilis* e *Hemiodus argenteus* capturados no período de outubro de 2016 a junho de 2018.



A análise do período reprodutivo de *H. gracilis* e *H. argenteus* mostrou que as espécies utilizam o ambiente como área de crescimento e desenvolvimento, onde o *H. gracilis* apresentou 61,2% dos indivíduos com gônadas em estágio de desenvolvimento A, destacando os meses entre maio e outubro, e para *H. argenteus* com 40,3%, principalmente nos meses de janeiro abril e julho e agosto (Fig. 3). Gônadas em desenvolvimento e/ou repouso (B) estiveram presente em todos os períodos amostrados, no entanto as gônadas em estágio C, que

representa o período reprodutivo, foram identificadas em maior proporção entre os meses de novembro a abril para o *H. gracilis*, com proporção variando entre 17,4 a 75% e entre os meses de setembro a dezembro para o *H. argenteus*, com proporção variando entre 10,4 a 36,4% (Fig. 3). Não houve captura de indivíduos em estágio reprodutivo D (desovado), o que pode ser um indicativo de que as duas espécies não utilizam o lago onde se desenvolvem para desova. Os resultados do desenvolvimento gonadal corroboram os valores da relação gonadosomático-RGS2 (Fig. 3), exceto para os meses de janeiro e fevereiro onde o índice foi estimado para um baixo número de indivíduos.

Figura 3. Classificação bimensal dos estágios reprodutivos e da Relação Gonadosomático (RGS) para espécies *H. gracilis* e *H. argenteus* capturados no lago Juá entre os anos de 2016 a 2018. Classificação das gônadas: A– Imaturo; B– em desenvolvimento/repouso; C– Maduro.



Aspectos Nutricionais

Para o *H. argenteus* a análise de umidade apresentou valores que variaram de 76,9 % em janeiro para 81,9 % em abril, com média de $79,0 \pm 2,5$; com diferenças significativas entre os meses de abril, dezembro e janeiro (Teste t; $p < 0,05$; Tab. 3). Já a proporção de cinzas variou de 4,8 % em dezembro para 5,3 % em janeiro e junho, com média de $5,0\% \pm 0,3$. Este parâmetro não sofreu grandes variações durante os meses de estudo, contudo houve diferenças significativas em janeiro com os meses de abril, setembro e dezembro (Teste t; $p < 0,05$; Tab. 3).

Quanto a proteína, as proporções variaram de 15,6 % a 20,5 %, com média de $16,7\% \pm 3,0$; diferenças significativas foram encontradas nos meses de janeiro com abril, junho e setembro e em dezembro com abril, junho e setembro (Teste t; $p < 0,05$; Tab. 3). As proporções de lipídios foram as que apresentaram uma das variações ao longo dos meses. Dos quais foram encontradas proporções entre 3,0 % em setembro a 6,4% em janeiro, apresentando uma média de $4,7\% \pm 1,4$; diferenças significativas foram encontradas entre os meses de setembro com janeiro, abril e dezembro e entre janeiro e junho (Teste t; $p < 0,05$).

Para o *H. gracilis* a análise de umidade apresentou valores que variaram de 73,9 a 86,7%, com média de 77,9% \pm 3,1 (Tab. 3). Comparando os meses estudados foi observado que em março ocorreram as maiores proporções e em setembro as menores, porém não foram observadas diferenças significativas (Tab. 3). Para a proporção de cinzas os valores variaram de 3,7 a 5,5%, com média de 4,5% \pm 0,6. Avaliando mensalmente foi possível observar um aumento gradativo nos valores de cinzas em relação ao período sazonal, onde as menores proporções foram encontradas em agosto e setembro, período de vazante, e foram aumentando nos meses seguintes, correspondendo à seca (dezembro) e enchente (março e abril) do lago. Foram observadas diferenças significativas entre todos os meses estudados (Tab. 3).

Para a proteína as proporções variaram de 16,7 a 18,2 %, média de 17,4% \pm 2,5. A menor concentração foi observada em setembro e as maiores em dezembro. As diferenças significativas ocorrem entre os meses de dezembro e abril (Teste t; $p < 0,05$). Para os lipídios as variações ocorreram entre 3 a 5%, apresentando uma média de 3,7% \pm 0,4. Comparando os meses estudados, as proporções não mudaram significativamente, exceto em setembro onde os valores médios ultrapassaram 4% (Tab. 3). Foram encontradas diferenças significativas entre os meses de dezembro com abril e outubro, e o mês de março com setembro.

Tabela 3. Proporções médias dos parâmetros da análise bromatológica para *H. gracilis* e *H. argenteus* capturadas no Lago do Juá durante os anos de setembro de 2017 a junho de 2018.

Meses	<i>Hemiodus argenteus</i>				<i>Hemiodus gracilis</i>			
	% Proteína	% Lipídeos	% Umidade	% Cinzas	% Proteína	% Lipídeos	% Umidade	% Cinzas
Janeiro	20,5 ±0,5	6,4 ±0,1	76,9 ±0,6	5,3 ±0,2				
Março						3,4 ±0,2	79,3 ±0,7	5,1 ±0
Abril	15,8 ±3,1	4,7 ±1,1	81,9 ±0,3	5,1 ±0,1	17,1 ±0,4	3,7 ±0,3	77,7 ±0	5,5 ±0
Junho	15,9 ±0,2	4,2 ±0,1	78,3 ±0	5,3 ±0				
Setembro	15,6 ±2,3	3,0 ±0,3	78,9 ±3,4	4,9 ±0,3	16,7 ±0,5	4,2 ±0,7	77,4 ±0,5	3,7 ±0,1
Outubro					17,4 ±2	3,4 ±0,3	76,8 ±2,2	3,9 ±0,1
Dezembro	19,9 ±1,3	5,9 ±0,9	78,7 ±1,7	4,8 ±0,3	18,2 ±4,5	3,9 ±0,1	77,4 ±5,6	4,8 ±0
TOTAL	16,7 ±3,0	4,7 ±1,4	79,0 ±2,5	5,0 ±0,3	17,4 ±2,5	3,7 ±0,4	77,9 ±3,1	4,5 ±0,6

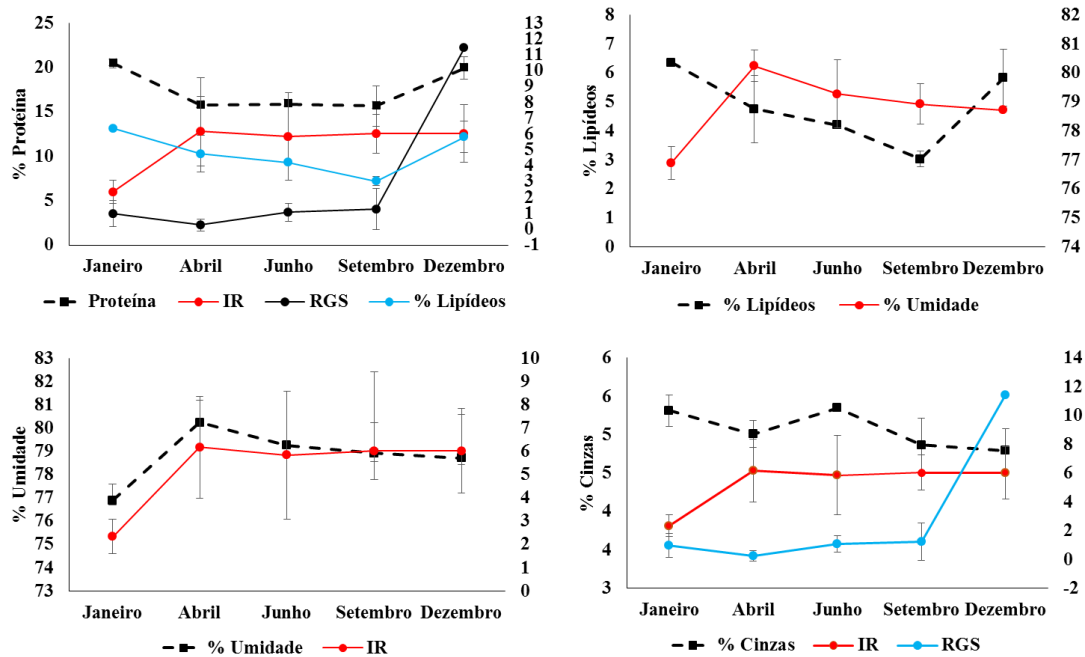
A análise de correlação de Pearson foi feita para verificar se existem relações entre os parâmetros bromatológicos com a relação gonadosomático (RGS), que avalia a época de reprodução, o fator de condição (K), que avalia a nutrição e o índice de repleção (IR), que avalia a intensidade de alimentação. Os resultados dessas correlações estão descritos nas tabelas 4 e 5.

Para o *H. argenteus* a análise de Pearson mostrou que alguns dos parâmetros avaliados mostraram correlações positivas e negativas que variaram de média a alta e por esses motivos considerados relevantes para as duas espécies avaliadas. Este foi o caso da umidade e do índice de repleção (IR), que mostraram variações nas concentrações correlacionadas positivamente entre eles, mas negativamente com a proteína, lipídios e cinzas, sendo este último com correlação mais fraca com a umidade (Tab. 4). A proteína correlacionou-se positivamente com os lipídios e com a relação gonadosomático (RGS) e este último índice negativamente com as cinzas e com o fator de condição (K) (Tab. 4). As correlações entre esses parâmetros mencionados estão descritas na figura 4.

Tabela 4. Análise de correlação de Pearson entre os parâmetros bromatológico estudados em *H. argenteus*, relação gonadosomático (RGS), índice de repleção (IR) e fator de condição (K). Em negrito estão às correlações $r = > 0,50$, em preto as positivas e em vermelho as negativas.

	%Proteína	% Lipídeos	%Umidade	%Cinzas	IR	RGS
%Lipídeos	0,89					
%Umidade	-0,79	-0,56				
%Cinzas	0,03	0,22	-0,34			
IR	-0,67	-0,63	0,89	-0,58		
RGS	0,56	0,40	-0,09	-0,59	0,24	
k	-0,20	-0,09	0,05	-0,06	-0,24	-0,61

Figura 4. Gráficos mostrando as correlações existentes entre proteínas, lipídios, cinzas, umidade, RGS e IR para a espécie *H. argenteus* capturada entre os meses de agosto de 2017 a abril de 2018.

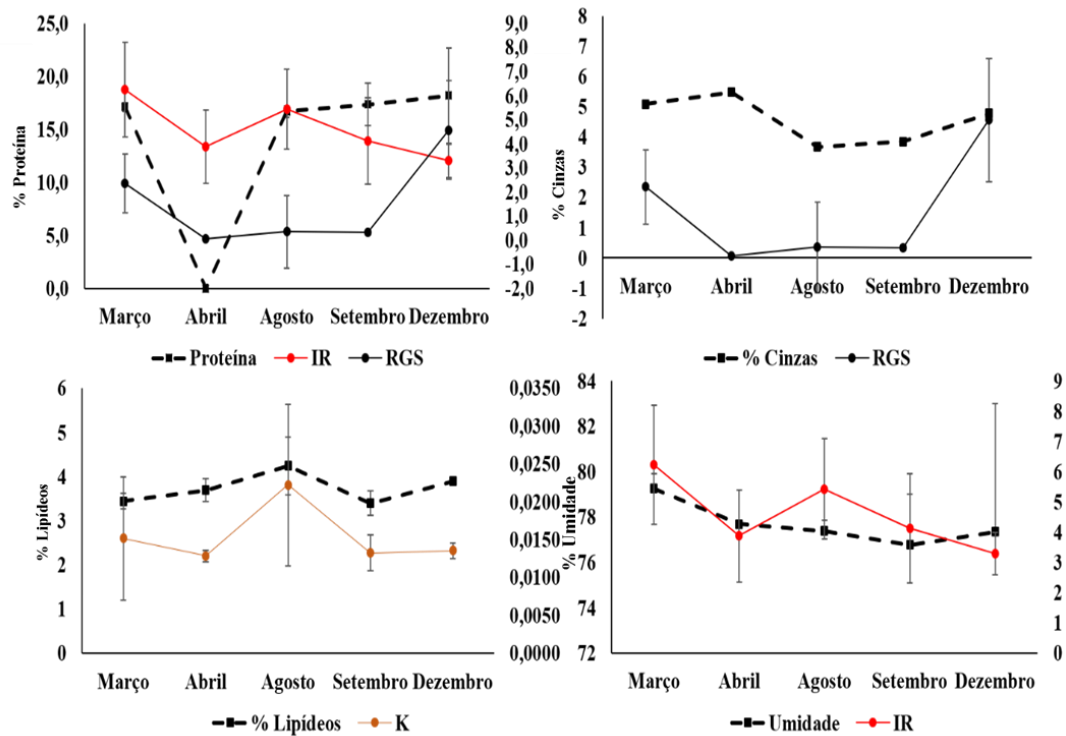


No caso *H. gracilis* o padrão de correlação entre os índices avaliados se mostrou diferente do *H. argenteus*. A análise de Pearson indicou fraca correlação entre proteína e lipídios e elevada correlação negativa da proteína com IR e K e positiva com o RGS, que por sua vez também manteve uma relação positiva com o teor de cinzas (Tab. 5). A umidade teve variação nas proporções correlacionadas positivamente com as cinzas e IR. Por fim o K que também apresentou correção negativa com as cinzas e positiva com o IR e lipídios (Tab. 5). As correlações entre esses parâmetros mencionados estão descritas na figura 5.

Tabela 5. Análise de correlação de Pearson entre os parâmetros bromatológico estudados em *H. gracilis*, relação gonadosomático (RGS), índice de repleção (IR) e fator de condição (K). Em negrito estão às correlações $r = > 0,50$, em preto as positivas e em vermelho as negativas.

	%Proteína	% Lipídeos	%Umidade	%Cinzas	IR	RGS
%Lipídeos	-0,17					
%Umidade	-0,22	-0,27				
%Cinzas	0,49	-0,39	0,75			
IR	-0,81	-0,08	0,75	0,12		
RGS	0,83	0,02	0,26	0,79	-0,41	
k	-0,75	0,78	0,01	-0,52	0,50	-0,48

Figura 5. Gráficos mostrando as correlações existentes entre proteínas, lipídios, cinzas, umidade, RGS e IR para a espécie *H. gracilis* capturada entre os meses de agosto de 2017 a abril de 2018.



4 Discussão

Conhecer os aspectos da estrutura populacional e reprodutivo de espécies de peixes tem auxiliado compreender como funcionam os aspectos adaptacionais de um organismo diante de mudanças sazonais no ambiente assim como sua reestruturação na presença de impactos antropogênicos que podem causar modificação na composição do habitat vindo afetar os aspectos nutricionais. Segundo Agostinho (1985) a composição em classes de comprimento representa as condições ambientais passadas e atuais nas quais a população se desenvolveu, e a fecundidade e a mortalidade são os meios pelos quais o ambiente atua sobre a estrutura. No presente estudo o maior comprimento encontrado para *H. gracilis* foi 16,8 cm e *H. argenteus* foi 21,1 cm. Este tamanho está de acordo com outros trabalhos desenvolvidos para estas espécies (Silva, 2006; Godoi, 2008).

A relação peso-comprimento é uma maneira rápida de descrever o crescimento sem levar em consideração a idade do peixe, por essa razão está sendo muito utilizada em estudo de biologia de peixes (Richter *et al.*, 2000). O valor do coeficiente b encontrado em machos, fêmeas e sexo junto para *Hemiodus gracilis* indica que a espécie tem alometria negativa, possivelmente ocasionado pelo formato do corpo alongando e relativamente deprimido nas

laterais, é esperado este tipo de desenvolvimento para espécies com este formato de corpo (Preste *et al.*, 2010; Fonteles-Filho, 2011). Em *H. argenteus* a alometria positiva das fêmeas e sexo agrupado, indica que a espécie tem um incremento mais acentuado no peso do que no comprimento. A relação peso-comprimento das fêmeas e sexo agrupado da espécie apresentam valores de b variando de 2,4 a 4,0 para a maioria das espécies de peixes (Vazzoler, 1996; Viana *et al.*, 2004). Fontelles-Filho (2011) enfatiza que essas modificações na anatomia externa dos peixes existem para otimizar as funções de reprodutor e de predador/presa na busca de sobrevivência. E que o crescimento alométrico pode estar relacionado com a maturidade reprodutiva. A relação peso-comprimento ajuda na caracterização dos estoques e permite estabelecer normas para a administração dos recursos pesqueiros (Lizama & Ambrósio, 2003; Isaac *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2012).

A proporção sexual maior de fêmeas em relação aos machos para as duas espécies pode está relacionada à disponibilidade e qualidade do alimento do lago, estes parecem ser favoráveis às fêmeas, principalmente para acúmulo de energia direcionada ao crescimento, migração ou reprodução. De acordo com Peres-Rios (2001), as proporções entre machos e fêmeas, favorecendo um dos sexos, indicam fenômenos biológicos como segregação, migração ou sobrevivência, e estes podem ou não estar relacionados à reprodução.

O fator de condição (K) é um importante indicador do grau de hígidez de um indivíduo e seu valor reflete as condições nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades relacionadas ao ciclo de vida, sendo possível relacioná-lo às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (Gomiero *et al.*, 2010). Para *H. argenteus* foi possível observar que as maiores médias do K gonadal coincidem com a época de maturação gonadal, indicando que é no período de preparação das gônadas para a reprodução que ocorrem as mais elevadas concentrações energéticas no organismo, visando suprir a demanda de energia necessária à realização dos eventos relacionados a fecundação dos gametas.

Os períodos de maior e menor condição das fêmeas são usados como indicadores do período de maior atividade reprodutiva, decorrente da utilização de reservas energéticas para esse processo (Vazzoler, 1996). Uma vez que a elevação do fator de condição pode refletir o aumento do peso das gônadas durante a maturação (Moreira, 2004).

Já para *H. gracilis* durante a fase de maturação das gônadas a média do K gonadal esteve menor, não sendo possível essa relação. Contudo, a maior média do K para essa espécie foi na vazante do lago, provavelmente devido à intensa atividade alimentar nessa época, o que pode indicar que a disponibilidade de alimento pode influenciar o fator de

condição da espécie. Porém, tanto para *H. gracilis* como para *H. argenteus* houve uma correlação fraca entre K e IR, provavelmente pelo fato das espécies se alimentarem constantemente como resultado de seu hábito alimentar detritívoro. Lima-Júnior & Goitein (2006) observaram que, para um Characiforme, *Pimelodus maculatus*, a variação sazonal do fator de condição não está diretamente relacionada ao desenvolvimento gonadal e que os indivíduos apresentaram maiores índices de condição corpórea após períodos de intensa atividade alimentar. Em ambiente natural, a inexistência da relação entre alimentação e fator de condição tem sido atribuída principalmente a problemas na amostragem, vícios de seletividade ou falta de representatividade da amostra (Kurkilahti *et al.*, 2002; Davidson & Marshall, 2010).

O índice ou relação gonadosomático (RGS) e a proporção dos estágios de maturação são parâmetros importantes para determinar a época de desova de uma espécie, que pode ser utilizado para indicar o tempo ideal que as espécies podem ser capturadas (Main *et al.*, 2017). As maiores proporções de gônadas em estágio de maturação C em *H. argenteus* ocorreram em setembro a dezembro e para *H. gracilis* de novembro a abril, indicando que é nessa época que os animais encontraram condições ambientais e fisiológicas propícias à maturação das gônadas. Altos valores de IGS também estão associados ao tamanho do peixe e sua fecundidade, pois um aumento em biomassa por consequência pode gerar um aumento no tamanho das gônadas e uma maior fecundidade absoluta no ovário maduro (Alkins-Koo, 2000).

A composição química do pescado pode ser classificada em grandes grupos de alimentos como proteínas, lipídeos e minerais relacionados com a quantidade de água. Segundo Ogawa & Maia (1999), a composição proteica da carne de peixe pode variar em função da espécie, do tamanho, do sexo e da época do ano; porém, geralmente, o músculo contém cerca de 20% de proteína. Os teores de proteína nas duas espécies ficaram compreendidos na faixa de 15,8 a 20,5%, estando dentro dos limites definidos pelos autores. Para cinzas, elas são consideradas como elementos estáveis, variando sua concentração entre 1 e 2% do total da composição química dos alimentos frescos, com algumas exceções (Ogawa & Maia, 1999). A faixa de cinzas para as espécies foi 3,7 a 5,5%. Pizango-Paima *et al.* (2001), encontraram para *Brycon cephalus* na Amazônia central valores que variaram de 3,9 a 5,5% de cinzas no filé.

De acordo com Gonçalves (2011), a gordura sofre variações muito acentuadas, dependendo da época do ano, da dieta, da temperatura da água, da espécie e da parte do corpo

analisada. O lipídeo variou de 3 a 6,4% para as espécies estudadas. Resultado similar ao encontrado por Santos *et al.* (2001) que obteve 3,4% de gordura em *Hoplias malabaricus*. Segundo Gonçalves (2011), a água tem correlação inversa com o lipídeo total, muito mais acentuado em espécies gordas, isso também foi observado em ambas as espécies, mas somente em *H. argenteus* a correlação foi significativa.

Segundo Bressan & Peres (2001) os peixes são considerados como gordos, quando contém um teor de 68,6% de água, 20% de proteína e 10% de gordura. Semi-magros, quando tem 77,2% de água, 19% de gordura e 2,5 de lipídeos e magros quando tem cerca de 81,8% de água, 16,4% de proteína e 0,5% de lipídeos. Analisando os valores médios encontrados para os *Hemiodus* sugerem estes são considerados peixes semi-magros.

No presente estudo foi possível observar que o fator de condição gonadal de *H. gracilis* apresentou correlação positiva com os lipídeos, indicando possível resposta ao ganho de gordura. De acordo com Grigorakis (2007), o fator de condição tem uma forte correlação com o a deposição de gordura corporal, além da relação com o histórico alimentar dos peixes. Sendo que a disponibilidade dos lipídios no organismo dos peixes é controlada pelo balanço energético, onde parte é utilizada no metabolismo e crescimento, e parte é acumulada sob forma de glicogênio ou gordura (Meurer *et al.*, 2002). A correlação existente entre IR e proteínas para as duas espécies, pode inferir que os alimentos ingeridos por elas possuem baixo nível de energia, e que toda proteína ingerida é convertida para outros processos vitais, como reprodução e sobrevivência ou crescimento, resultando em menor acúmulo de gordura no corpo. Encontrado no resultado da correlação entre proteínas e RGS, confirmando que o consumo de proteína é utilizado no processo de reprodução das espécies.

A entrada constante de energia ao longo do ciclo reprodutivo através da alimentação gera um suprimento essencial para a demanda energética das gônadas (Doria & Andrian, 1997; Santos *et al.*, 2010). O período de maturação das gônadas depende das reservas energéticas dos indivíduos, caso não haja reservas, a maturação gonadal vai depender de um bom local de alimentação. Tanto para *H. gracilis* como *H. argenteus* existiu uma correlação fraca entre IR e RGS, o que pode inferir que a intensidade alimentar é independente da fase de maturação sexual, e que a ingestão de alimento se mantém constante durante todo o ciclo de vida das espécies. A correlação entre o K e RGS pode indicar um maior desenvolvimento das gônadas. Nos testes de correlação para *H. argenteus*, observou-se que essas duas variáveis apresentam ciclos independentes, ou seja, não há uma associação significativa entre elas, diferente de *H. gracilis*.

Tanto o *H. gracilis* quanto o *H. argenteus* compõem a ictiofauna de um lago de planície de inundação que passa atualmente por constantes modificações em sua estrutura e conhecer como essas espécies se comportam diante desses eventos foi importante para inferir que mudanças no habitat fazem com que as espécies busquem formas de se adaptarem ao meio em que vivem. E que mesmo com a importância da biodiversidade aquática, a mesma vem sofrendo com significativa pressão, perda e alterações em sua estrutura populacional. A supressão de ambientes aquáticos e terrestres interrompe a conectividade entre os sistemas, ocasionando o confinamento e isolamento dos organismos de muitas espécies. Dessa forma, a preservação do lago conseqüentemente irá proteger as espécies ictícas, contudo estratégias de proteção da fauna são necessárias para a conservação e manutenção da pesca no lago.

Referências

- Abreu JRP. Gestão Ambiental Aplicada ao Urbanismo: Estudo de caso: Expansão Urbana no Município de Santarém – Pará – Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará/Instituto de Tecnologia, Belém, Pará. 2015; 72 pp.
- Abujanra F, Agostinho AA, Hahn NS. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 2009; 69(2):469-479.
- Agostinho AA. Estrutura de população idade de crescimento e reprodução de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Paranapanema, PR. *Revista Brasileira de Biologia*. 1985; (9):44-51.
- Alkins-Koo M. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. *Environmental Biology of Fishes*. 2000; 57:49-66.
- AOAC. Association of official Analytical Chemists. *Official Methods of Analyses*, 18th ed. Washington; 2005.
- Barthem RB, Petreire JM. Fisheries and population dynamics of *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) in the Amazon Estuary. In: Armantrout NB, editor. *Condition of the world's aquatic habitat*. New Delhi: Proceeding of the World Fisheries Congress, Theme 1. 1995; 411pp.
- Beltrão H, Zuanon J. *Hemiodus langeanii* (Characiformes: Hemiodontidae), a new species from rio Amana, rio Maués-Açu drainage, Amazon basin, Brasil. *Neotropical Ichthyology*. 2012; 10:255-262.
- Benacon MS, Santos SM, Araújo RL, Pantoja-Lima J, Aride PHR, Oliveira AT. Índices de condição corporal de *Brycon amazonicus* matrinxã do rio Juruá, Amazonas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2015; 7(1):44-49.
- Bonato KO, Delariva R L, Silva JC. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia*. 2012; 29:27-38.
- Bressan MC, Peres JRO. *Tecnologia de carnes e pescados*. Lavras, UFLA/ FAEPE. 2001; p. 84-93.

- Brito JG, Alves LF, Espirito-Santo H MV. Seasonal and spatial variations in limnological conditions of a floodplain lake (Lake Catalão) connected to both the Solimões and Negro Rivers, Central Amazonia. *Acta Amazonica*. 2014; 44(1): 121-134.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*. 2011; 3:52-70.
- Castagnolli N. Fundamentos de nutrição de peixes. Fatores que influenciam a absorção de energia nos peixes. São Paulo: Livroceres. 1979; 108pp.
- Chicala PCMS, Lima LKF, Moro GV, Neuberger AL, Marques EE, Freitas IS. Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães: Tocantins, Brasil. Embrapa Pesca e Aquicultura, Brasília, Distrito Federal. 2013; 120 pp.
- Cinco E. Length-weight relationship of fishes. In: Pauly D, Mines NA, editores. Small-scale fisheries of San Miguel Bay, Philippines: biology and stock assessment. ICLARAM Contribution. 1982; 92:34-37.
- Davidson D, Marshall CT. Are morphometric indices accurate indicators of stored energy in herring *Clupea harengus*? *Journal of Fish Biology*. 2010; 76:913-929.
- Doria CRC, Andrian IF. Variation in energy content of somatic and reproductive tissues related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borellii* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). *Revista Unimar, Maringá*. 1997; 19(2):421-437.
- Duponchelle F, Lino F, Hubert N, Panfili J, Renno JF, Baras E, Torrico JP, Dugue R, Nuñez J. Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*. 2007; 71:1113-1134.
- Fonteles-Filho AA. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2011.
- Froese R. Cube law, condition factor and length-weight relationship: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 2006; 22:241-253.
- Gandini CV, Boratto IA, Fagundes DC, Pompeu PS. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*. 2012; 102:56-61.
- Godoi DS. Diversidade e hábitos alimentares de peixes de afluentes do rio Teles Pires, drenagem do rio Tapajós, bacia amazônica. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008; 91pp.
- Gomiero LM, Braga FMS. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2006; 28(2):135-141.
- Gomiero LM, Braga FMS. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande – MG/SP. *Acta Scientiarum: Biological Science*. 2003; 25(1):79-86.
- Gomiero LM, Braga FMS. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo state, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2005; 27(1):73-78.

- Gomiero LM, Villares Junior GA, Braga FMS. Length-weight relationship and condition factor for *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in Serra do Mar State Park – Santa Virgínia Unit, Atlantic Forest, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*. 2010; 10(1):101-105
- Gonçalves AA. Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação; Editora Atheneu: São Paulo. 2011; 608pp.
- Goulding M, Barthem R, Ferreira E. The Smithsonian Atlas of the Amazon. Washington: Smithsonian Institution Press; 2003.
- Goulding M. The Fish and the Forest. Explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Berkeley, CA, USA. 1980; 280pp.
- Grigorakis K. Compositional and Organoleptic Quality of Farmed and Wild Githead sea Bream (*Sparusaurata*) and Sea Bass (*Dicentrarchuslabrax*) and Factors Affecting it: a Review. *Aquaculture*. 2007; 272:55-75.
- Guidelli G, Tavechio WLG, Takemoto RM, Pavanelli GC. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Veterinary Parasitology*. 2011; 177(1-2):145-151.
- Hallwass G. Etnoecologia e Pesca: influência de Unidades de Conservação e aplicação do Conhecimento Ecológico Local de pescadores no manejo e conservação dos recursos pesqueiros no Baixo Rio Tapajós, Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2015; 178pp.
- Huey RB, Pianka ER, Vitt LJ. How often do lizards “run on empty”? *Ecology*. 2001; 82:1-7.
- Isaac VJ, Ruffino M. Population dynamics of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), in the Lower Amazon, Brasil. *Fisheries Management*. 1996; (3):315-333.
- Isaac VJ, Silva CO, Ruffino ML. A pesca no Baixo Amazonas. In: Ruffino MLA, editor. Pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Manaus: Ibama/Provárzea. 2004; 185-212.
- Jacoquot R. Organic constituents of fish and foodas. In: Borgsrom G, editor. Fish and food. New York, USA: Academic Press; 1961. p. 144-192.
- Junk WJ. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related enviromental changes or the Amazon river. *Amazoniana*. 1985; 9:315-351.
- Junk WJ, Wantzen KM. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications - an update. In: Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, February 11-14, 2003. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific; RAP Publication. 2004; p. 117-140.
- Kurkilahtia M, Appelberg M, Hesthagen T, Rask M. Effect of fish shape on gillnet selectivity: a study with Fulton's condition fator. *Fisheries Research*. 2002; 54:153-170 2002.
- Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition factor in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*. 1951; (2):201-219.
- Leite RG, Silva JVV, Freitas CE. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 2006; (4):557-562.
- Lima-Junior SE, Goitein R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca São Paulo*. 2006; (1):87-94.

- Lizama MLAP & Ambrósio AM. Crescimento, Recrutamento e Mortalidade do Pequi *Moenkhausia intermédia* (Osteichyes, Characidae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *Maringá*. 2003; (2):329-333.
- Lowe-McConnell RH. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. 1987; 382pp.
- Machado ZL. *Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos*. Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste – Divisão de Recursos Pesqueiros, Recife, Pernambuco. 1984; 277pp.
- Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2002; 31:566-573.
- Mian S, Hossain MA, Shah AW. Sex ratio, fecundity and gonado somatic index of spotted snakehead, *Channa punctatus* (Channidae) from a lentic ecosystem. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2017; 5(1):360-363.
- Moreira SS. *Relação entre ciclo hidrológico, atividade alimentar e táticas reprodutivas de quatro espécies do Catalão, Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2004; 108 pp.
- Navarro RD, Silva RF, Ribeiro Filho OP, Calado LL, Rezende, FP, Silva CS, Santos LC. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. *Zootecnia Tropical*. 2006; 24: 22-33.
- Neves dos Santos R, Amadio S, Ferreira EJG. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian fish species. *Neotropical Ichthyology*. 2010; 8(1):155-162.
- Ogawa M, Koike J. *Manual de pesca*. Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 1987; 800pp.
- Ogawa M, Maia EL. *Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Varela. 1999; 430pp.
- Peres-Rios E. *Papel do estuário no ciclo de vida das espécies dominantes da ictiofauna do complexo lagunar de Cananéia-Iguape*. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001; 128pp.
- Pizango-Paima EG, Pereira-Filho M, Oliveira-Pereira MI. Composição corporal e alimentar do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), na Amazônia Central. *Acta Amazonica*. 2001; 31(3):509-520.
- Richter HC, Luckstadt C, Focker U, Becker K. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. *Archive of Fishery and Marine Research*. 2000; (3):255-264.
- Sánchez-Botero JI, Araújo-Lima ACRM. As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*. 2001; (3):45-59.
- Santos AB, Melo JFB, Lopes PRS, Malgarim MB. Composição Química e Rendimento do Filé da Traíra (*Hoplias malabaricus*). *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*; 2001; (1) 126p.
- Silva CC, Ferreira EJG, Deus CP. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil. *Série Zoológica* 2008; (4):464-468.

- Silva DS, Lucotte M, Roulet M, Poirier H, Mergler D, Crossa M. Mercúrio nos peixes do rio Tapajós, Amazônia brasileira. *Interfacesh, revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente*. 2006; (1):1-31.
- Teletchea F, Gardeur J, Psenicka M, Kaspar V, Le Doré Y, Linhart O, Fontaine P. Effects of four factors on the quality of male reproductive cycle in pikeperch Sander lucioperca. *Aquaculture*. 2009; 291:217-223.
- Vazzoler AEAM. *Biologia da reprodução de peixes Teleósteos. Teoria e Prática*. Maringá: *EDUEM*. 1996; 169pp.
- Viana M, Costa FES, Ferreira CN. Length-weight relationship of fish caught as by-catch by shrimp fishery in the Southeastern coast of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2004; 30:81-85.
- Wang T, Wang HS, Sun GW, Huang D, Shen JH. Length-weight and length-length relationships for some Yangtze River fishes in Tian-e-zhou Oxbow, China. *Journal of Applied Ichthyology*. 2012; 28:660-662.
- Weatherley AH, Gill HS. *The biology of fish growth*. London: Academic Press. 1987; 433pp.
- Wootton RJ. *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman and Hall, England; 1990.
- Zar JH. *Bioestatistical analysis*. 5th ed. Prentice Hall: New Jersey; 2010.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidencia-se a importância da pluviosidade, do pulso de inundação e áreas de matas alagadas para o sucesso na alimentação, crescimento e reprodução das espécies. Dessa forma a caracterização do local amostrado como uma área de alimentação, crescimento, desenvolvimento dos *Hemiodus* estudados, sendo, portanto importante a preservação do lago Juá, visto que a extensão ao hábitat da planície pode ser ocupada por espécies migradoras durante os eventos reprodutivos. Com isso a necessidade de se manter esta conexão e interdependência de rio e planície inundável, visando a sustentação dos fenômenos biológicos e ecológicos relacionados ao pulso de inundação do rio Tapajós.

O período hidrológico no lago Juá foi delimitado da seguinte maneira: enchente de fevereiro a abril, cheia de maio a junho, vazante de agosto a outubro, e seca de novembro a janeiro. Em geral o ciclo de inundação das águas ocorre de forma mais rápida no rio Tapajós do que no lago Juá, portanto, apesar de conectados, o ciclo hidrológico é diferente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434.

ALMEIDA, V.L.L.; RESENDE, E.K.; LIMA, M.S.; FERREIRA, C.J.A. Dieta e atividade alimentar de *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) no Pantanal do Miranda-Aquadauna, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Unimar**, v. 15, n. 1, p. 125-141, 1993.

AOAC. Association of official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analyses, 18th ed., Washington, 2005.

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and Matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (Igarapé Channel) and semi-intensive (Pond) culture systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n3, p. 1059–1069. 2002.

BELTRÃO, H.D.A.; YAMAMOTO, K.C.A.; MAGALHÃES, E.R.S. Biologia reprodutiva e hábitos alimentares do rodóstomo (*hemigrammus bleheri*) um peixe ornamental da Bacia do Médio rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 43, n. 1, p. 65-77. 2017.

BICUDO, A.J.A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887):** proteína, energia e aminoácidos. 123 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2008.

BONATO, K.O.; DELARIVA, R. L.; SILVA, J.C. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. **Zoologia**, v29, n. 1, p. 27-38 2012.

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha S.A.21. **Santarém:** geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Ministério de Minas e Energia. DNPM: Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 517 p. 1976.

BROWN-PETERSON, N. J.; WYANSKI, D.M.; SABORIDO-REY, F.; MACEWICZ, B. J.; LOWERRE-BARBIERI, S. K. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, v. 3, n. 1, p. 52-70. 2011.

CASTAGNOLLI, N. **Fundamentos de nutrição de peixes:** Fatores que influenciam a absorção de energia nos peixes. 1. ed. São Paulo: Livroceres, 1979.

CHICRALA, P.C.M.S.; LIMA, L.K.F.; MORO, G.V.; NEUBERGER, A.L.; MARQUES, E.E. FREITAS, I.S. **Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães:** Tocantins, Brasil. Embrapa Pesca e Aquicultura, Brasília, Distrito Federal. v. 1. 120 p. 2013.

CUNHA, D.F.; CUNHA, S.F.C. Microminerais. In: DUTRA-DE OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J.S. (Ed.). Ciências nutricionais. São Paulo: Sarvier, 1998. p. 141-166.
ESTEVES, K.E E ARANHA, J.M.R. Ecológia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, E.P.; PERES-NETO, P.R. (Eds.). **Ecologia de peixes de riachos. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999. p. 152-182.**

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. v. 1. 227 p. 2018.

FRANÇA, A.M.S.; FLORENZANO, T.G.; NOVO, E.M.L.M. A dinâmica do pulso de inundação: Aplicações de sensoriamento remoto na estimativa da área de expansão dos sistemas lacustres da planície aluvial do rio Amazonas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2005. São Paulo. **Anais [...]. São Paulo: USP, 2005. p. 2742-2750.**

FROESE, R. Cube law, condition factor and length-weight relationship: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 22, n. 1, p. 241-253. 2006.
FRY, B. **Stable Isotope Ecology**. Springer, New York, 308 p. 2006.

FUGI, R.; HAHN, N.S. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 4, p. 873-879. 1991.

GANDINI, C.V.; BORATTO, I.A.; FAGUNDES, D.C.; POMPEU, P.S. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 56-61. 2012.

GÉRY, J. **Characoids of the world**. New Jersey: Neptune City, Reigate: T.F.H. Pub. Inc. USA. 672 p. 1977.

GLENCROSS, B.D. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. **Reviews in Aquaculture**, v. 1, n. 2, p. 71-124. 2009.

GOULDING, M. **The Fish and the Forest: Explorations in Amazonian natural history**. University of California Press, Berkeley, CA, USA. 280 p. 1980.

GOULDING, M.; CARVALHO, M.L.; FERREIRA, E.G. **Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities**. The Hague: SPB Academic Publishing. 200 p. 1988.

GOULDING, M. **Amazon: the flooded forest**. London, BBC Books. 208 p. 1989.

GRANADO-LORENCIO, C.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Abundance distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. **Ecography**, v. 28, n. 1, p. 515-520. 2005.

GRIGORAKIS, K. Compositional and Organoleptic Quality of Farmed and Wild Githead sea Bream (*Sparusaurata*) and Sea Bass (*Dicentrarchuslabrax*) and Factors Affecting it: a Review. **Aquaculture**, v. 272, n. 4, p. 55-75. 2007.

HALLWASS, G. **Etnoecologia e Pesca: influência de Unidades de Conservação e aplicação do Conhecimento Ecológico Local de pescadores no manejo e conservação dos recursos pesqueiros no Baixo Rio Tapajós, Amazônia Brasileira**. 178 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

HYNES, H.B.N. **The ecology of running waters**. University of Toronto, Canadá. 555 p. 1970.

JUNK W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E.. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Journal of Fishers and Aquatic**, v. 106, n. 1, p. 110-127. 1989.

JUNK, W.J. As águas da região Amazônica. In: SALATI, E., JUNK, W.J.; SCHUBART, H.O.R. (Eds.). **Amazônia: Desenvolvimento, Integração e Ecologia**. São Paulo: Brasiliense. 1989. p. 45-55.

JUNK, W.J. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related enviromental changes or the Amazon river. **Amazoniana**, v. 9, n. 3, p. 315-351. 1985.

JUNK, W.J. General aspects of floodplain ecology with special reference to amazonian floodplains. In: W.J. JUNK (Ed.). **The central-amazonian floodplain: Ecology of a pulsing system**. Vol. 126. Springer-Verlag Berlin Heindelberg. 1997. p. 3-22.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J.M.; WITTMANN, F. A Classification of major naturallyoccurring amazonian lowland wetlands. **Wetlands**, v. 31, n. 1, p. 623-640. 2011.

LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, R.R.; PASSINO, D.R.M. **Ichthyology**. México, Wiley e Sons. 480 p. 1977.

LANGEANI, F. Phylogenetic study of Hemiodontidae (Ostariophysi: Characiformes), In: MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.; LUCENA, C.A. (Eds.). **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs. 1998. p. 141-159.

LANGEANI, F. **Phylogenetic relationships within the South American fish family Hemiodontidae (Teleostei, Ostariophysi, Characiformes)**. 156 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo. 2009.

LANGEANI-NETO, F.N. **Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes)**. 171 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

LANGEANI-NETO, F.N. New species of *Hemiodus* (Ostariophysi, Characiformes, Hemiodontidae) from the rio Tocantins, Brazil, with commentes on color patterns and tooth shapes within the species and genus. **Copéia**, v. 3, n. 1, p. 718-722. 1999.

LEITE, R.G., SILVA, J.V.V.; FREITAS, C.E. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 4, p. 557-562. 2006.

LIE, Ø. Flesh quality-the role of nutrition. *Aquaculture Research*, v. 32, n. 1, p. 341-348. 2001.

Lovell, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. 2. Ed. Boston: Kluwer Academic publishers. 559 p. 1998.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press. 382 p. 1987.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Edusp, São Paulo. 543 p. 1999.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SCORVO, C.M.D.F.; VIDOTTI, R.M.; SECCO, E.M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 3, p. 725-728. 2000.

MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos**. Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste – Divisão de Recursos Pesqueiros, Recife, Pernambuco. 277 p. 1984.

MÉRONA, B. S.; ALMEIDA, G. Short term effects of Tucucurí Dam (Amazonia, Brasil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, v. 60, n. 1, p. 375-392. 2001.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 1, p. 566-573. 2002.

NEIL, C.; ELSENBEEER, H.; KRUSCHE, A.V.; LEHMANN, J.; MARKEWITZ; FIGUEIREDO, R.O. Hydrological and Biogeochemical Processes in a Changing Amazon: Results from small watershed studies and the Large-Scale Biosphere - Atmosphere Experiment. *Hydrological Processes*, v. 20, n. 1, p. 2467-2477. 2006.

OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 800 p. 1987.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo, Varela. 430 p. 1999.

OLSEN, Y.; VAN DER MEEREN, T.; REITAN, K.Y. First feeding technology. *In*: MOKSNESS, E.; KJORSVIK, E.; OLSEN, Y. (Eds.). **Backwell Publishing Ltd, Culture off cold water marine fish**. Oxford. p. 291-336. 2004.

ROBERTS, T.R. Osteology and classification of the Neotropical characoid fishes of the families Hemiodontidae (including Anostomidae) and Parodontidae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, v. 146, n. 9, p. 411-472. 1974.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; VILLACORTA-CORREA, M.A.; GARCIA, M. FABRÉ, N.N.; BERGER, U.; JUNK, W. J. Fish communities in Central Amazonia whiteand the blackwaters floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, n. 1, p. 235-250. 2000.

SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G. Peixes da Bacia Amazônica. In: LOWE MCCONNELL, R. (Ed.). **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Edusp, São Paulo. p. 345–373. 1999.

SARGENT, J.R.; TOCHER, D.R.; BELL, J.G. The Lipids. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds). **Fish Nutrition**. San Diego: Academic Press, p.181-257. 2002.

SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v. 119, n.1, p. 63-88. 1994.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) natural food. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 599-605. 2000.

SILVA, L.T. **Adaptações morfológicas do trato digestório do peixe neotropical Steindachnerina notonoto (Characiformes, Curimatidae) ao hábito alimentar detritívoro**. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Morfologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. 2016.

SIPPEL, S.J.; HAMILTON, S.K.; MELACK, J.M. Inundation area and morphometry of lakes on the Amazon River floodplain. **Arch. Hydrobiol.**, v. 123, p. 385-400. 1992.

SOUSA, R.G.C.; FREITAS, C.E.C. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 2, p. 249-255. 2008.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. Maringá: *EDUEM*. 169 p. 1996.

WEATHERLEY, A.H.; GILL, H.S. **The biology of fish growth**. London: Academic Press. 433 p. 1987.

YAMAMOTO, K.C.; SOARES, M.G.M.; FREITAS, C.E.C. Alimentação de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 4, p. 653-660. 2004.

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. 5th ed. Prentice Hall: New Jersey. 2010.

PINHEIRO, P.; CORRÊA, J.M.S; CHAVES, C.S; PONTE, S.C.S; ZACARDI, M.D. Distribution and ichthyofauna diversity associated with aquatic macrophytes bank of an Amazon floodplain lake, Pará State, Brazil. **Acta of Fisheries**, v. 4, p. 59-70. 2016.

KUBITZA, F. **Tilápia – Tecnologia e planejamento na produção comercial**. São Paulo. 285 p. 2000.

OETERER, M.; SIQUEIRA, A. A. Z. C.; CRYSCHEK, S. B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. D.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical**. 1ª ed. São Paulo. Ed. TecArt. p. 4881-500. 2004.

ANEXOS

Anexo I: Instrução para publicação na revista “*Journal of Fish Biology*”

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS (Updated February 2018)

Thank you for your interest in the *Journal of Fish Biology (JFB)*. We look forward to handling your submission.

To allow swift consideration of the work, *JFB* has relaxed some aspects of manuscript formatting until a manuscript is resubmitted following review and provisional acceptance for publication. So, please carefully follow these instructions to avoid unnecessary delay and possible rejection of your paper, especially as some instructions are new. The review process itself remains unchanged.

Contents

1. Aims and Scope

2. Submission Process

3. Preparing Your Submission

4. Ethical Considerations

5. Editorial Policies and Journal Styles

6. Publication Process After Acceptance

7. Editorial Office Contact Details

1. AIMS AND SCOPE

The aim of *JFB* is to publish exciting, high quality science that addresses fundamental questions in fish biology. All submissions must be original and not simultaneously submitted to another journal.

We publish four categories of papers:

An Original Research Article: This contains new biological insight into any aspect of fish biology, particularly those that report results and ideas of interest and value for our wide international readership. Hence, the novelty of the content of manuscripts should have relevance beyond a particular species or place in which the work was carried out.

A Brief Research Communication: This covers any subject within the scope of *JFB*, but should be confined to a single topical point or issue of progress, such as an unusual occurrence, an interesting observation, a timely finding or an important technical advance. Again, relevance beyond the species or locality under consideration is needed.

A Review Article: This is a concise, critical and creative article that synthesizes and integrates available knowledge, and that stimulates topical debate and new research. Authors should submit a synopsis (two pages maximum) of their paper to an Associate Editor for consideration.

A Comment to the Editor: A brief comment on a recently published research paper in *JFB* may be submitted for publication to the Editor-in-Chief. If accepted, it will be sent to the original authors to provide an opportunity for a **Reply** that will be published along with the comment. The following topics are usually **not considered** for publication in *JFB*:

- Commercial fishery stock assessment.
- Basic studies on diet, reproduction, aquaculture techniques, new aquaculture species or toxicology for a single species or a narrow geographic area, unless they have broader significance/interest

- New markers, unless they are accompanied by detailed work focusing on their usage and addressing relevant biological questions (e.g. population structuring, parentage and genetic mapping).

Special Issues of *JFB* are also published. These regular issues usually comprise either submissions on emerging topics that are specially commissioned by the Editorial Team, or key contributions presented at the FSBI Annual Symposium.

2. SUBMISSION PROCESS

A submission to *JFB* implies that the content has not been submitted for publication elsewhere or previously published except as either a brief abstract in the proceedings of a scientific meeting/symposium or in a MSc/PhD thesis. *JFB* allows for the submission of articles previously available as preprints on servers provided they are non-commercial (such as ArXiv, bioRxiv, etc). Authors may also post the submitted version of their manuscript to non-commercial servers at any time. If the article is accepted for publication in *JFB*, authors will be requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

All categories of manuscripts are submitted online at <http://jfb.edmgr.com>, where a user ID and password are assigned on the first visit. Full instructions and support are available on this site. The manuscript text (with pagination, line numbering and a legible 12 pt font size) is uploaded as a text file (not as a .pdf). Separate files for any Tables (text files) and Figures (ESP files) are uploaded to the website independently. During submission, authors must identify an appropriate subject area ('Select Section/Category section) to assign a handling editor and suggest potential referees ('Suggest Reviewers' section). Suggested reviewers are expected to be established experts in the field and be independent of the research under discussion, including the source of funding and the authors' institutions. We strongly recommend that authors use an ORCID iD (a unique author identifier) to help distinguish your work from that of other researchers (for more details visit: <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/submission-peer-review/orcid.html>). If you experience difficulty with your submission, please contact the Managing Editor at: journaloffishbiology@btconnect.com (see Section 7).

3. PREPARING YOUR SUBMISSION

Authors should consult recent issues of *JFB* for examples of content, emphasis and presentation. Authors whose first language is not English are encouraged to have their manuscript carefully checked before submission by an expert in English or a native English speaker. Wiley Editing Services (wileyeditingservices.com/en/) offer expert help in English language editing, translation, manuscript formatting and figure preparation to ensure that a manuscript is ready for submission.

As *JFB* serves an international community of fish biologists, some conventions are required (see Section 5).

3.1 Preparing an Original Research Article

Authors may submit a manuscript using either UK or North American English spelling, with the exception of exact quotations that are placed in quotation marks. Accepted papers will be converted to **UK English** (the standard is the *Concise Oxford English Dictionary*) during the production process. Latin words, e.g., a genus and species, appear in italics. A cover letter is not mandatory.

An **Original Research Article** consists of 12 essential parts:

Title page

Abstract

Significance Statement

Introduction

Materials and Methods

Results

Discussion

Acknowledgements

Contributions

References

Tables

Figures

When appropriate, submissions may include Supporting Information.

Title page

The title page must contain the following information:

1. **Title of the paper**, which should be short, informative and avoid any geographical or regional references, unless they are fundamental to the scientific thrust of the paper. If a species name is used in the title, we require a common name (if available) followed by the full scientific name. See Wiley's tips for search engine optimization: <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/Prepare/writing-for-seo.html>;
2. The **family (or formal) name** by which each author is known **plus the initials for their given or familiar names** (see Section 6 for criteria on author eligibility);
3. The **address in full of each author's primary affiliation** (university, research institute, etc.) as a numbered list below the Author list;
4. The **corresponding author**, their **telephone number** and their **email address**. Where necessary, a **footnote** can be added stating that certain authors '... made an equal contribution to this work'. An author's current address can be added to a footnote when different from that at the head of the page.

Abstract

The **Abstract** must be a concise and accurate summary of the **significant findings** of the paper without any introductory or contextual information. Methods can be identified only as part of a result (e.g., Respirometry revealed that exercise increased...; GWAS identified a significant number of SNPs...). If a species name is used in the Abstract, we require a common name (whenever available) followed by the full scientific name.

A list of up to 6 descriptive **Key Words** (maximum 100 characters) in alphabetical order follow the Abstract. Specific geographical (e.g., Baffin Island, Amazon Basin) or regional references (e.g., south-east Asia) can be included here.

Significance Statement

The **Significance Statement** (no more than 75 words) will be available for reviewers as part of the peer review process. It should explain the significance and relevance of the findings of the manuscript to a broad readership and will ultimately appear directly below the online title within the online table of contents. Suggested content includes: an introductory sentence and/or why a problem/unanswered question was important to address; what has been shown/what does the manuscript do to fill a gap in our knowledge; what it means to the field as a whole. A Significance Statement may undergo editorial revision.

Introduction

The **Introduction** alerts readers to literature relevant to the research discovery. The originality of the research cannot be easily assigned without a proper description of the relevant literature. Also, the Introduction must state the intent of the research in the form of a research question or hypothesis so that no confusion arises as to what advance in fish biology is being sought. Footnotes to the text are not allowed; any such material should appear in the text as parenthetical matter.

Examples of text citations of references

Text citations of references use the style “author, date” and multiple references are list in chronological order.

For example: ‘...as demonstrated by McKenzie (2001) and by McKenzie & Farrell (2010)’; ‘...as suggested previously in some works (Sloman, 2010), but not others (McKenzie & Farrell, 2010)’; ‘...consistent with earlier studies (Blaber, 1975, 1988; Prodöhl, 1988; Lujan, 2011a,b)’. Three or more authors are cited with the name of the first author followed by *et al.* (in italics): e.g., (Sloman *et al.*, 2002) or Sloman *et al.* (2002). Authors sharing the same surname and year of publication are distinguished by their initials: e.g., (Young, L., 2012; Young, T., 2012).

Materials and Methods

The **Materials and Methods** may contain up to two levels of sub-headings and must provide sufficient detail so that the work can be replicated by others. Established methods can be simply referenced, preferably acknowledging the original work (rather than a recent user of that method), even if minor changes have been made (which should be described). Materials and Methods must also include information on how observations were analysed to derive the quantitative results. Statistics should be based on independent biological samples. Technical replicates should be averaged before statistical treatment and not used to calculate deviation parameters. In the case of multiple comparisons (e.g., microarray data), the probability of false positives should be considered in the analysis.

Results

This section, which may contain up to two levels of sub-headings, presents a concise and accurate description of the results of the research. Figures and Tables, which are numbered consecutively in order of their mention in the text, increase the clarity and conciseness of the result presentation, but should not excessively duplicate material. All statements concerning quantitative differences between experimental conditions require quantitative data and adequate statistical treatment. The deviation parameter, the number of biological samples and the statistical procedures should be provided for each dataset either in the main text or as part of a Figure or Table.

Discussion

The Discussion, which may contain up to two levels of sub-headings, is intended to place the results into the broader context of existing literature so that the significance, quality and novelty of the work can be established. The Discussion should return to and address the original research question or hypothesis, as stated in the Introduction. Excessive repetition of results should be avoided. The potential for future work or a brief perspective on the findings can be included in the Discussion.

Acknowledgements

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed here with their initial only and without titles or honorifics, e.g., A. P. Farrell, not Prof. Tony

Farrell. Thanks to editors and anonymous reviewers are not appropriate. All sources of financial and material support for individual authors (identified by their initials) funding in support of the research described must be declared here when submitting the manuscript. Authors are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the Open Funder Registry for the correct nomenclature: <https://www.crossref.org/services/funder-registry/>

Contributions

The contributions of each author (their initials only, e.g., A. P. F.) must be listed here. Contributions include ideas, data generation, data analysis, manuscript preparation and funding.

References

All published citations mentioned in the text, tables or figures must be listed in the reference list, which includes all key elements of each reference, including the names of journals in full. A manuscript title must appear exactly as in the original publication. However, manuscript submissions are not required to use JFB reference formatting, which will be corrected during the publication process if the article is accepted. Examples of reference content requirements are shown below.

Journal Article: Lacomme, C. & Santa Cruz, S. (1999) Bax-induced cell death in tobacco is similar to the hypersensitive response. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **96**, 7956–7961. doi.org/10.1111 /rego.12074

Online Article Not Yet Published in an Issue: Lacomme, C. & Santa Cruz, S. (1999) Bax-induced cell death in tobacco is similar to the hypersensitive response. doi.org/10.1111/rego.12074 An online article is cited by its Digital Object Identifier (DOI), which remains valid and allows article tracking even after its allocation to an issue. It has no volume, issue or page numbers.

Book: Sambrook, J., Fritsch, E. F. & Maniatis, T. (1989) *Molecular Cloning: a Laboratory Manual* 2nd edn. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Chapter in a Book: Shah, J. & Klessig, D. F. (1999) Salicylic acid: signal perception and transduction. In *Biochemistry and Molecular Biology of Plant Hormones* (Hooykaas, P. P. J., Hall, M. A. & Libbenga, K. R., eds), pp. 513–541. New York, NY: Elsevier Science.

Doctoral Thesis: These must have a permanent record of where they are held (e.g. thesis has been lodged at the individual's University or Institution Library as a permanent addition to the collection there), e.g., Lockwood, S. J. (1972). An ecological survey of an 0-group plaice population, Filey Bay, Yorkshire. Ph.D. Thesis. University of East Anglia, Norwich, U.K.

Master's Thesis: These must be readily available electronically and the URL provided, e.g., Cox, G. K. (2010). Anoxic survival and cardiovascular responses of the Pacific hagfish, *Eptatretus stoutii*. <https://open.library.ubc.ca/UBC.cIRcle>.

Electronic References: These include references not subject to peer review and formal publication and can be set out as shown given below. ICES (2016). Report of the Baltic salmon and trout assessment working group (WGBAST). ICES CM 2016/ACOM:09. Available at:

http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGBAST/wgbast_2016.pdf

Marshall, A., Bennett, M. B., Kodja, G., Hinojosa-Alvarez, S., Galvan-Magana, F., Harding, M., Stevens, G. & Kashiwagi, T. (2011). *Manta birostris*. In *IUCN Red List of Threatened Species* Version 2013.2. Available at <http://www.iucnredlist.org/details/198921/0> (last accessed 9 December 2013).

Tables

Tables are submitted as a separate text files (not pasted as images) and without vertical lines. They complement but do not duplicate information contained in the text. Tables are numbered in order of appearance, are self-contained and include **the full scientific name(s) of the species** to which the table relates. The table caption should be concise and descriptive, and understandable without reference to the main text. Statistical measures such as S.D. or S.E. should be identified in the caption. Dimensions for the units should appear in parentheses in the column headings and not in the legend or body of the table. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for P-values.

Figures

Preparing Figures

Figures complement information contained in the text, but without unnecessary duplication. Figures are submitted in digital format and as separate files. **Native file formats are not accepted.** They are listed consecutively in order of appearance in the text. Figures that contain data are intended to accurately, clearly and concisely represent the research results, while other figures may better orientate the reader. A wide variety of formats, sizes and resolutions of high quality figures are accepted for initial peer review. Labelling on Figures should be a sans serif font like Helvetica. Multi-panel Figures are identified by lower case letters [(a), (b), etc.].

More information is found at: https://authorservices.wiley.com/asset/photos/electronic_artwork_guidelines.pdf

Line artwork (vector graphics) should normally be prepared in black and white with shades of grey, unless colour is essential for clarity. Error bars and the method used to derive them must be included in the caption. Line artwork must be saved as Encapsulated PostScript (EPS) file. **Photographs** should illustrate something that cannot adequately be displayed in any other manner. Electron and light microscope photographs must embed a magnification as a **scale bar**. Staining techniques should be described in the caption. Photographs must be saved as bitmap files (half-tones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF) file.

Maps and charts should be contained within a frame and show either a latitude and longitude or a single co-ordinate (N, S, E or W). The JFB standard for geographical names, countries, seas, rivers, etc. is The Times Concise Atlas of the World. London: Times Books.

Figure captions Figure captions are submitted as a separate text file along with the Figures. A Figure caption is a concise and self-contained description of the figure that can be understood without reference to the main text. They begin with a short title for the figure, which **include the full scientific name(s) of the species** to which the illustration relates. Any lines fitted through data points in the figure must be statistically significant and be supported by the mathematical equation and statistical information (*P*-values and *R*² or *R* values). Keys to the symbols, formulae and regression values may be included in the figure itself. Otherwise, symbols and abbreviations appearing in the figure must be explained in the figure caption. The minimum reduction for a figure may be indicated. If material has previously been published, authors must obtain permission from the copyright owner (usually the publisher) to use any figure. Such usage should cite the author in the caption (or text), e.g., 'Reproduced with permission from Craig (1975). Note: This requirement also applies to the reproduction of a previously published Table or an extended quotation from material.

Supporting Information

Two types are accepted in *JFB*: files containing videos and animations, and long datasets. Supporting Information contains information that is not essential to the article but is a valuable addition by providing greater depth and background. Supporting Information will be reviewed and will appear without typesetting. It is only hosted online and may include datasets, tables, figures, videos, datasets, etc. The availability of Supporting Information is indicated in the main text after the Acknowledgements, headed “Supporting Information”. Short captions list the titles of all supporting material. Supporting Information should be supplied as separate files, and not incorporated into the main manuscript text file. Wiley’s FAQs on Supporting Information is found at: <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/Prepare/manuscript-preparation-guidelines.html/supporting-information.html>

3.2 Preparing a Brief Research Communication

A Brief Research Communication should be **confined to a single point or issue of progress**, such as an unusual occurrence, an interesting observation, a particularly topical and timely finding or an important technical advance. It must have relevance beyond the species or locality under consideration. First records should adhere to best practices proposed by Bello *et al.* (2014) and should strive to aggregate and report regional historical records for the same species. (Bello, G., Causse, R., Lipej, L. & Dulcic, J. (2014). A proposed best practice approach to overcome unverified and unverifiable "first records" in ichthyology. *Cybium* 38, 9-14.) *JFB* no longer considers short technical notes describing molecular markers (e.g. microsatellites). A **Brief Research Communication** must be **no more than 5 printed pages** (c. 2500 words of text) and normally include no more than **one (multi-panel) figure and one table**. While it is written in freeform **without any headings**, it must follow the same format as Research Articles with respect to the Title, Authors and Affiliations, Abstract, Key Words, Statement of Significance, Acknowledgements and References (see Section 3.1). The Abstract is **no more than 90 words**.

3.3 Preparing a Review Article

Prospective authors will submit a synopsis (two pages maximum) of their article to an Associate Editor or the Editor-in-Chief. The synopsis should outline why the review is topical, its main points and objectives, and how it will stimulate debate and research. When the proposal has been accepted, the authors will submit a manuscript within a mutually agreed upon time and page limit. Review papers must conform to the *JFB* Instructions for Authors in all respects, except for the heading requirements.

3.4 Preparing a Comment to the Editor

Comments must be no more than c. 750 words of text and deal with single significant finding or point for discussion concerning recent published papers in *JFB* that needs rapid publication. The submission should include a Title page, Main Text and References (maximum four). It contains no Abstract, Key Words, Tables or Figures. After satisfactory peer review, it will be sent to the original corresponding author for a Reply. The reply will take the same form and will be peer reviewed. Publication will end the debate.

4. ETHICAL CONSIDERATIONS

Ethical considerations for the use of animals

The use and treatment of fishes in research is a critical consideration and Ethical and/or Animal Welfare permits/approvals must be listed in the Materials and Methods. Also, contributors must complete a questionnaire when submitting their paper on the Editorial Manager (‘Attach files’ page; questionnaire found if you [click here](#)). Ahead of submission, authors will benefit greatly from reading our Editorials on animal

welfare: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0022-1112.2006.01035.x/full> (2006) and <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.10958649.2010.02900.x/full> (2011).

Publication Ethics

The Fisheries Society of the British Isles (FSBI) considers that scientists should avoid research threatening the conservation status of any species of fish that is already regarded as threatened according to the IUCN Red List of Threatened Species and the associated current Red List Categories and Criteria (<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria>) or which is listed as such in a Red Data Book appropriate to the country or geographical area concerned. In accordance with this view, papers based on such research will not be accepted, unless the work had clear conservation objectives.

The acceptance criteria for all papers are research quality and originality, and their significance to our readership. Except where otherwise stated, manuscripts are single-blind peer reviewed. All submissions will be considered by the Editorial Board to determine whether they fall within the scope of the journal. Manuscripts deemed by the Editorial Team to be either an inappropriate subject area for *JFB*, or of inadequate scientific quality, or poor quality of English, will be quickly returned to authors without review. A cover letter will explain the decision. *JFB* is a member of the Committee on Publication Ethics (<https://publicationethics.org/>) and uses iThenticate's CrossCheck software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors are found at: https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal_Authors/Prepare/publishing-ethics.html. Wiley's Publication Ethics Guidelines are found at: <https://authorservices.wiley.com/ethics-guidelines/index.html>.

Submissions that are sent out for full external review of the scientific quality and the contribution to Fish Biology will be assessed typically by at least two experts; however, in extenuating circumstances (e.g., a delay caused by an overdue reviewer), the Handling Editor may make a decision based on the comments of only one reviewer, in addition to their own assessment of the manuscript. Any requested revisions to the manuscript will have a time line and must be completed to the satisfaction of the Handling Editor, who may consult with the original referees.

If a previously rejected manuscript has been invited to be resubmitted, the manuscript will typically be sent to the same reviewers who saw the original version, providing those reviewers are available. However, in some cases, the Handling Editor may decide that it is not appropriate to re-invite one or more of the original reviewers and/or may judge that a fresh reviewer is needed. While there is no time line for such resubmissions, authors must recognize that the impact of their work, and hence its suitability for *JFB*, may be lessened as knowledge advances with time. Wiley's policy on confidentiality of the review process is available at: <https://authorservices.wiley.com/Reviewers/journal-reviewers/how-to-perform-a-peer-review/general-and-ethical-guidelines.html>

Authorship

The list of authors should accurately illustrate who contributed to the work. Any person listed as an author, by definition, will have contributed substantially to the article's conception and design, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data. All listed authors will be contacted by email after a manuscript is submitted to confirm their contribution. Listed authors should meet the following criteria:

1. Have made substantial contributions to conception and design, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data; given final approval of the version to be published and have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content;

2. Been involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content; and
 3. Agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved. Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgments section (for example, to recognize contributions from people who provided technical help, collation of data, writing assistance, acquisition of funding, or a department chairperson who provided general support). Prior to submitting the article all authors should agree on the order in which their names will be listed in the manuscript. (<https://www.crossref.org/services/funder-registry/>).

How individual authors specifically contributed to the work is listed in the **Contributions** statement.

Additional authorship options

Joint first and/or senior authorship: In the case of a joint first authorship a footnote should be added to the author listing, e.g., ‘X and Y should be considered joint first author’ and/or ‘X and Y should be considered joint senior author.’

5. EDITORIAL POLICIES AND JOURNAL STYLE

Abbreviations and acronyms: All abbreviations and acronyms must be given in the fully expanded form on first mention in the text and in all figure and table captions except for the small number of abbreviations and acronyms that are scientifically accepted, e.g., DNA. Authors will find the following two publications helpful:

BSI (1967). *Recommendations for Letter Symbols, Signs and Abbreviations*: BS 1991, Part I. London: British Standards Institute.

Baron, D. N. (Ed.) (1977) *Units, Symbols and Abbreviations. A Guide for Biological and Medical Editors and Authors*, 3rd edn. London: The Royal Society of Medicine.

Units: Physical measurements only use metric units in accordance with the Systeme International d’Unites (SI), e.g., m, mm³, s (h and day are acceptable), g, m s⁻¹, g l⁻¹, mg l⁻¹ (not ppm), J (not calories).

The 24-h clock is used for time of day, e.g., 1435 hours, not 2.35 p.m. Calendar dates use day month year, e.g., 15 June 1998.

Salinity has no units; do not use psu, ‰ or similar.

Ship’s speed is given in km h⁻¹; knots (nautical miles h⁻¹) can follow in parentheses. Latitude and longitude can be given either as degrees minute seconds, or decimal degrees, at a level of precision proportionate to the accuracy of the fix. (0.1 second of latitude is equivalent to 185 m, but this decreases for longitude by the cosine latitude).

Statistics, equations & mathematical expressions: Authors will find the following editorials useful.

Equations and mathematical expressions: *Journal of Fish Biology* **82**, 1771–1772 DOI: 10.1111/jfb.12146 (2013); Reporting statistics: *Journal of Fish Biology* **78**, 697–699 DOI: 10.1111/j.1095-8649.2011.02914.x (2011)

Where decimal values are given, the number of decimal places should be proportional to the accuracy of the work. Thus, means and error (S.D., S.E., 95% C.L., etc.), should be to the same number of decimal places, e.g., 15.1 + 0.2 and not 15.1 + 0.19. In mathematical expressions, single letters (*italic*) are used for dimensions, qualified by subscripts (*roman*) as

required, e.g., mass (not weight) M , wet mass (M_W), length L , fork length L_F (not FL), standard length L_S , index I , gonadosomatic index I_G , hepatosomatic index I_H , etc.

Statistics are presented as follows: name of test, test statistic with associated degrees of freedom (d.f.; *N.B.* an F distribution has two d.f. values) and probability level (P). Although ANOVA and regression are robust, the real P -values are likely to be different from the precise values provided by the statistics program, because of violations of the assumptions. If the manuscript clearly states that data conform fully to all the assumptions of the statistical method used, then precise P -values can be cited with three decimal places. Otherwise, P -values are normally limited to: > 0.05 , 0.05 , 0.01 and 0.001 . Confidence intervals (95% C.I.) can be provided for parameters estimated by ANOVA and regression analysis. Where numerical resampling (e.g. bootstrapping) is used to assess the statistical significance of a given parameter (e.g. F_{ST}), in addition to resulting confidence intervals, the number of replicates should be also provided (e.g. 1000 bootstrap replicates).

Species nomenclature, authority and nomenclature: The plural of more than one individual of a single species is ‘fish’, but it is ‘fishes’ if there is more than one species. First use of species names in the Title and Abstract must include common (if available) and scientific names without describing the authority and date of authorship. **First mention of a fish species in the main text must include the common name (if available) the binomial scientific name (in italics) and the describing authority and date of authorship**, e.g., rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792), not (Walbaum, 1792). Naming authorities must appear in full except Linnaeus, 1758 e.g., Atlantic salmon *Salmo salar* L. No commas are necessary to separate either the common name from the species, or the authority from the date. **After this first mention, the species should then ONLY be referred to by its scientific name.** There should then be no further reference to the common name, describing author or date. The genus name can be abbreviated to a single letter (e.g., *C. carpio* and *O. mykiss*), except either at the start of a sentence, or where confusion arises from multiple genera with the same first letter, when genus is given in full or the first three letters of the genus provides a clear distinction.

The use or absence of parentheses around the naming authority’s name and date is covered by strict scientific rules. If the current accepted genus and species name is the same as that given by the original naming author, the name appears without parentheses, e.g., *Pleuronectes platessa* L. 1758, but if the current accepted scientific name differs from that given by the original naming author, the original author’s name appears within parentheses, e.g., *Platichthys flesus* (L. 1758).

Please see for **correct scientific names and formatting of naming author:** Eschmeyer, W. N. (Ed.) *Catalog of Fishes* electronic version (15 November 2013). <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Please see for **accepted common names of fishes:**

Wheeler, A. (1992). A list of the common and scientific names of fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology* **41**(Suppl. A), 17–26. doi: 10.1111/j.1095-8649.1992.tb05644.

Wheeler, A. C., Merrett, N. R. & Quigley, D. T. G. (2004). Additional records and notes for Wheeler’s (1992) List of the Common and Scientific Names of Fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology* **65**(Suppl. B), 1–40. doi: 10.1111/j.0022-1112.2004.00583.x

Nelson, J. S., Crossman, E. J., Espinosa-Perez, H., Findley, L. T., Gilbert, C. R., Lea, R. N. & Williams, J. D. (2004). Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, 6th edn. Special Publication 29. Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Froese, R. & Pauly, D. (Eds) (2013). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Available at <http://www.fishbase.org/Search.php>
 FAO (2013). *ASFIS List of Species for Fishery Statistics Purposes*. Rome: Fisheries & Aquaculture Department, FAO. Available at <http://www.fao.org/fishery/collection/asfis/en>

Synonyms for a species require the following style: *Eptatretus cirrhatus* (Forster 1801) *Homea banksii* Fleming 1822: 375 (original description; type locality: South Seas; holotype: unknown); *Bdellostoma heptatrema* Muller 1836: 79 (original description; type locality: South seas; holotype: unknown); *Bdellostoma forsteri* Muller 1836: 80 (original description; type locality: Queen Charlotte Sound, New Zealand; holotype: unknown). Conel, 1931: 76 *Bdellostoma forsteri* var. *heptatrema*. Muller, 1838: 174 (new combination); *Bdellostoma cirrhatum*. G^{un}ther, 1870: 511 (in part). Hutton, 1872: 87 (in part). Putnam, 1874: 160 (in part); Gunther, 1880: 27. (Note that species names that are modifications of an existing binomial, rather than an original description, are separated from the author name by a full stop, *Bdellostoma cirrhatum*. Gunther, 1870: 511 (in part). [based in part on: Mincarone, M. M. & Fernholm, B. (2010). Review of the Australian hagfishes with description of two new species of *Eptatretus* (Myxinidae), *Journal of Fish Biology* **77**, 779–801. doi: 10.1111/j.1095-8649.2010.02661.x]

New species: The International Code of Zoological Nomenclature (Article 8.5, amendment) requires that a work bearing a new taxonomic name, issued and distributed electronically must be registered in the Official Register of Zoological Nomenclature (ZooBank) and contain evidence in the work itself of such registration. Any manuscript dealing with the description of new species, genera, or family submitted to JFB must be registered in ZooBank and the name of each new taxonomic name (e.g., new family, genus or species) should be added to ZooBank. Read <http://zoobank.org/> and associated video tutorials (<http://zoobank.org/VideoGuide>) and the Editorial on this subject in *JFB* **90**, 1167–1169.

Curation of taxonomic specimens: Name-bearing type specimens of taxa that are described in the *Journal of Fish Biology* as new to science must be deposited in recognized national or international institutions that can meet ICZN (2012) criteria for Recommendations 72F.1–5 into the foreseeable future: ICZN (2012). *The International Code of Zoological Nomenclature*, 4th edn. London: The International Trust for Zoological Nomenclature 1999.

Other specimens used for taxonomic analyses should, wherever possible, be deposited in appropriate scientific collections (e.g. museums and university collections, or private collections when there is good evidence that these are adequately maintained), with identifying catalogue numbers, so that they are accessible to the scientific community for subsequent examination and taxonomic revision <http://iczn.org/iczn/index.jsp>. Distribution of paratype series among more than one recognized national or international institution is at the discretion of the authors, but is encouraged for paratype series whenever the paratype series can be split into two or more representative samples for deposit at different institutions. Institutions and their official abbreviations are listed in Eschmeyer's *Catalog of Fishes Online*: <https://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-fishes> and in Poss, S. G. & Collette, B. B. (1995). Second survey of fish collections in the United States and Canada. *Copeia* 1995, 48–70. <http://www.jstor.org/stable/1446799>

Genetic nomenclature: Authors are responsible for ensuring correct style for naming genes, etc. to avoid delay publication at the final proofreading stage. To differentiate genes, proteins etc., by fish origin, *JFB* uses the zebrafish system: <https://wiki.zfin.org/display/general/ZFIN+Zebrafish+Nomenclature+Guidelines>. On first mention, the name of a gene, etc. should be given in full (roman) with its

Full name	Abbreviated form
Heat-specific protein-I gene	<i>hspI</i> (all lower case italic)
Heat-specific protein-I	Hsp1 (all roman, capital first letter)
Xxx-x microsatellite locus	Gsp-1 (all roman, capital first letter of genus, followed by: two first initials of species name and the clone number; e.g. Gmo-1 for <i>Gadus morhua</i>)
zzz exon	<i>zzz-ex1</i> (all lower case italic followed by -ex also italics and a number for the exon number)
aaa intron	<i>aaa-in1</i> (cf. exon)
Enhanced fluorescent green protein-N3 plasmid	pEGFP-N3 (all roman capitals preceded by roman lowercase p)
Bbb-x primer	<i>Gsp-1</i> (all italic, capital first letter of genus, followed by: two first initials of species name and the clone number; e.g. Gmo-1 for <i>Gadus morhua</i>)
Plasmids	All roman
Mammalian heat-specific protein-I gene	<i>HSP1</i> (all capital italic)
Mammalian heat-specific protein-I	HSP1 (all capital roman)

abbreviated form immediately after in parentheses. Thereafter, an abbreviated format should be used, as shown below.

Sequence data: Descriptions of novel amino-acid sequences of proteins or novel nucleotide sequences (e.g., primer sequences) are only be accepted if they carry a statement that all the data have been deposited with an appropriate data bank, e.g., the European Molecular Biology Laboratory (EMBL) or GenBank Data Libraries, and the database accession number must be given in the Materials and Methods. Data deposited in genetic data banks should include: specimen catalogue numbers (for specimens preserved in collections); a note identifying sequences that are derived from type specimens; and the collection locality data. For taxonomic papers that refer to sequences derived from specimens preserved in collections, authors should include a Table that clearly links each sequence accession number with the specimen from which it was derived. Sequences from type specimens should be clearly identified by bold text in this table and the significance of the bold text explained as a table footnote. For appropriate nomenclature for genetic sequences for type specimens please see: Chakrabarty, P. (2010). Genotypes: a concept to help integrate molecular phylogenetics and taxonomy. *Zootaxa* **2632**, 67–68. <http://www.mapress.com/zootaxa/2010/f/zt02632p068.pdf>. Sequences from holotypes are identified as hologenotypes, those from topotypes are topogenotypes, and the genetic marker(s) used are incorporated into the nomenclature (e.g. paragenotype ND2). Lengthy nucleotide sequences will only be published in the text if, in the judgement of the Editorial Team, these results are of general interest and importance. Where sequences are already published, reference to the original source will suffice.

RAPD –randomly amplified polymorphic DNA: Papers submitted to *JFB* must not include data generated by RAPD technology because conclusions derived from them may be unreliable.

6. PUBLICATION PROCESS AFTER ACCEPTANCE

Author

Licensing

If a paper is accepted for publication, the author identified as the formal corresponding author

will receive an email prompting them to log in to Author Services, where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be required to complete a copyright license agreement on behalf of all authors of the paper. Authors may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or **OnlineOpen** under the terms of a Creative Commons License. General information regarding licensing and copyright is available [here](#). To review the Creative Commons License options offered under OnlineOpen, please [click here](#). (Note that certain funders mandate a particular type of CC license be used; to check this please [click here](#))

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for self-archiving of different versions of the article under specific conditions. Please [click here](#) for more detailed information about self-archiving definitions and policies.

Open Access fees: Authors who choose to publish using OnlineOpen will be charged a fee. A list of Article Publication Charges for Wiley journals is available [here](#).

Funder Open Access: Please [click here](#) for more information on Wiley's compliance with specific Funder Open Access Policies.

Accepted

Articles

The journal offers Wiley's Accepted Articles service for all manuscripts. Accepted Articles are unedited, preprint manuscripts that are published online a few days after final acceptance. They appear in PDF format only and, while they have undergone full peer review, they have not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process. They also possess a Digital Object Identifier (DOI), which allows them to be cited. After publication of the final version article (the article of record), the DOI remains valid and can still be used to cite the article.

Proofs

Once the paper is typeset, the author will receive an email notification with full instructions on how to provide proof corrections. Please note that the author is responsible for all statements made in their work, including changes made during the editorial process – authors should check proofs carefully. Note that proofs should be returned within 48 hours from receipt of first proof.

Colour figures

Please provide colour figures only when the colour provides additional clarity. Otherwise figures should be in black and white. Colour figures will be published free of charge.

Early View

The journal offers rapid publication via Wiley's Early View service. **Early View** (Online Version of Record) articles are published on Wiley Online Library before inclusion in an issue. Note there may be a delay after corrections are received before the article appears online, as Editors also need to review proofs. Once the article is published on Early View, no further changes to the article are possible. The Early View article is fully citable and carries an online publication date and DOI for citations.

Access and Sharing

When the article is published online:

- The author receives an email alert (if requested).
- The link to the published article can be shared through social media.
- The author will have free access to the paper (after accepting the Terms & Conditions of use, they can view the article).

- For non-open access articles, the corresponding author and co-authors can nominate up to ten colleagues to receive a publication alert and free online access to the article.

Measuring the Impact of an Article

To find out how to best promote an article, [click here](#). Wiley also helps authors measure the impact of their research through specialist partnerships with [Kudos](#) and [Altmetric](#).

7. EDITORIAL OFFICE CONTACT DETAILS

Email: JFBoffice@wiley.com

Anexo II: Instrução para publicação na revista “*Neotropical Ichthyology*”

SCOPE AND POLICY

Neotropical Ichthyology is the official journal of the Sociedade Brasileira de Ictiologia (SBI). It is an international peer-reviewed Open Access periodical that publishes original articles and reviews on Neotropical freshwater and marine fishes. It constitutes an International Forum to disclose and discuss results of original research on the diversity of marine, estuarine and freshwater Neotropical fishes. We give priority to articles on native species in their original basins. Articles focusing on aquaculture should be submitted to journals focusing on Animal Science.

Submitted manuscripts must represent original research and provide clear theoretical foundations, describe the objectives and/or hypotheses under consideration, and employ sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or descriptive studies not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

All Neotropical Ichthyology submission system is exclusively online through the portal ScholarOne. The Editor-in-Chief will screen each manuscript submitted to Neotropical Ichthyology verifying whether it is within the journal’s scope, presents original research and follows the instructions of the journal to authors. After passing through the initial screening, articles will be assigned to a Section Editor, who will assign an Associate Editor and start the single blind review process. The journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna.

With each new manuscript submission, authors must include a cover letter stating that the article constitutes original research and is not being submitted to other journals. Your letter should also explain to editors why your article should be published, highlight the strengths of your research and outline the recommendations that can be drawn from your work. In multi-authored papers, the author responsible for submission must declare in the cover letter that all coauthors are aware of and agree with the submission. To that end, please ensure that all your coauthors have read and approved the final version.

The mailing addresses and valid e-mail addresses for all authors must be entered in the appropriate forms during manuscript submission. We strongly encourage you to register in <http://orcid.org/>, ask your coauthors to do the same and provide ORCID numbers for all authors during submission. At least the ORCID of the corresponding author is mandatory. Do not translate Institution names. During the submission, indicate at least five possible

reviewers, providing name, institution, country, and valid e-mail addresses. You may also indicate your opposition to particular reviewers or conflicts of interests, if applicable.

Please, read carefully and follow all applicable rules prior to submission. Manuscripts that do not meet the journal formatting requirements, lack required files, or are written in poor English will be returned to authors without review.

FORM AND PREPARATION OF MANUSCRIPTS

General form and preparation of manuscripts

Do not duplicate information among the text, figures and tables. Submit only figures and tables that are strictly necessary. Supplementary files such as appendices, and videos should be uploaded already formatted, as pdf or video files. They will be available only in the online version.

For taxonomic papers, please also refer to: Neotropical Ichthyology taxonomic style below.

Licensing

Until 2015, Neotropical Ichthyology published under a Creative Commons BY-NC license (Attribution-Non commercial). In 2015 the journal changed to the more permissive Creative Common BY license (Attribution). Articles accepted for publication become property of the journal.

Formatting rules

Please, be sure you have carefully read all the items below

FILE AND PAGE SETUP Manuscript files must be in the DOC, DOCX or RTF formats. Do not lock or protect the file. Formats such as XLS, XLSX or PDF will NOT be accepted.

The document file cannot include headers, footers, or footnotes (except page number). If your manuscript, figures or tables contain footnotes, move the information into the main text, captions or the reference list, depending on the content. Do not format text in multiple columns. Although no page limit is imposed, manuscripts should always be as concise as possible.

Text should be aligned to the left (except if otherwise mentioned), not fully justified, not indented by tab or space and not underlined. Do not hyphenate words at line breaks (though hyphens can be used in compound constructions, such as dorsal-fin rays, as appropriate).

All text must be Times New Roman font size 12, with 1.5 line spacing. Do not number lines. The font “symbol” can be used to represent the following characters: χ μ θ ω ε ρ τ Ψ ν ι \omicron π α σ δ Φ γ η ϕ κ λ \exists ϖ β ν \cong Θ Ω Σ Δ Φ . Spell out numbers from one to nine, except those that refer to numerical values, scale counts, and when referencing figures and tables. Also, spell out numbers that begin a sentence.

Abbreviations used in the text must be listed under Material and Methods; except for those in common use (e.g., min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g). For measurements, use the metric system. Never use n- or m-dashes anywhere in the manuscript; always use hyphens instead.

Language Text must be submitted in English. If none of the authors are native English speakers, we recommend that you contract with a professional language-editing and copyediting services or have the manuscript read by a native English speaking colleague prior to submission. Authors are free to choose any certified service, but Neotropical Ichthyology authors receive a discount from these two companies.

Title New taxa names should not appear in the title or abstract. *E.g.*, this title meets the guidelines: A new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes).

Center the title and present it in boldface, without quotation marks, with sentence-style capitalization, and with subordinate taxa separated by “:” *e.g.*, ...**(Siluriformes: Loricariidae)**. Titles must reflect the contents of the paper and use scientific names rather than vernacular names. Do not provide taxonomic authorship in the title, but do provide it in the first appearance of the name in the text. See Nomenclature Section below for further instructions.

Authors As the submitting author will be responsible for completing information at submission, it is mandatory that all authors have reviewed, discussed, and agreed with the contents of the manuscript and the order of authorship prior to submission. All co-authors must have contributed substantially to all article steps. Collectors and contributors of resources and equipment without substantial intellectual involvement in the project should be mentioned in the Acknowledgments, but not included as authors.

Capitalize only the initial letters of authors’ names. Do not abbreviate first name of authors and separate the names of the last two authors by “and”. We encourage presenting the full middle names of the authors, except when the number of authors is more than four. In case of authors from different institutions, use superscript numerals to identify each one in regular font (not italics). Superscript numerals can also be used to identify multiple addresses for each individual author. For Hispanic surnames, insert a hyphen between the paternal and the maternal surname if the author wishes to be cited with both (*e.g.*, Javier Maldonado-Ocampo).

Authors addresses Full mailing addresses and email of all authors must be provided, including institution name, ZIP codes, cities (no comma between ZIP and city), states and countries. For Brazilian and American states, use standard abbreviations preceded by comma, and always present the country name in English. Footnotes should not be used. List emails as part of the institutional address. When there is more than one author at a given institution, insert initials of each author name before their respective email address. Indicate the corresponding author by adding (corresponding author) after the appropriate email address. Do not use period.

E.g., Heraldo A. Britski¹, Naércio A. de Menezes¹, Javier Maldonado-Ocampo² and John Lundberg³

¹ Seção de Peixes, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Av. Nazaré, 481, Ipiranga, 04263-000 São Paulo, SP, Brazil. (HAB) heraldo@usp.br (corresponding author), (NAM) naercio@usp.br

²Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Edf. 53, Laboratorio de Ictiología 108B, Carrera 7 No. 43-82, Bogotá, DC, Colombia. gymnopez@gmail.com

³Department of Ichthyology, The Academy of Natural Sciences of Drexel University, 1900 Benjamin Franklin Parkway, 19103-1195 Philadelphia, PA, USA. lundberg@ansp.org

Running head Provide a suggested running head of up to 50 characters. It must concisely reflect the content of the article. Do not include vernacular names or species authorship here.

Abstract Abstracts must appear as a single paragraph with fewer than 200 words in English. Do not include new taxa names, authorship or references. Do not indent. Remember that this is the first piece of your article that will be viewed by each potential reader. Include information showing the importance and relevance of your article to encourage the reader to read your entire paper.

Resumo or resumen Provide a concise (maximum 200 words) and accurate Portuguese or Spanish translation of the English abstract.

Keywords Provide up to five capitalized keywords in English, in alphabetic order and separated by commas. Do not use words already contained in the title, nor Neotropical (which appears in the name of the journal). If the article provides an identification key, include that as keyword in the English and translated lists. The order of the Palavras-chave or the Palabras clave also is arranged alphabetically, but the sequence of the words might differ from those in English.

Text The body of text may employ named heading and subheadings, which cannot be lettered or numbered. All sections are left justified, except the primary headings, which should appear centered in small caps and bold font. Employ the following heading, in the cited order: **Title** (do not include the word Title before the title proper); **Abstract** (in English); **Resumo** or **Resumen** (choose only one, in Portuguese or Spanish); **Keywords** (in English and in the same language of the Resumo or Resumen you provided, literally translated from the English); **Running Head**; **Introduction**; **Material and Methods**; **Results**; **Discussion**; **Acknowledgments** (optional); and **References**. Do not unite Results and Discussion as a unique section or provide a separate Conclusion section. However, we encourage highlighting conclusions as the last paragraph(s) of the Discussion. If two heading levels are used, follow this format:

Material and Methods

Sampling sites. Collections were carried out in...

Statistical analyses. Data were analyzed...

In case of listing Examined Material, provide a list of institutional acronyms in Material and Methods section OR a reference to a published paper with a list of acronyms in Material and Methods. Also, reference(s) for species identification and classification used must be provided.

Voucher specimens Voucher specimens of all species examined must be deposited in a recognized scientific research collection, even in studies focusing on a single well-known species. A list of catalog numbers of voucher specimen(s) must be furnished in all manuscripts.

Nomenclature Species, genera, and Latin terms (*et al.*, *in vitro*, *in vivo*, *vs.*, *i.e.*, *e.g.*) must be in italics. Cite scientific names according to the ICZN (<http://iczn.org/iczn/index.jsp>).

Authorship should be given at the first reference to a species or genus. Spelling, valid names and authorship of species must be checked in the Catalog of Fishes at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Latin terms presented between the generic and specific names (cf., aff., etc.) are not in italics (*e.g.*, *Hoplias* cf. *malabaricus*).

The genus name must always be fully spelled at its first appearance, at the beginning of a sentence and at least once in each figure and table caption(s). After first mention, the first letter of the genus name followed by the full species name may be used (*e.g.*, *H. malabaricus*) as long as the abbreviation leaves no possibility of confusion with another generic name mentioned in the manuscript. In the case of possible confusion, the abbreviation can include more than the first letter to allow the differentiation of genera beginning with the same letter.

Acknowledgments Acknowledgments are optional but encouraged. If included, they must be concise and include both first and last names of persons. Abbreviate institutions, where the full name has been provided in the Material and Methods. Names of sponsor institutions

should be listed in their original spelling and not translated to English. Collections permit numbers and approvals of ethics committees can be listed here OR in the Material and Methods section.

Tables Tables must be numbered sequentially in Arabic numerals according to the order of citation in the text and be cited in the text using the following formats: Tab. 1, Tabs. 1-2, Tabs. 1, 4. Approximate locations where tables should be inserted must be indicated in upper case, along the right margin of the text, as in:

TABLE

1

In table captions, the word Tab., its respective number and final period after the number should be in bold (*e.g.*, **Tab. 1**...). End the caption in a period. Captions must be self-explanatory. If genus names appear in a caption, spell out the name at least once.

Tables must be constructed in cells using lines and columns. Do not format tables with “tab” or “space”. Tables should not contain visible vertical lines or footnotes [contents of footnotes must be included in the caption].

List all captions at the end of the manuscript, in the following format: *e.g.*, **Tab. 1**. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma pyrrhopteryx* and *D. speculiferum*...

Figures Figures must be numbered sequentially in Arabic numerals according to their order of citation in the text. Cite figures in the text using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c. Indicate the approximate locations where figures should be inserted in upper case, along the right margin of the text, as in:

FIGURE 1

In each figure caption, the word Fig., its respective number and period are in bold (*e.g.*, **Fig. 1**...). End each caption with a period. Captions must be self-explanatory. If genus names appear in a caption, spell out the name at least once. Do not include symbols in the caption, but rather replace them with text (*e.g.*, black triangle) or include a legend in the figure itself.

Indicate figure subsections in lower case and bold letters in both in the figure and caption (*e.g.*, **Fig. 1**. Olfactory epithelium of representatives of Otophysi. **a.** *Cyprinus carpio*; **b.** *Brycon orbignyanus*; **c.** *Pimelodus maculatus*; and **d.** *Sternopygus macrurus*. Scale bars = 1 mm). Do not use capital letters, or parentheses after letters.

Cite figures from other articles using the same formats as figures published in the present article, but do not capitalize them (*e.g.*, ... according to the figs. 2b of Vari, Harold (2001)...).

Figures cannot be submitted as images inserted in Word files. Figures must be submitted as high quality individual files. For b&w figures, they must be saved in TIFF format, gray scale, 8.5 or 17.5 cm width, 600 dpi. Color figures must be in TIFF format, CMYK, 8.5 or 17.5 cm width and 300 dpi.

Composed figures must fit either the page (17.5 cm) or column width (8.5 cm). Text included in graphs and pictures must have a font size compatible with reductions to page or column width.

Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure caption.

List all captions at the end of the manuscript, in the following format: *e.g.*, **Fig. 1**. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma pyrrhopteryx* and *D. speculiferum*...

Supplementary files Upload appendices, videos, datasets and other complementary materials as supplementary files. Identify these in the text by a bolded letter **S** followed by sequential numbers in Arabic numerals. Indicate in the text that those will appear only in the online

version (e.g. ... as shown in the video **S1**, available only in the online version,...). List all captions at the end of the manuscript, in the following format: **S1**. Video of variation of tides...

Personal communication Personal communication should be included in the text of your document – cited in text only and not be included in your reference list. *It is recommended you get permission from the source/author of your personal communication.*

Personal communication in the text of your document must include: Date of communication; Type of communication – oral, written (e.g., letter, written communication) or email (include email address); Affiliation (university, organization) and highest academic degree are optional.

E-mail: In-text: In an email from E. Anderson, PhD (e.anderson@usp.br) in August 2016..

References References must be cited in the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann, Norris (1918) or, for more than two coauthors, Eigenmann *et al.* (1910a, 1910b), always in chronological order after alphabetical order in case of more than one author cited.

Note: In case of self-citations using a convention other than those exemplified, please cite using your usual convention and, in the cover letter, mention your intention to maintain and standardize that usage in all your self-citations in this and other journals.

Ensure that all citations in the text and the References coincide before submitting a manuscript. Use the reference style outlined by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), also referred to as the “Vancouver” style. Example formats are listed below.

Book Author(s) – Family name and initials, Multiple authors separated by a comma. Title of book. Edition of book if later than 1st ed. Place of Publication: Publisher

Name; Year of Publication.

One author

Bailey KD. Methods of social research. 4th ed. New York: Free Press; 1994.
Nelson JS. Fishes of the world. 4th ed. Hoboken (NJ): J. Wiley; 2006.

Two to six authors

Borcard D, Gillet F, Legendre P. Numerical ecology with R. New York: Springer; 2011.
Graça WJ, Pavanelli CS. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem; 2007.

Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVA. Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2012.

Six or more authors

Baumgartner G, Pavanelli CS, Baumgartner D, Bifi AG, Debona T, Frana VA. Peixes do baixo rio Iguaçu. Maringá: Eduem; 2012.

Maldonado-Ocampo JA, Oviedo JSU, Villa-Navarro FA, Ortega-Lara A, Prada-Pedrerros S, Jiménez LF, Jaramillo-Villa U, Arango A, Rivas TS, Garcés GCS. Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. Bogotá (DC): WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca; 2012

OR

Maldonado-Ocampo JA, Oviedo JSU, Villa-Navarro FA, Ortega-Lara A, Prada-Pedrerros S,

Jiménez LF et al. Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. Bogotá (DC): WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca; 2012.

Different Editions

Zar JH. Biostatistical analysis. 5th ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2010.

Edited book

Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre: Edipucrs; 1998.

Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003.

Book in a series

Fink WL, Weitzman SH. The so-called Cheirodontin fishes of Central America with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). Washington (DC): Smithsonian Institution Press; 1974. (Smithsonian contributions to Zoology; No. 172).
Legendre P, Legendre L. Numerical ecology. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 1998. (Developments in environmental modeling; 20).

Meek SE. The fresh-water fishes of Mexico north of the isthmus of Tehuantepec. Chicago: Field Columbian Museum; 1904. (Field Columbian Museum. Publication, Zoological series; vol 5).
Wootton RJ. Ecology of teleost fishes. London: Chapman & Hall; 1990. (Fish and fisheries series; 1).

Electronic book - from a full text database

Eschmeyer WN, Fong JD. Species by family/ subfamily in the Catalog of Fishes. [Electronic version]. San Francisco (CA): California Academy of Sciences; 2017. [cited 2017 Oct 29]. Available from

<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp> (NOTE HYPERLINKS HAVE NO PERIOD).

Froese R, Pauly D, editors. FishBase. [World Wide Web electronic publication]. Penang (MA), Rome: FAO; 2017 [cited 2017 Oct 29]. Available from: <http://fisbase.org>
Stoddard, WO. Among the lakes. [eBook]. New York: C. Scribner's Sons; 1890 [cited 2017 Oct 29]. Available from: <https://archive.org/stream/amonglakes00stod#page/n7/mode/2up>

Translation of a book

Lowe-McConnell RH. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Vazzoler AEAM, Agostinho AA, Cunningham PTM, tradutores. São Paulo: Edusp; 1999. (Coleção Base). Original title: Ecological studies in tropical fish communities.

Chapter in an edited book

Britto MR. Família Callichthyidae. In: Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS, editores. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2007. p. 75-81. (Série Livros; 23).

Campos-da-Paz R, Albert JS. The gymnotiform “eels” of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre: Edipucrs; 1998. p.401-417. (NOTE ALL DIGITS ARE PROVIDE IN PAGE NUMBERS OF BOOK CHAPTERS).

Reis RE. Family Callichthyidae (Armored catfishes). In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. p.291-309.

Chapter in a book

Gerking SD. Feeding ecology of fish. London: Academic Press; 1994. Chapter 3, Feeding variability; p.41-53.

Standard journal article – one author

Winemiller KO. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol Monogr.* 1990; 60(3):331-67. (NOTE YOU MUST PRESENT ONLY TWO DIGITS FOR LAST PAGES IF THE PREVIOUS DIGITS COINCIDE WITH THE PREVIOUS DIGITS OF THE FIRST PAGE).

Standard journal article – two authors

Abudayah WH, Mathis A. Predator recognition learning in rainbow darters *Etheostoma caeruleum*: specific learning and neophobia. *J Fish Biol.* 2016; 89(3):1612-23.
Winemiller KO, Jepsen DB. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *J Fish Biol.* 1998; 53(Suppl.A):267-96.

Standard journal article – three to six authors

Morris MR, Batra P, Ryan MJ. Male-male competition and access to females in the swordtail *Xiphophorus nigrensis*. *Copeia.* 1992; (4):980-86.

Vari RP, Ferraris CJ, Jr., De Pinna MCC. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotrop Ichthyol.* 2005; 3(2):127-238.

Journal article – more than six authors

Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Paulo Júnior EPN, Rosa RS, Rosa IL. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotrop Ichthyol.* 2012; 10(1):109-22.

OR

Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Paulo Júnior EPN, Rosa RS et al. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotrop Ichthyol.* 2012; 10(1):109-22.

Journal article – in press

Melo MRS, Buckup PA, Oyakawa OT. A new species of *Characidium* Reinhardt, 1867 (Characiformes: Crenuchidae) endemic to the Atlantic Forest in Paraná State, southern Brazil. *Neotrop Ichthyol.* Forthcoming 2016.

Pessanha ALM, Araújo FG. Spatial and size feeding niche partitioning of the rhomboid mojarra *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) in a tropical Brazilian Bay. *Mar Biol Res* [serial on the Internet]. 2012; 8(3):273-83. Available from:<http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2011.615326>

Electronic journal article – without DOI number

Koike Y, Koya Y. Viable periods of fertilizability of eggs and sperm of Japanese medaka, *Oryzias latipes*. *J. Ichthyol* [serial on the Internet]. 2014; 61(1):9-14. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jji/61/1/61_9/pdf

Journal article from a full text database

Fletcher D, Wagstaff CRD. Organizational psychology in elite sport: its emergence, applications and future. *Psychol Sport Exerc* [serial on the Internet]. 2009; 10(4):427-34. Available from: <http://www.sciencedirect.com/>

Image or map on a webpage

IBGE. Maringá-PR [Image on the internet]. 2010 [cited 2016 Sep 12]; Available from: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_para_fins_de_levantamentos_estatisticos/censo_demografico_2010/mapas_municipais_estatisticos/pr/maringa_v2.pdf

R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing [Computer software manual - Internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2014. Available from: [https://www.r-project.org/StatSoft, Inc. STATISTICA \[Data Analysis Software System\], version 10. Available from: www.statsoft.com](https://www.r-project.org/StatSoft, Inc. STATISTICA [Data Analysis Software System], version 10. Available from: www.statsoft.com)