



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS**

**KEYLA SOUZA DE LIMA**

**COMO A DIETA INFLUENCIA NA ATIVIDADE REPRODUTIVA DE PEIXES EM  
RIACHOS AMAZÔNICOS? UM ESTUDO DE CASO DO TETRA-BANDEIRA  
*Hyphessobrycon heterorhabdus* (CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

**BELÉM  
2024**

KEYLA SOUZA DE LIMA

COMO A DIETA INFLUENCIA NA ATIVIDADE REPRODUTIVA DE PEIXES EM  
RIACHOS AMAZÔNICOS? UM ESTUDO DE CASO DO TETRA-BANDEIRA

*Hyphessobrycon heterorhabdus* (CHARACIFORMES: CHARACIDAE)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

**Área de concentração:** Ecologia Aquática e Manejo de recursos Naturais

**Orientador:** Prof. Dr. Bruno da Silveira Prudente

BELÉM  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- L732c Lima, Keyla Souza de  
Como a dieta influência na atividade reprodutiva de Characideos em riachos Amazônicos? Um estudo de caso do tetra-bandeira *Hyphessobrycon heterorhabdus* / Keyla Souza de Lima. - 2024.  
44 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.  
Orientador: Prof. Dr. Bruno da Silveira Prudente
1. Ecologia alimentar; Reprodução; Índice Gonadossomático, Repleção estomacal. I. Prudente, Bruno da Silveira , *orient.* II. Título
- 

CDD 577.609811


KEYLA SOUZA DE LIMA

Como a dieta influencia na atividade reprodutiva de peixes em riachos amazônicos? Um estudo de caso do tetra-bandeira *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Characiformes: Characidae)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.


Data da aprovação: 30/09/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **BRUNO DA SILVEIRA PRUDENTE**  
Data: 25/09/2024 09:59:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Bruno Prudente (Orientador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Documento assinado digitalmente  
 **THIAGO AUGUSTO PEDROSO BARBOSA**  
Data: 30/09/2024 08:40:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Thiago Augusto Pedroso Barbosa  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Documento assinado digitalmente  
 **TIAGO MAGALHAES DA SILVA FREITAS**  
Data: 25/09/2024 11:00:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Tiago Magalhães da Silva Freitas  
Universidade Federal do Pará – UFPA

Documento assinado digitalmente  
 **LUIS FERNANDO DA SILVA RODRIGUES FILHO**  
Data: 30/09/2024 09:38:11-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Luís Fernando Da Silva Rodrigues Filho  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Belém  
2024

À Ilana Pamplona, que segurou  
minha mão quando eu não tinha  
mais forças, me ajudou a levantar,  
cuidou de mim e não me deixou  
desistir. Obrigada por acreditar em  
mim mais do que eu mesma.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por até aqui ter me sustentado com sua infinita graça e misericórdia.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Amazônia (LABECA) pela oportunidade de aprendizado, amadurecimento pessoal e profissional e por oferecer o suporte necessário para concluir este sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bruno da Silveira Prudente por me aceitar como orientanda quando ninguém mais acreditava em mim, por não desistir de mim e acreditar que eu poderia concluir meu trabalho, pelo apoio nessa reta final, pelas correções rigorosas e por sempre me tratar com respeito.

À professora Rosália Souza, que sempre me inspirou com seu profissionalismo e conhecimento e ao Professor Nuno Melo, sem vocês eu não teria chegado aonde estou hoje.

As minhas amigas Ana Rachel Broni e Heloisa Mendes que sempre me deram apoio, palavras de incentivo, sempre preocupadas em saber como eu estava e me incentivando a não desistir nunca.

À Andreza, secretária da coordenação do PPGAQRAT, por todo incentivo, preocupação e carinho que sempre teve comigo.

Aos meus pais Reinaldo Mateus de Lima e Firmina Souza de Lima, que mesmo com poucos recursos e pouco estudo, nunca me deixaram faltar nada e me fizeram uma pessoa de bem.

Enfim a todos que colaboraram com meu aprendizado e me ajudaram a alcançar mais esse sonho “MUITO OBRIGADO A TODOS”.

## RESUMO

O presente estudo objetivou analisar a relação entre a ecologia alimentar de *Hyphessobrycon heterorhabdus* e a sazonalidade de sua atividade reprodutiva em riachos da Amazônia Oriental. As coletas foram realizadas bimestralmente, de março de 2019 a janeiro de 2020, em três riachos utilizando peneiras. Os peixes capturados foram eutanasiados, fixados em formalina a 10% e preservados em álcool 70%. Em laboratório, os espécimes foram mensurados quanto ao Comprimento padrão (Cp), Peso total (Pt) e Peso do estômago (Pe). As gônadas também foram pesadas (Pg) e armazenadas. Em seguida, os itens alimentares foram identificados até o menor nível taxonômico e agrupados em 19 categorias alimentares. Cada categoria foi avaliada quanto ao seu Volume Relativo (V%) e Frequência de Ocorrência (FOi%), que foram combinados para obtenção do Índice de Importância Alimentar (IAi%). A intensidade alimentar de *H. heterorhabdus* foi avaliada através do Índice de Repleção Estomacal (IRE%). O período de atividade reprodutiva do *H. heterorhabdus* foi avaliado utilizando o Índice Gonadossomático (IGS). Os valores do IGS foram comparados entre os meses, separadamente para machos e fêmeas, usando o teste de Kruskal-Wallis e o teste de comparação múltipla de Wilcoxon. O IGS foi correlacionado com a importância alimentar das três categorias mais importantes na dieta da espécie e com a intensidade alimentar através de uma análise de correlação de Spearman. Esta correlação também foi realizada considerando o IGS de um determinado mês e a importância das categorias dois meses antes e dois meses depois. Foram amostrados 81 machos e 56 fêmeas adultas que evidenciaram uma atividade reprodutiva ao longo dos meses, com uma maior intensidade entre março e maio de 2019. A dieta de *H. heterorhabdus* foi composta predominantemente por insetos alóctones, com variações sazonais mais evidentes no consumo de Larva e Pupa de Diptera e Formicidae. O Índice de Repleção Estomacal (IRE%) variou significativamente entre os meses com uma maior intensidade alimentar no mês de março. A correlação de Spearman mostrou uma relação significativa apenas entre a atividade reprodutiva de macho e a intensidade alimentar no mesmo mês. Os resultados reforçam que a dieta de *H. heterorhabdus* pode não ser a principal preditora da atividade reprodutiva, que por sua vez pode ser predominantemente influenciada pela variação na disponibilidade de micro-habitat de desova, formado principalmente nos períodos de maior precipitação local.

**PALAVRA-CHAVE:** Ecologia alimentar; Reprodução; Índice Gonadossomático, Repleção estomacal.

## ABSTRACT

The present study aimed to analyze the relationship between the feeding ecology of *Hyphessobrycon heterorhabdus* and the seasonality of its reproductive activity in streams in the Eastern Amazon. Collections were carried out bimonthly from March 2019 to January 2020 in three streams using sieves. Captured fish were euthanized, fixed in formalin in 10%, and preserved in 70% alcohol. In the laboratory, the standard length (SL), total weight (Wt), and stomach weight (Ws) of the specimens were measured. Gonads were weighed (Wg) and stored. Food items were then identified to the lowest taxonomic level and grouped into 19 food categories. Each category was evaluated for its Relative Volume (V%) and Frequency of Occurrence (FOi%), which were combined to obtain a Dietary Importance Index (IAi%). The feeding intensity of *H. heterorhabdus* was evaluated using the Stomach Replenishment Index (SRI%). The reproductive activity of *H. heterorhabdus* was assessed using the Gonadosomatic Index (GSI). GSI values were compared between months, separately for males and females, using the Kruskal-Wallis test and Wilcoxon multiple comparison test. The GSI was correlated with the dietary importance of the three most important categories in the species diet and dietary intensity through Spearman survey analysis. This correlation was also performed considering the GSI of a given month and the importance of the categories two months before and two months after. A total of 81 adult males and 56 females were sampled, which showed reproductive activity throughout the months, with a greater intensity between March and May 2019. The diet of *H. heterorhabdus* was predominantly composed of allochthonous insects, with more evident seasonal variations in the consumption of Diptera and Formicidae larvae and pupae. The Stomach Replenishment Index (SRI%) varied significantly between months, with higher feeding intensity in March. The spearman demonstration showed a significant relationship between male reproductive activity and feeding intensity in the same month. These results reinforce that diet of *H. heterorhabdus* may not be the main predictor of reproductive activity, which in turn may be predominantly influenced by variations in the availability of spawning microhabitats, formed mainly in periods of greater local variations.

**Keywords:** Feeding ecology; Reproduction; Gonadosomatic Index; Repletion Index.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar do <i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> (ULrey, 1894) .....	17
Figura 2 - Mapa dos pontos de coleta do Tetra-bandeira <i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> em uma microbacia da bacia do Rio Guamá, Pará, Brasil, Amazônia Oriental. Com destaque em vermelho encontra-se o município de Capitão Poço.....	211
Figura 3 - Variação do Índice de Repleção Estomacal (IRE%) de machos (A) e de fêmeas (B) de <i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> amostrados entre março de 2019 e janeiro de 2020 na bacia do rio Guamá, Amazonas, estado do Pará, Brasil.....	299
Figura 4 - Variação do Índice Gonadossomático de machos (A) e fêmeas (B) de <i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> amostrados entre março de 2019 e janeiro de 2020 na bacia do rio Guamá, Amazonas, estado do Pará, Brasil.....	30

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão agrupados os indivíduos adultos. O índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $IAi\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone. ....266
- Tabela 2 - Índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão somente as fêmeas adultas. O índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $IAi\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone. ....277
- Tabela 3 - Índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão somente os machos adultos. O índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $IAi\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone. ....288
- Tabela 4 - Correlação entre a média do Índice Gonadossomático (IGS) e a média do Índice de importância alimentar ( $IAi\%$ ) das 3 categorias mais importantes da dieta do *Hyphessobrycon heterorhabdus* e a Correlação entre a média do Índice Gonadossomático (IGS) com a média do Índice de Repleção Estomacal (IRE%), para machos e fêmeas no mês correspondente, o valor do  $IAi$  da categoria dois meses anterior (x-2) e dois meses posterior (x+2) aos valores de IGS. Onde  $r_s$  é o coeficiente de correlação e o p é o p-valor. ....311

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Ecologia trófica e reprodutiva dos peixes .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. <i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> (Characiformes: Characidae).....</b>	<b>16</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Área de estudo .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2. Coleta de dados .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2 Obtenção dos dados de dieta .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2.3 Obtenção dos dados de reprodução.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3. Análise de dados .....</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ecologia trófica refere-se ao estudo das relações entre um organismo e o meio em que ele vive, bem como, das interações entre os organismos em um ecossistema (SABO; GERBER, 2014). Estudar a ecologia trófica dos peixes de riacho envolve a análise dos hábitos alimentares, das presas consumidas e das estratégias de obtenção de recursos (SILVA *et al.*, 2016; DE CARVALHO *et al.* 2017). Conhecer os itens alimentares consumidos por uma espécie de peixe permite inferir sobre o micro-habitat que ela utiliza e suas relações intra e interespecíficas (PEREIRA; PINHEIRO; OLIVEIRA, 2022). Conhecer a dieta dos peixes também nos ajuda a elucidar sua distribuição no espaço e no tempo, uma vez que a maioria das espécies optam por determinados ambientes ou períodos específicos de acordo com a disponibilidade dos recursos alimentares (WOLFF; CARNIATTO; HAHN, 2013; HIGINO *et al.* 2016; GAMBAROTTO, 2017; DA SILVA; DE SOUZA; CASATTI, 2018). Compreender a dieta de uma espécie nos fornece importantes informações referente a sua história de vida, uma vez que a energia obtida por meio da alimentação possibilita aos organismos realizarem demais atividades, como crescimento e reprodução (PARSONS; ROBINSON, 2021).

A manutenção de uma população depende diretamente de quantidade da energia obtida pela alimentação que é destinada para a atividade reprodutiva (CHAVES; ALVES, 2010). De acordo com a Teoria do Forrageamento Ótimo (TFO), os organismos controlam o consumo de recursos alimentares equilibrando a energia obtida com a ingestão desses recursos e a energia despendida na busca captura e ingestão desses recursos (MacARTHUR; PIANKA, 1996). Para manter um balanço energético positivo, um organismo deve maximizar a energia obtida e minimizar a energia gasta. Isso garante energia suficiente para atividades básicas como o crescimento e a reprodução (PYKE, 1984). No caso dos peixes, a energia obtida da alimentação é fundamental para a produção de gametas, além disso, o consumo de alimentos ricos em proteínas e lipídios favorecem a maturação gonadal e o sucesso reprodutivo (BROOKS *et al.* 1997; OLIVEIRA *et al.* 2023).

A alimentação desempenha um papel importante na sazonalidade reprodutiva de peixes tropicais (ESTEVES; ARANHA; ALBRECHT, 2021). A alimentação dos peixes tem uma relação direta com sua reprodução, pois a disponibilidade de alimento afeta diretamente a condição física e a energia disponível para investir na reprodução (OLIVEIRA, *et al.* 2023). Do ponto de vista fisiológico, a qualidade e quantidade de alimentos melhora a condição corporal e as reservas energéticas dos peixes, resultando em um maior investimento reprodutivo. Em contraste, a escassez de alimentos leva a uma pior condição física e menor

quantidade de energia para a reprodução, reduzindo a capacidade reprodutiva. Essas adaptações permitem que os peixes ajustem suas estratégias reprodutivas para maximizar o sucesso em ambientes variáveis (OLIVEIRA, *et al.* 2023). Desta forma, conhecer tais estratégias pode auxiliar na conservação de ecossistemas aquáticos, especialmente na Amazônia, uma região mega diversa onde os peixes de riacho desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade.

Entre os vertebrados, os peixes são o grupo com maior diversidade de estratégias reprodutivas (HELFMAN *et al.* 2009). As estratégias reprodutivas dos peixes de riachos incluem táticas adaptativas que permitem maximizar o sucesso reprodutivo em ambientes variáveis. Essas táticas incluem desovas oportunistas, ajustadas às condições ambientais, como a disponibilidade de recursos alimentares e a sazonalidade das chuvas, que afetam diretamente o comportamento reprodutivo. Os peixes tendem a sincronizar seus ciclos reprodutivos com períodos de maior oferta de alimento e melhores condições de habitat, como a disponibilidade de áreas de desova seguras. Em riachos amazônicos, onde a variabilidade ambiental é alta, essa flexibilidade reprodutiva é crucial para garantir a manutenção das populações, especialmente em condições de pressões antropogênicas (BARROS; BARBOSA; PRUDENTE, 2024).

O conhecimento da biologia reprodutiva das espécies é essencial para compreender a dinâmica populacional, pois permite identificar os fatores que regulam o crescimento, a sobrevivência e a reprodução das populações (RODRIGUES *et al.* 2023). As estratégias reprodutivas, como a periodicidade da desova, a fecundidade e o cuidado parental, influenciam diretamente a estrutura etária e o tamanho populacional, afetando a competição intra e interespecífica, a distribuição de recursos e a persistência das espécies em ambientes desafiadores (WINEMILLER; ROSE, 1992).

Winemiller e Rose (1992) propuseram o modelo triangular de estratégias reprodutivas de peixes, reforçando os diferentes mecanismos reprodutivos que estes organismos utilizam para maximizar seu sucesso reprodutivo em condições ambientais variáveis. Entre as táticas que compõem essas estratégias estão a seleção do parceiro, a escolha do local de desova, o cuidado parental e a sincronização da reprodução com ciclos ambientais, como a disponibilidade sazonal de alimento. A dinâmica do ambiente desempenha um papel crucial na definição dessas estratégias, influenciando diretamente em como os peixes distribuem seus recursos energéticos para a reprodução. Winemiller e Rose (1992) e Winemiller, 2005 destacam como a variabilidade na disponibilidade de alimento pode modular essas estratégias,

afetando desde a quantidade e qualidade da prole até a estruturação das populações de peixes em diferentes habitats aquáticos.

Dentre as espécies de peixes de riachos, o tetra *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Ulrey, 1894), um pequeno representante da família Characidae (Characiformes) amplamente distribuído na região do Baixo Amazonas (FARIA, 2020), destaca-se entre as espécies mais abundantes em riachos de Amazônia Oriental (BENONE *et al.* 2017; PRUDENTE *et al.* 2018; FERREIRA *et al.* 2018; SANTOS *et al.* 2019). Esta espécie é comumente observada em cardumes de cinco a 30 indivíduos, ocupando áreas de remanso próximas às margens, onde se alimentam de itens disponíveis tanto na coluna d'água como associada às margens (BREJÃO *et al.* 2013). Assim como outros caracídeos amazônicos, *H. heterorhabdus* é conhecido regionalmente como “piaba” e se destaca no mercado da aquariorfilia, pertencendo a lista de espécies ornamentais como “tetra-bandeira” (IBAMA, 2012).

A espécie é conhecida por possuir múltiplos eventos de desova, com período reprodutivo prolongado e alta taxa de fecundidade (OLIVEIRA *et al.* 2023). Essas características sugerem uma estratégia reprodutiva oportunista, permitindo que a espécie aproveite as condições ambientais favoráveis para a reprodução, como a disponibilidade de alimento, o aumento do nível da água durante a estação chuvosa e a presença de micro-habitat adequado para desova (OLIVEIRA *et al.* 2023). A dieta da espécie é onívora com tendência à insetivoria, alimentando-se de insetos autóctones e alóctones, com destaque para a influência da vegetação ciliar na disponibilidade de recursos alimentares (BENONE *et al.* 2020). A dieta do *H. heterorhabdus* reflete uma alta plasticidade, semelhante a outras espécies de caracídeos, mostrando variações espaciais e temporais em sua alimentação (BENONE *et al.* 2020).

A maioria dos estudos sobre a dieta de peixes tropicais de água doce tem focado na comparação entre alimentação e ciclo hidrológico (PREJS; PREJS, 1987; ESTEVES; LOBO, 2001; DE ALVARENGA *et al.* 2006), mas são poucas as análises que têm focado na interação entre alimentação e reprodução sazonal (BALLESTEROS; TORRES-MEJIA, RAMÍREZ-PINILLA, 2009). Muitos peixes de água doce se reproduzem durante ou após o pico de disponibilidade de alimentos e consumo (RINNE; WANJALA, 1983; ESTEVES; PINTO LOBO, 2001; DE ALVARENGA *et al.* 2006). Outros podem diminuir ou até mesmo cessar a ingestão de alimentos durante a estação reprodutiva (IKOMI, 1996; SANTAMARIA-MIRANDA *et al.* 2005). A qualidade dos alimentos também pode estar diretamente relacionada à reprodução (BALLESTEROS; TORRES-MEJIA, RAMÍREZ-PINILLA, 2009). O alto teor de nutrientes de alguns tipos de alimentos pode desempenhar um papel na maturação

das gônadas através de sua contribuição no armazenamento de reservas de gordura (BROOKS *et al.* 1997).

Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a relação entre a ecologia alimentar de *Hyphessobrycon heterorhabdus* e a sazonalidade de sua atividade reprodutiva em riachos da Amazônia Oriental. Considerando que a espécie possui a capacidade de ajustar suas estratégias reprodutivas em resposta às condições ambientais variáveis (OLIVEIRA, *et al.* 2023), esperamos que nos períodos que antecedem os picos de atividade reprodutiva a espécie se alimente de itens mais nutritivos, como alimentos ricos em proteínas, como pequenos crustáceos e insetos ou com alto teor de energia, como zooplâncton e outros organismos ricos em lipídios, que são fundamentais para a alocação de recursos na reprodução. Isso seria consistente com o que se observa em várias espécies de peixes que ajustam suas dietas para otimizar o investimento reprodutivo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Ecologia trófica e reprodutiva dos peixes**

A ecologia trófica pode ser definida como o estudo das relações alimentares que acarretam a troca de energia e nutrientes entre diferentes organismos (GERKING, 1994; GASALLA; SOARES, 2001; GARVEY; WHILLES, 2016). A ecologia trófica de peixes inclui aspectos importantes para o entendimento das relações dentro de uma comunidade, como a posição de uma espécie na cadeia trófica, o tamanho do seu nicho, a importância da alimentação nos processos ecossistêmicos e alterações ontogenéticas, partilham de recursos, especialização individual e seletividade, entre outros. O estudo da ecologia trófica transpassa por diversos níveis organizacionais biológicos, o que torna essencial para entender os processos relacionados à manutenção da diversidade de espécies e o manejo sustentável de ambientes (ESTEVES; ARANHA; ALBRECHT, 2021).

As relações ecológicas variam de acordo com o ambiente, influenciadas pela disponibilidade de recursos e condições abióticas. Em ecossistemas terrestres, interações como predação e competição são moldadas pela estrutura do habitat e pela sazonalidade climática. Já em ecossistemas aquáticos, como riachos, a dinâmica é distinta devido ao fluxo contínuo de água e à variação sazonal na disponibilidade de alimentos, impactando diretamente as interações tróficas e a organização das comunidades biológicas (OLIVEIRA, 2023).

Os riachos são rios de pequena ordem, canalizados e de pequeno porte, que apresentam alta heterogeneidade de micro-habitat, alternando corredeiras e remansos (ESTEVES;

ARANHA, 1999). Diferenças topográficas, história geológica, relações biogeográficas, sazonalidade da pluviosidade e aporte de material vegetal e animal são fatores que influenciam a fauna aquática, devendo ser considerados nos estudos que tratam da ecologia trófica de peixes (ESTEVES; ARANHA; ALBRECHT, 2021).

Riachos representam a maior porcentagem de cursos d'água na maioria das bacias hidrográficas e sua fauna de peixes se caracteriza pela dominância de espécies de pequeno porte (CASTRO; POLAZ 2020). Um dos principais fatores associados aos picos de reprodução de peixes dulcícolas tropicais é a chuva, pelo maior aporte de alimentos e aumento na disponibilidade de sítios de desova e abrigo para larvas e juvenis (LOWE-MCCONNELL 1987, VAZZOLER; MENEZES 1992). No entanto, algumas espécies de peixe se reproduzem durante a estação seca (KRAMER, 1978; WANG *et al.* 1995; PUSEY *et al.* 2002; TORRES-MEJIA; RAMÍREZ-PINILLA, 2008), ou ao longo do ano (KRAMER, 1978; ALKINS-KOO, 2000).

A ecologia trófica da ictiofauna de riachos é fortemente influenciada pelas variações em características como cobertura vegetal, velocidade da água, sinuosidade, profundidade, entre outros fatores (WOLFF; CARNIATTO; HAHN, 2013; DA SILVA; DE SOUZA; CASATTI, 2018). A variação pluviométrica influencia no ecossistema de riacho, o aumento das chuvas proporciona um aumento na disponibilidade e heterogeneidade de recursos provenientes da vegetação ripária e/ou carreados de trechos a montante e de ecossistemas terrestres adjacentes (DALA-CORTE *et al.* 2020). Essa variação desempenha um papel importante na ecologia trófica dos peixes e tem um impacto direto nos riachos amazônicos (SIOLI, 1984). Por outro lado, essas variações nos riachos amazônicos são geralmente menos previsíveis, intensas e de curta duração, e são principalmente causadas pelos padrões de precipitação locais (ZUANON; FERREIRA, 2008).

O aumento do nível da água durante a estação chuvosa cria novos micro-habitat para peixes, como poças marginais (ESPÍRITO-SANTO *et al.* 2009, 2013), e aumenta a entrada de sedimentos e alimentos provenientes dos ecossistemas terrestres adjacentes, que incluem sementes, frutas, insetos terrestres e matéria orgânica (REZENDE; MAZZONI, 2006; UIEDA; PINTO, 2011). Este aumento na disponibilidade de recursos alóctones torna-se particularmente importante em ecossistemas fluviais devido a sua baixa produtividade primária autóctone, resultado da presença de vegetação marginal que diminui a exposição solar na superfície do riacho (PERESSIN, 2013; WALKER *et al.* 1990; ZENI *et al.* 2019).



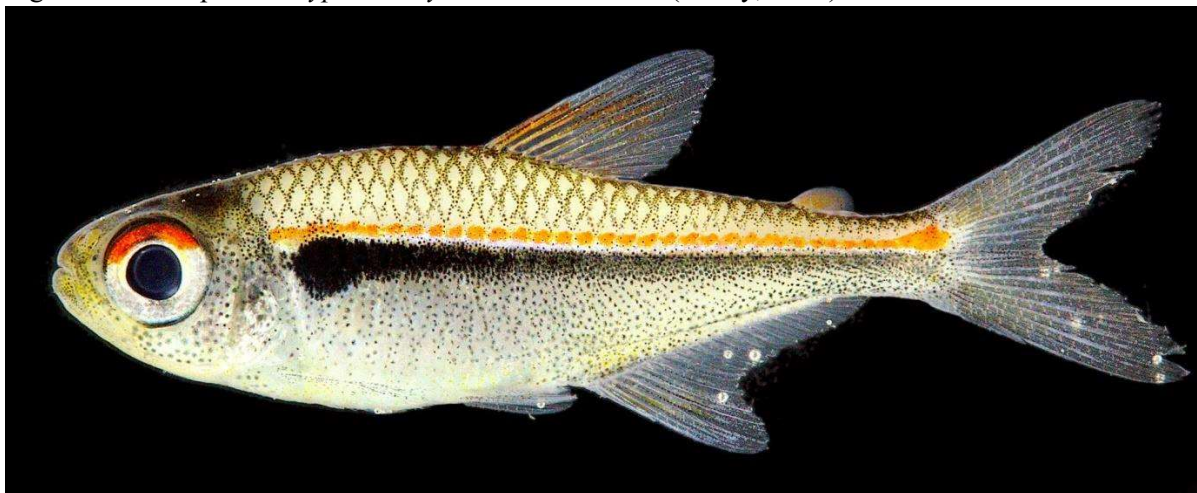
A dieta também pode variar ao longo do ciclo da vida, o que está, em parte, associado a mudanças morfológicas que ocorrem ao longo do desenvolvimento, podendo representar uma forma de partilha de recursos limitados que viabiliza maior abundância da espécie no local (RUSSO *et al.* 2002). No início do seu desenvolvimento, os peixes apresentam restrições morfológicas, como um tamanho reduzido da boca, o que reduz o consumo de recursos alimentares em relação ao seu tamanho e leva ao consumo de presas menores (ABELHA *et al.* 2001). Além disso, as limitações morfológicas do corpo limitam sua capacidade de nadar e, portanto, de forragear (ABELHA *et al.* 2001).

A energia que é obtida pela alimentação durante a fase juvenil é destinada ao crescimento somático (FERNANDO; SÚAREZ, 2020; ZHAO *et al.* 2014). Na fase adulta, quando tem maior tamanho corporal, a energia é destinada principalmente à maturação gonadal e outros processos reprodutivos. (ARIM *et al.* 2007; BALLESTEROS *et al.* 2009; MOTTA; UIEDA, 2004).

## **2.2. *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Characiformes: Characidae)**

A espécie *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Ulrey, 1894) (Figura 1) é um representante de pequeno porte da família Characidae (Characiformes) amplamente distribuído na região do Baixo Amazonas (FARIA, 2020), destacando-se entre as espécies mais abundantes em riachos de Amazônia Oriental (BENONE *et al.* 2017; PRUDENTE *et al.* 2018; FERREIRA *et al.* 2018; SANTOS *et al.* 2019). Esta espécie habita pequenos afluentes e formam cardumes de cinco a 30 indivíduos que ocupam áreas de remanso próximas às margens, onde se alimentam de itens disponíveis tanto na água coluna e associada ao substrato desses bancos (BREJÃO *et al.* 2013). Assim como outros caracídeos amazônicos, *H. heterorhabdus* é conhecido regionalmente como “piaba” e economicamente distinto por estar na lista de espécies ornamentais popularmente conhecidas como tetra-bandeira (IBAMA, 2012).

Figura 1 – Exemplar do *Hyphessobrycon heterorhabdus* (ULrey, 1894)



Fonte: Salvador, G. N. (2024)

De acordo com Benone *et al.* (2020), o *H. heterorhabdus* possui uma dieta onívora com tendência à insetivoria, alimentando-se tanto de itens autóctones quanto alóctones. Sua dieta é composta principalmente de fragmentos de exoesqueleto e por uma variedade de grupos de insetos, como Odonata, Hemiptera, e Trichoptera, seguidos de fragmentos vegetais alóctones. A espécie apresentou diferenças na composição da dieta de *H. heterorhabdus* entre os períodos hidrológicos com um maior consumo de fragmentos vegetais e Trichoptera adultos durante o período chuvoso e maior consumo de fragmentos de exoesqueleto de origem desconhecida e Hemiptera adulto, durante o período seco (BENONE, *et al.* 2020).

No estudo de Sisnando (2017), realizado em igarapés da Amazônia Oriental, a dieta de *H. heterorhabdus* também foi baseada no consumo de insetos terrestres e formas imaturas de insetos aquáticos, classificando a espécie com o hábito alimentar insetívoro. O consumo de insetos variou de acordo com os riachos. Dentre as formas de insetos consumidos por *H. heterorhabdus*, os de origem alóctone se destacaram na dieta. Dentre os insetos terrestres, Formicidae foi o item mais ingerido.

Silva *et al.*, 2019, em seu estudo de sobreposição de nicho trófico de duas espécies de peixes em riachos da bacia do alto rio Tocantins, afirmou que a dieta de *H. heterorhabdus* é composta por seis categorias alimentares amplas, sendo elas: invertebrados terrestres e aquáticos, escamas e nadadeiras, algas filamentosas, material vegetal, frutos e sementes, e crustáceos. Onde a espécie consome preferencialmente invertebrados terrestres e aquáticos, respectivamente, durante todo o ano. Os invertebrados terrestres compuseram 53,31% da dieta da espécie no período seco e 75,21% no período de chuva, enquanto isso os invertebrados aquáticos compõe 42,54% no período seco e 21,06% no período de chuva; os invertebrados

terrestres e aquáticos chegam a compor mais de 90% da dieta da espécie em ambos os períodos. A família Characidae é caracterizada por espécies que apresentam plasticidade na utilização dos recursos alimentares, assim exploram diversos itens alimentares. Essa plasticidade na alimentação pode servir de estratégia para minimizar a competição (ABELHA *et al.* 2001).

Em relação à reprodução, segundo o estudo de Oliveira, *et al.* (2023) realizado em riachos da Amazônia Oriental, o *Hyphessobrycon heterorhabdus*, apresentou características reprodutivas que se destacam pela estratégia oportunista de desova parcelada. A atividade reprodutiva ocorre ao longo do ano, mas os picos ocorrem entre março e maio, quando as precipitações são mais altas. A fecundidade média das fêmeas é de 197 ovócitos, com diâmetros de 0,120 mm a 0,650 mm, indicando que muitas desovas ocorrem ao longo do ciclo reprodutivo. A proporção sexual entre machos e fêmeas é de 1:6 para 2:3 durante o pico reprodutivo.

Trabalhos sobre a reprodução da espécie *Hyphessobrycon heterorhabdus* são escassos, mas estudo sobre outras espécies do gênero *Hyphessobrycon* são mais comuns de serem encontrada como a pesquisa realizada por Santana, Tondato e Suárez (2019) sobre a biologia reprodutiva de *Hyphessobrycon eques* no Pantanal Sul do Brasil, as fêmeas apresentaram um longo período reprodutivo, com maior atividade reprodutiva de janeiro a junho, apesar de não haver correlação significativa entre o índice gonadossomático (GSI) e variáveis ambientais como temperatura, pluviosidade e nível do rio. O tamanho de primeira maturação (L50) foi de 20,2 mm, e a fecundidade média foi de 191,9 ovócitos por fêmea, indicando uma relação com o acúmulo de energia para a reprodução. Essas características sugerem que a espécie possui estratégias para rápida reprodução e crescimento populacional, típicas de espécies r-estrategistas, como a desova parcelada e uma alta proporção de fêmeas.

Gonçalves *et al.* (2013), estudando espécies do gênero *Hyphessobrycon* em ambientes com e sem sazonalidade marcada (lagos marginais e reservatório no rio Paraná), perceberam que as espécies que vivem em ambientes sazonais apresentavam uma estratégia de reprodução periódica com apenas uma desova, enquanto as espécies que vivem em ambientes lênticos apresentavam uma estratégia de reprodução oportunista com um período reprodutivo longo e desovas múltiplas. Esse tipo de resposta adaptativa pode ser observado para espécies do gênero *Hyphessobrycon* que habitam igarapés amazônicos, onde apresentam período reprodutivo longo e táticas reprodutivas do tipo oportunista (ESPÍRITO-SANTO *et al.* 2013; DE FEX-WOLF, 2014).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

Analisar a relação entre a ecologia alimentar de *Hyphessobrycon heterorhabdus* e a sazonalidade de sua atividade reprodutiva em riachos da Amazônia Oriental.

#### 3.2. Objetivos Específicos

- Descrever a composição da dieta de *H. heterorhabdus* em riachos da Amazônia Oriental;
- Caracterizar a variação sazonal na intensidade alimentar de *H. heterorhabdus* em riachos da Amazônia Oriental
- Testar a variação sazonal da atividade reprodutiva de *H. heterorhabdus* em riachos da Amazônia Oriental
- Avaliar a relação entre a importância dos recursos alimentares utilizados por *H. heterorhabdus* e a sua atividade reprodutiva em riachos da Amazônia Oriental

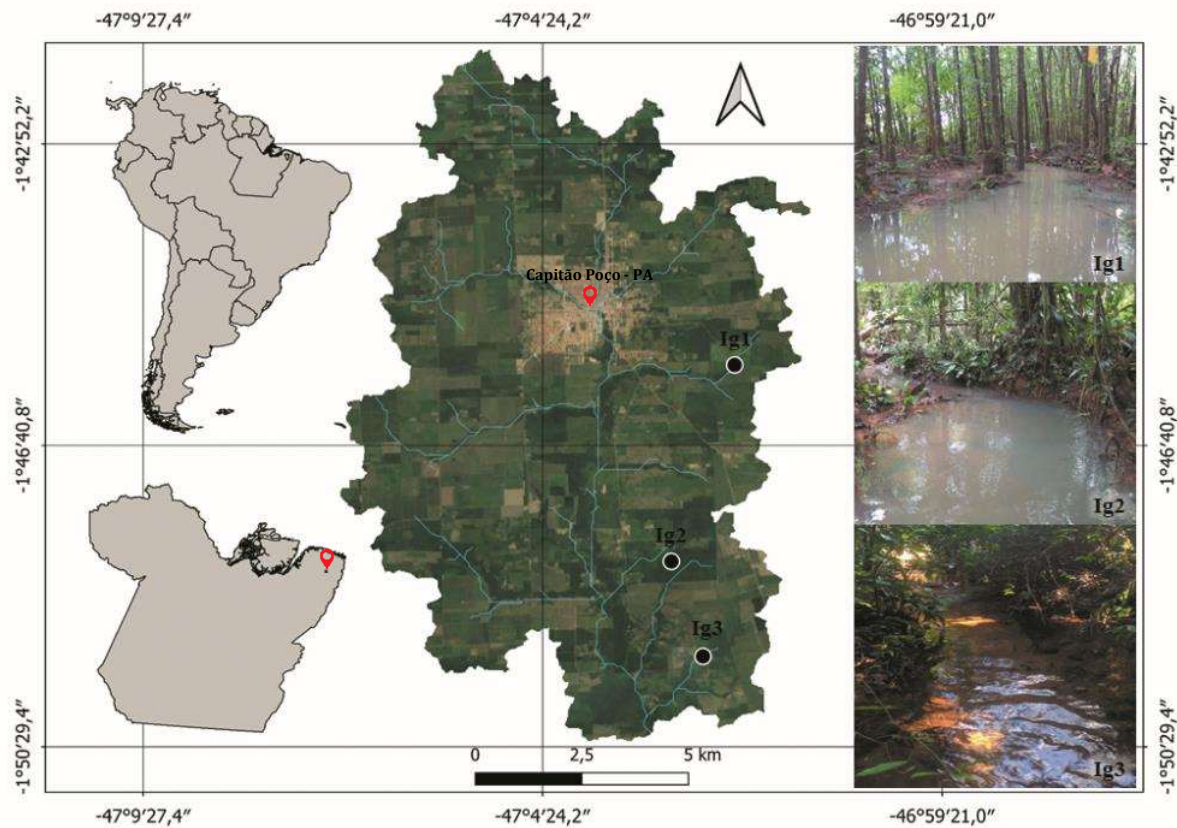
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em uma bacia hidrográfica de 1.240 hectares na margem esquerda do Rio Guamá, município de Capitão Poço, estado do Pará, Amazônia Oriental (Figura 2). O IBGE, 1992 classifica a vegetação da região como floresta equatorial e floresta ombrófila aberta, também conhecida como floresta tropical sub perene. Esta classificação indica uma floresta densa e úmida, típica das regiões equatoriais, onde as árvores mantêm parte de suas folhas durante o ano inteiro, mas podem perder algumas folhas em resposta a variações sazonais de precipitação. No entanto, a paisagem da bacia hidrográfica sofre com a influência antrópica, fazendo com que, atualmente, seja dominada por terras agrícolas e pastagens (PACHECO, BASTOS, 2001), com pequenos remanescentes de áreas secundárias (SILVA *et al.* 1999) e florestas ripárias, consideradas áreas de preservação permanente nos termos do artigo 4º do Código Florestal Brasileiro, lei federal número 12.651/12.

A região possui um clima tropical úmido, subtipo *Af* (clima tropical úmido ou superúmido) segundo a classificação de Köppen adaptada por Peel et al (2007). A média anual de temperatura é de 26,9 °C, que varia apenas ligeiramente ao longo do ano. A média anual de precipitação é de 2.370 mm, com estação chuvosa entre janeiro e maio e estação seca entre agosto e novembro (PACHECO, BASTOS, 2001; INMET, 2021).

Figura 2 - Mapa dos pontos de coleta do Tetra-bandeira *Hyphessobrycon heterorhabdus* em uma microbacia da bacia do Rio Guamá, Pará, Brasil, Amazônia Oriental. Com destaque em vermelho encontra-se o município de Capitão Poço.



Fonte: Oliveira *et al.* (2023)

#### 4.2. Coleta de dados

A coleta foi realizada bimestralmente, entre março de 2019 e janeiro de 2020. Os exemplares de *Hyphessobrycon heterorhabdus* foram coletados em três riachos, onde foi estabelecido um trecho amostral de 50 m subdividido em dez seções longitudinais de 5 m cada. Em cada seção longitudinal foi despendido um esforço amostral de 12 min, com três coletores utilizando peneiras retangulares (80 cm x 60 cm) com malha de 2 mm. Os indivíduos capturados foram anestesiados em Eugenol (6 ml/3 L de água), fixados em formalina a 4% e preservados em solução de etanol a 70%. O material encontra-se depositado na Coleção Ictiológica do Grupo de Ecologia Aquática (GEA), Universidade Federal do Pará (UFPA) Belém, estado do Pará, Brasil sob o intervalo de número de tombo GEA.ICT 12101-12106.

Em laboratório foram selecionados aleatoriamente dez indivíduos de cada riacho a cada dois meses resultando em 30 indivíduos por mês e 180 indivíduos no total. Os exemplares selecionados foram pesados (peso total - Pt) utilizando uma balança analítica com precisão de 0,0001g, e mensurados quanto ao seu comprimento padrão (Cp), em milímetros, utilizado um

paquímetro com precisão de 0,01 mm. Os espécimes foram eviscerados, através de uma incisão longitudinal na região ventral, para retirada do estômago e das gônadas.

#### 4.2.2 Obtenção dos dados de dieta

Os estômagos dos indivíduos classificados como adultos (desconsiderando indivíduos imaturos) foram mensurados quando a sua massa (Me) e acondicionados em microtubos contendo álcool 70% para posterior evisceração e identificação do seu conteúdo. Os conteúdos estomacais foram analisados sob estereomicroscópio (Olympus, Modelo CX21; com aumento de 32x), utilizando uma placa de Petri sobre um papel milimetrado com precisão de 1 mm<sup>3</sup>. Em seguida foram triados e identificados até o menor nível taxonômico possível, baseado em literatura especializada (COSTA *et al.*, 2006; HAMADA; FERREIRA-KEPPLER, 2012) e auxílio de especialistas.

As categorias alimentares identificadas no estômago dos espécimes foram classificadas com base na origem dos itens, dividindo-os em dois grupos principais: autóctones e alóctones. Essa classificação foi feita considerando a proximidade taxonômica dos itens alimentares, agrupados em 19 categorias distintas. Foram consideradas autóctones as categorias: Larva e pupa de Diptera, larva de Ephemeroptera, inseto autóctone, larva de Coleoptera, larva de Odonata, micro crustáceos, larva de Trichoptera, escama de peixe. As categorias alimentares alóctones foram: Hymenoptera, inseto alóctone, Formicidae, Arachnida, Hemiptera, Coleoptera adulto, Diptera adulto, Thysanoptera, larva de Lepidoptera, Isóptera e Psocoptera. A fração do conteúdo estomacal não identificada foi classificada como material digerido e seu volume relativo foi utilizado apenas no cálculo do Índice de Repleção Estomacal (IRE%), por não contribuir com informações para a composição da dieta.

#### 4.2.3 Obtenção dos dados de reprodução

As gônadas foram pesadas (Pg), com precisão de 0,0001, fixado em formalina a 10%, por 48 horas e acondicionadas em álcool 70%. Posteriormente, os espécimes foram verificados quanto ao peso eviscerado (P<sub>evi</sub>) em gramas. As gônadas dos 180 indivíduos foram avaliadas macroscopicamente para uma definição prévia de sexo e estágio de maturação gonadal, de acordo com VAZZOLER (1996), e posteriormente, submetido a análise histológica, com microscopia ótica, seguindo PROPHET *et al.* (1995). Nesta rotina o material fixado foi desidratado passando por uma bateria de concentrações crescentes de etanol (70%, 80%, 90%, 95%, e 100%). O tecido desidratado foi clareado em xilol e posteriormente incluso com parafina líquida a aproximadamente 60°C. Os blocos de parafina foram cortados em secções

de 5 micrômetros e corados em Hematoxilina e Eosina. A definição microscópica do sexo e estágios de maturação gonadal baseou-se na presença e na frequência de diferentes tipos de células das linhagens oogênicas e espermatogênicas baseadas na classificação proposta por NÚÑEZ, DUPONCHELLE (2009).

Os machos foram classificados em quatro estágios: imaturos, caracterizados pela presença de células germinativas indiferenciadas e espermatogônias rodeadas por uma grande quantidade de tecido conjuntivo; em maturação, caracterizada pela presença de espermatogônias localizadas ao longo dos túbulos seminíferos, espermatócitos, espermátides e uma pequena quantidade de espermatozoides; maduro, caracterizado pela presença de muitos espermatozoides no lúmen do túbulo; e espermeado, caracterizado pela presença de túbulos seminíferos praticamente vazios e alguns espermatozóides residuais.

As fêmeas foram classificadas em cinco estágios gonadais: imaturos, caracterizados pela predominância de ovócitos pré-vitelogênicos (estágio I), que apresentam uma estrutura homogênea basofílica citoplasma, núcleos centrais grandes com nucléolos centrais ou subcentrais e alta proporção nucleoplasmática; em maturação, caracterizada pela presença de ovócitos pré-vitelogênicos (estágio I), com predominância de ovócitos no início da vitelogênese (estágio II). Este último se distingue do estágio I pela presença de alvéolos corticais. Ovócitos em vitelogênese avançada (estágio III) também podem ser observados nesta fase de maturação gonadal, que se caracteriza pela presença do córion claramente visível, células foliculares e oca geralmente bem desenvolvidas; O núcleo ou vesícula germinativa ainda é visível e localizada em posição central; maduro, caracterizado pela predominância de ovócitos em estágio IV, que são caracterizados por citoplasma preenchido com vitelo grande glóbulos. Ovócitos pré-vitelogênicos (estágio I) e vitelogênicos precoces (estágio II) também foram observados em uma baixa frequência durante esta fase de maturação gonadal; desovado, caracterizado pela presença de ovócitos pré-vitelogênicos (estágio I) e novos lotes de ovócitos vitelogênicos (estágio II e III), o que torna o ovário parcialmente preenchido. Folículos pós-ovulatórios e alguns ovócitos atrésicos foram também encontrados nesta fase de maturação gonadal; repouso, apresenta características semelhantes às de uma fêmea imatura, com predomínio de ovócitos pré-vitelogênicos (estágio I), distinguindo-a desta fase gonadal pela presença de uma parede ovariana mais espessa. Alguns folículos atrésicos também foram observados neste estágio gonadal.



### 4.3. Análise de dados

As categorias alimentares foram avaliadas, quanto ao volume relativo (V%) mensurado através da proporção de quadrículos ocupados por uma determinada categoria em relação ao volume total das categorias presentes no estômago, obtido pela equação  $V\% = Vi/Vt * 100$  onde:  $Vi$  representa o número de quadrículos ocupados pela categoria  $i$ , e  $Vt$  representa o número total de quadrículos ocupados por todas as categorias alimentares de um determinado estômago. Cada categoria também foi avaliada quanto a sua Frequência de Ocorrência (FOi%) (HYSLOP, 1980), calculada através da equação  $FO\% = (ni/N * 100)$  onde:  $ni$  representa o número de vezes que a categoria  $i$  ocorreu e  $N$  o número de estômagos analisados.

O volume relativo (V%) e a Frequência de Ocorrência (FOi%) foram combinados para obtenção do Índice de Importância Alimentar ( $I Ai\%$ ) (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980), obtido através da equação  $I Ai\% = (FOi\% * Vi\% / \sum FOi\% * Vi\%) * 100$ . Onde:  $I Ai\%$  representa a importância alimentar da categoria, FOi% a frequência de ocorrência da categoria  $i$ , e  $Vi\%$  o volume relativo da categoria  $i$ . O  $I Ai\%$  foi calculado separadamente para machos e fêmeas adultos, considerando o período amostrado como um todo e cada um dos meses amostrados.

A intensidade alimentar de *H. heterorhabdus* foi avaliada através do Índice de Repleção Estomacal (IRE%), obtido através da equação:  $IRE (\%) = (Pe/Pt) * 100$ , onde:  $Pe$  representa o peso do estômago e  $Pt$  o peso total do indivíduo (ZAVALA-CAMIN, 1996).

A atividade de maturação gonadal da população de *Hyphessobrycon heterorhabdus* em cada um dos meses amostrados foi avaliada através do Índice Gonadossomático (IGS), o IGS foi obtido através da equação,  $IGS = Pg/Pt * 100$ , onde  $Pg$  é o peso das gônadas e  $Pt$  é o peso total do indivíduo.

Os valores do IGS e IRE% foram verificados para as premissas estatísticas de normalidade e homocedasticidade e testada quanto à sua variação entre os meses usando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de teste múltiplo de Wilcoxon teste de comparação. Este teste foi realizado separadamente entre machos e fêmeas e desconsiderado exemplares imaturos.

A associação entre a atividade reprodutiva de *H. heterorhabdus* e a sua ecologia alimentar foi avaliada separadamente para machos e fêmeas através de uma correlação de Spearman (1904). Foram elaboradas três matrizes, para cada um dos sexos, composta pelo valor médio mensal do IGS de indivíduos adultos da população (desconsiderando os indivíduos pertencentes ao estágio de maturação gonadal “imaturo”), os valores de  $I Ai\%$  das três categorias alimentares mais importantes na dieta da espécie e o valor médio de IRE. A primeira

matriz foi composta pelo IGS e o  $I_{Ai}\%$  das três categorias mais importantes, e o valor de IRE no mês correspondente. A segunda matriz foi composta pelo IGS e pelo valor do  $I_{Ai}\%$  da categoria e o valor de IRE do bimestre anterior ( $x-2$ ), e a terceira matriz foi composta pelo IGS e pelo valor do  $I_{Ai}\%$  da categoria e o valor de IRE do bimestre seguinte ( $x+2$ ). Esta abordagem foi utilizada para evidenciar não somente como a espécie está se alimentando no período de maior atividade de maturação gonadal, mas também para saber se a importância do recurso consumido dois meses antes, bem como, dois meses após ao período de maior atividade reprodutiva, influenciam na alocação ou reposição, respectivamente, da energia utilizada na reprodução.

## 5 RESULTADOS

Considerando o período estudado como um todo, e desconsiderando a diferença da dieta entre os sexos, as categorias alimentares com maior importância na dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus* foram insetos alóctone ( $I_{Ai}\% = 57,78$ ) seguido por Larva e Pupa de Diptera ( $I_{Ai}\% = 19,94$ ), Formicidae ( $I_{Ai}\% = 14,31$ ) e Inseto autóctone ( $I_{Ai}\% = 5,52$ ). As demais categorias apresentam valores de  $I_{Ai}\%$  inferiores a 0,86% (Tabela 1). A maior importância de Insetos alóctones foi observada em janeiro ( $I_{Ai}\% = 78,84$ ), com menor importância desta categoria em setembro ( $I_{Ai}\% = 22,88$ ). A maior importância de Larva e Pupa de Diptera foi registrada no mês de setembro ( $I_{Ai}\% = 55,50$ ), com uma menor importância desta categoria em novembro ( $I_{Ai}\% = 6,80$ ). A maior importância de Formicidae foi registrada no mês de julho ( $I_{Ai}\% = 30,15$ ) com menor importância desta categoria em janeiro ( $I_{Ai}\% = 1,97$ ).

Tabela 1 - Índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão agrupados os indivíduos adultos. O índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $I_{Ai}\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone.

Itens Alimentares	Indivíduos adultos (Machos e Fêmeas)						
	Março	Maio	Julho	Setembro	Novembro	Janeiro	Total
<b>Autóctones</b>	<b>14,51</b>	<b>48,37</b>	<b>28,47</b>	<b>56,96</b>	<b>14,57</b>	<b>25,61</b>	<b>30,25</b>
Larva e pupa de Diptera	3,38	33,27	21,25	55,50	6,80	9,53	19,94
Larva de Ephemeroptera	1,94	-	0,05	-	-	0,12	0,12
Inseto Autóctone	0,50	14,49	9,62	4,82	5,49	2,45	5,52
Larva de coleoptera	-	0,08	-	0,33	-	-	0,02
Larva de odonata	-	-	0,07	0,03	-	-	0,00
Micro crustáceos	0,16	0,25	-	4,14	-	3,36	0,87
Larva de Trichoptera	0,21	0,32	0,34	0,10	-	0,90	0,27
Escama de peixe	0,38	-	-	-	-	-	0,01
<b>Alóctones</b>	<b>85,49</b>	<b>51,63</b>	<b>71,53</b>	<b>43,04</b>	<b>85,43</b>	<b>74,39</b>	<b>69,75</b>
Hymenoptera	0,56	-	0,31	-	0,37	1,21	0,29
Inseto Alóctone	68,10	41,48	35,09	22,88	69,44	78,84	57,78
Formicidae	23,09	9,89	30,15	9,78	17,77	1,97	14,31
Arachnida	1,34	-	0,12	0,22	-	0,70	0,28
Hemíptera	-	0,08	-	0,22	-	-	0,01
Coleóptera adulto	0,04	0,08	-	0,38	0,12	0,81	0,22
Díptera adulto	0,02	-	0,27	0,09	-	0,05	0,04
Thysanoptera	0,11	-	0,09	0,04	-	-	0,02
Larva de lepidoptera	-	-	2,44	1,40	-	-	0,21
Isóptera	0,11	-	0,14	-	-	-	0,01
Psocoptera	-	0,03	-	-	-	-	0,00

Fonte: Lima (2024)

Para fêmeas, considerando o período estudado como um todo, as categorias alimentares com maior importância na dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus* foram insetos alóctone ( $I_{Ai}\% = 60,01$ ) seguido por Formicidae ( $I_{Ai}\% = 19,31$ ), Larva e Pupa de Diptera ( $I_{Ai}\% = 12,08$ ) e Inseto autóctone ( $I_{Ai}\% = 5,02$ ). As demais categorias apresentam valores de  $I_{Ai}\%$  inferiores a 0,89% (Tabela 2). A maior importância de Insetos alóctones foi observada em novembro ( $I_{Ai}\% = 71,35$ ), com menor importância desta categoria em setembro ( $I_{Ai}\% = 26,63$ ), a maior importância de Formicidae foi registrada no mês de março ( $I_{Ai}\% = 33,33$ ), com menor importância desta categoria em janeiro ( $I_{Ai}\% = 6,28$ ) enquanto os Diptera demonstraram

maior importância no mês de setembro ( $I_{Ai}\% = 34,09$ ), com menor importância desta categoria em março ( $I_{Ai}\% = 1,51$ ).

Tabela 2 - Índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão somente as fêmeas adultas. O índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $I_{Ai}\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone.

Itens Alimentares	Fêmeas Adultas						
	Março	Maio	Julho	Setembro	Novembro	Janeiro	Total
<b>Autóctones</b>	<b>6,84</b>	<b>34,86</b>	<b>21,98</b>	<b>35,14</b>	<b>19,64</b>	<b>23,01</b>	<b>23,37</b>
Larva e pupa de Diptera	1,51	16,93	13,72	34,09	5,86	3,65	12,08
Larva de Ephemeroptera	0,22	-	-	-	-	-	0,00
Inseto Autóctone	0,21	10,61	7,11	4,68	9,72	1,70	5,02
Larva de coleóptera	-	-	-	1,46	-	-	0,06
Larva de odonata	-	-	0,23	0,15	-	-	0,02
Micro crustáceos	-	-	-	0,53	-	5,44	0,31
Larva de Trichoptera	-	1,70	1,25	0,49	-	3,08	0,73
Escama de peixe	0,54	-	-	-	-	-	0,01
<b>Alóctones</b>	<b>93,16</b>	<b>65,14</b>	<b>78,02</b>	<b>64,86</b>	<b>80,36</b>	<b>76,99</b>	<b>76,63</b>
Hymenoptera	-	-	-	-	-	0,65	0,01
Inseto Alóctone	63,38	61,90	48,12	26,63	71,35	69,73	60,01
Formicidae	33,33	7,77	23,60	22,71	13,06	6,28	19,31
Arachnida	0,22	-	0,47	0,13	-	2,88	0,37
Hemiptera	-	0,46	-	0,98	-	-	0,10
Coleóptera adulto	0,25	0,42	-	1,63	-	6,13	0,89
Díptera adulto	0,10	-	0,12	0,11	-	0,43	0,09
Thysanoptera	0,19	-	-	0,18	-	-	0,02
Larva de lepidóptera	-	-	5,34	6,15	-	-	0,88
Isóptera	-	-	-	-	-	-	-
Psocoptera	-	0,18	-	-	-	-	0,00

Fonte: Lima (2024)

Para machos as categorias alimentares com maior importância na dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus*, considerando todo o período estudado, foram insetos alóctone ( $I_{Ai}\% = 54,35$ ) seguido por Larva e Pupa de Diptera ( $I_{Ai}\% = 26,51$ ), Formicidae ( $I_{Ai}\% = 10,57$ ), e Inseto autóctone ( $I_{Ai}\% = 5,71$ ). As demais categorias apresentam valores de  $I_{Ai}\%$  inferiores a 1,43% (Tabela 3). A maior importância de Insetos alóctones foi observada em

janeiro ( $I_{Ai}\% = 79,14$ ), com menor importância desta categoria em setembro ( $I_{Ai}\% = 17,24$ ). A maior importância de Diptera foi registrada no mês de setembro ( $I_{Ai}\% = 67,21$ ), com menor importância desta categoria em março ( $I_{Ai}\% = 5,17$ ), enquanto os Formicidae demonstraram maior importância no mês de julho ( $I_{Ai}\% = 35,68$ ), com menor importância desta categoria em janeiro ( $I_{Ai}\% = 0,54$ ).

Tabela 3 - Índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) das categorias alimentares que compõem a dieta de *H. heterorhabdus* e os respectivos itens alimentares que compuseram essas categorias. Na tabela estão somente os machos adultos. O índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) foi calculado para os meses de estudo e em negrito encontram-se os valores de  $I_{Ai}\%$  das categorias e dos agrupamentos de itens Alóctones e Autóctone.

Itens Alimentares	Machos Adultos						
	Março	Mai	Julho	Setembro	Novembro	Janeiro	Total
<b>Autóctones</b>	<b>19,97</b>	<b>58,20</b>	<b>35,67</b>	<b>79,34</b>	<b>11,92</b>	<b>27,58</b>	<b>35,88</b>
Larva e pupa de Diptera	5,17	46,78	28,20	67,21	7,30	13,23	26,51
Larva de Ephemeroptera	4,18	-	0,21	-	-	0,29	0,29
Inseto Autóctone	0,65	16,87	11,75	4,18	3,42	2,76	5,71
Larva de coleoptera	-	0,24	-	-	-	-	0,00
Larva de odonata	-	-	-	-	-	-	-
Micro crustáceos	0,53	0,74	-	9,10	-	2,21	1,43
Larva de Trichoptera	0,69	-	-	-	-	0,22	0,06
Escama de peixe	0,24	-	-	-	-	-	0,00
<b>Alóctones</b>	<b>80,03</b>	<b>41,80</b>	<b>64,34</b>	<b>20,66</b>	<b>88,08</b>	<b>72,42</b>	<b>64,12</b>
Hymenoptera	1,77	-	1,28	-	0,97	1,48	0,72
Inseto Alóctone	68,31	26,52	21,10	17,24	67,30	79,14	54,35
Formicidae	15,24	8,83	35,68	1,89	20,68	0,54	10,57
Arachnida	2,75	-	-	0,27	-	0,09	0,22
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera adulto	-	-	-	-	0,32	-	0,01
Diptera adulto	-	-	0,42	0,08	-	-	0,01
Thysanoptera	0,05	-	0,39	-	-	-	0,01
Larva de lepidoptera	-	-	0,34	-	-	-	0,00
Isoptera	0,35	-	0,60	-	-	-	0,05
Psocoptera	-	-	-	-	-	-	-

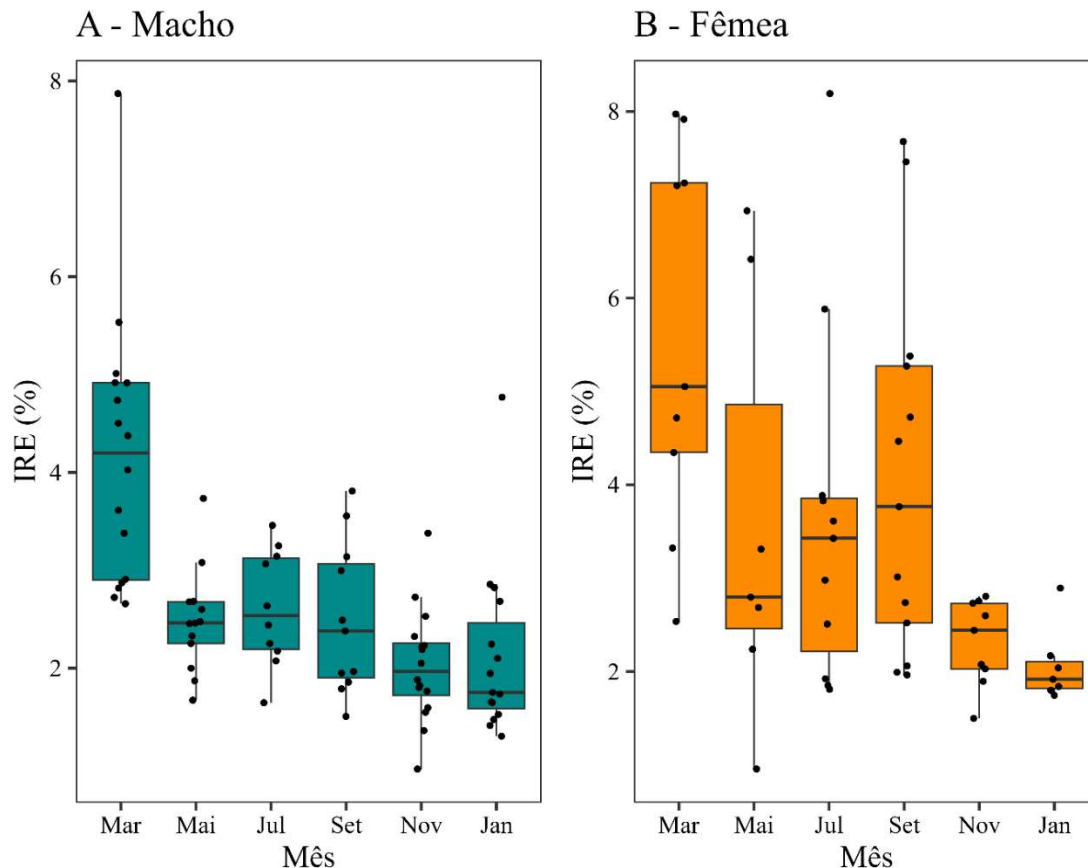
Fonte: Lima (2024)

O Índice de Repleção Estomacal diferiu para machos ( $H_{(5;75)} = 33,889$ ;  $p < 0,05$ ) e fêmeas ( $H_{(5;50)} = 19,894$ ;  $p = 0,0013$ ) de *H. heterorhabdus* entre os meses amostrados, o mês de março apresentou os maiores valores de IRE para ambos os sexos, com uma diminuição desta intensidade a partir de setembro (Figura 4), para os machos os menores valores médio

ocorreram nos meses de novembro ( $2,02 \pm 0,57$ ) e janeiro ( $2,13 \pm 0,89$ ), para as fêmeas esse padrão se repete com inversão dos meses, janeiro ( $2,06 \pm 0,4$ ) e novembro ( $2,32 \pm 0,46$ ).

De acordo com o teste de comparações múltiplas realizado para os indivíduos machos, o mês de março diferiu de todos os outros meses analisados, para as fêmeas, o teste revelou diferença apenas entre os meses de janeiro e março, e entre março e novembro.

Figura 3 - Variação do Índice de Repleção Estomacal (IRE%) de machos (A) e de fêmeas (B) de *Hyphessobrycon heterorhabdus* amostrados entre março de 2019 e janeiro de 2020 na bacia do rio Guamá, Amazonas, estado do Pará, Brasil.



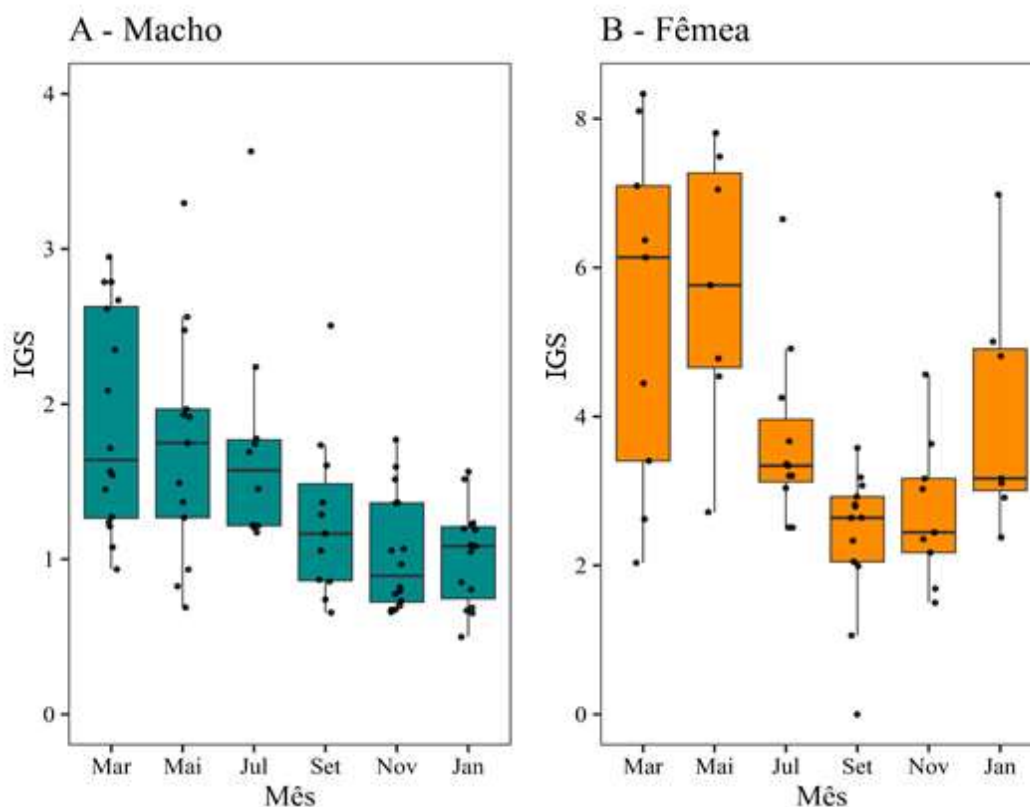
Fonte: Lima (2024)

Dos 180 indivíduos de *Hyphessobrycon heterorhabdus* analisados (111 machos e 69 fêmeas), 137 indivíduos eram adultos (81 machos e 56 fêmeas). As fêmeas adultas, apresentaram um comprimento médio de 31,05 mm ( $\pm 3,49$  mm), com um comprimento mínimo de 24,00 mm e máximo de 41,34 mm. Os machos adultos apresentaram um comprimento médio de 28,07 mm ( $\pm 3,40$  mm), com um comprimento mínimo de 19,60 mm e máximo de 34,88 mm.

A atividade de maturação gonadal, com base nos valores do Índice Gonadossomático (IGS), diferiu para machos ( $H_{(5;75)} = 25,913$ ;  $p < 0,05$ ) e fêmeas ( $H_{(5;50)} = 21,65$ ;  $p < 0,05$ ) de

*H. heterorhabdus* entre os meses amostrados. Os espécimes registraram a maior atividade de maturação gonadal entre março e maio de 2019, com diminuição desta atividade a partir de julho de 2019, atingindo seus menores valores médios entre setembro e novembro de 2019. Foi observada uma retomada da maturação gonadal em janeiro de 2020. De acordo com o teste de comparações múltiplas, para machos, os meses de março e maio, que correspondem aos períodos de maior precipitação local, diferiram dos meses de setembro e novembro, que correspondem ao período de estiagem na região. Diferenças nessa atividade reprodutiva de machos também foram evidenciadas entre janeiro e março (Figura 3-A). Para fêmeas, os valores do IGS nos meses de março e maio diferiu dos meses de setembro e novembro, assim como também foram registradas diferenças entre os meses de janeiro e setembro (Figura 3-B).

Figura 4 - Variação do Índice Gonadossomático de machos (A) e fêmeas (B) de *Hyphessobrycon heterorhabdus* amostrados entre março de 2019 e janeiro de 2020 na bacia do rio Guamá, Amazonas, estado do Pará, Brasil.



Fonte: Lima (2024)

A variação no IGS de fêmeas de *Hyphessobrycon heterorhabdus* não se mostrou correlacionado com a importância das categorias alimentares mais importantes na dieta e com a intensidade alimentar (Tabela 4). Para machos, o IGS não se mostrou relacionado com o IAI dos itens mais importantes. No entanto, 94% da variação do IGS de machos se mostrou

positivamente correlacionado com a intensidade alimentar média desses organismos no mesmo período ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

Tabela 4 - Correlação entre a média do Índice Gonadossomático (IGS) e a média do Índice de importância alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) das 3 categorias mais importantes da dieta do *Hyphessobrycon heterorhabdus* e a Correlação entre a média do Índice Gonadossomático (IGS) com a média do Índice de Repleção Estomacal (IRE%), para machos e fêmeas no mês correspondente, o valor do  $I_{Ai}\%$  da categoria dois meses anterior (x-2) e dois meses posterior (x+2) aos valores de IGS. Onde  $r_s$  é o coeficiente de correlação e o p é o p-valor.

Média do Índice Gonadossomático (IGS)	Mês - 2 (x-2)		Mês		Mês + 2 (x+2)	
	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p
<b>Macho</b>						
Ins. Alóctone	0,294	0,631	-0,093	0,861	-0,640	0,244
Formicidae	0,345	0,569	0,039	0,942	0,255	0,679
Larva e Pupa de Diptera	-0,509	0,381	-0,016	0,975	0,421	0,481
IRE%	0,763	0,134	0,946	<b>0,004*</b>	0,568	0,318
<b>Fêmea</b>						
Ins. Alóctone	0,643	0,242	0,446	0,375	-0,342	0,573
Formicidae	0,332	0,585	0,000	0,999	0,337	0,579
Larva e Pupa de Diptera	-0,717	0,173	-0,423	0,404	0,324	0,595
IRE%	0,469	0,395	0,418	0,418	0,722	0,168

Fonte: Lima (2024)

## 6 DISCUSSÃO

A análise da dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus* revelou que esta espécie apresenta uma dieta variada, refletindo seu comportamento onívoro com tendência à insetivoria, as categorias alimentares mais importantes na dieta foram os insetos alóctones (57,78%), seguidos por larvas e pupas de Diptera (19,94%), Formicidae (14,31%) e insetos autóctones (5,52%).

Em igarapés da bacia do rio Pericumã, situados no norte do Estado do Maranhão, Reis (2011) classificou a dieta de *H. heterorhabdus* como insetívora durante a estação chuvosa e insetívora-detritívora na estação seca. No presente estudo a dieta generalista de *H. heterorhabdus* se assemelha à relatada para outras espécies congêneres, que se alimentam de uma grande variedade de itens, embora algumas espécies deste gênero sejam geralmente classificadas como invertívoras (PELICICE; AGOSTINHO, 2006), relatos anteriores detectaram dietas onívoras (SÁNCHEZ-BOTERO *et al.*, 2007; SONEIRA *et al.*, 2011). Os insetos de origem alóctone se destacam na dieta de *H. heterorhabdus*, corroborando com o encontrado na literatura para pequenos caracídeos (SABINO; ZUANON, 1998; ESTEVES; ARANHA, 1999; LOWE-MCCONNELL, 1999; TÓFOLI *et al.* 2010).



De acordo com Benone (2020) a dieta do *H. heterorhabdus* é composta por uma combinação de itens autóctones e alóctones, com uma preferência notável por insetos, alinhando-se às observações de que os peixes tendem a maximizar a ingestão de presas mais nutritivas e energeticamente favoráveis em ambientes dinâmicos. A plasticidade apresentada por *H. heterorhabdus* é extremamente salutar, sobretudo em regiões com flutuações temporais nas comunidades de insetos (VENARSKY *et al.* 2020). A plasticidade comportamental e ecológica associada a uma estratégia oportunista pode facilitar a coexistência com outras espécies em ambientes de riachos diversificados, essa adaptabilidade pode incluir a exploração de uma ampla gama de nichos ecológicos e uma dieta variada, o que reduz a competição direta e promove a estabilidade das comunidades aquáticas (MATTHEWS; MARSH-MATTHEWS, 2017).

A vegetação ripária tem se mostrado uma das principais responsáveis pelo predomínio de insetos e fragmentos de vegetação na dieta das espécies (ZUANON *et al.* 2015). Lowe McConnell (1999) reforça que devido ao sombreamento produzido pela floresta ripária, limita a produção primária e os peixes são dependentes dos recursos provenientes das encostas. Desta forma podemos dizer que essa vegetação é crucial no fornecimento das principais fontes de alimento nos peixes de riacho (ESTEVES *et al.* 2021). O substrato associado à matéria orgânica alóctone promove o estabelecimento de comunidades de invertebrados amplamente consumidos pelos peixes (GONÇALVES *et al.* 2018).

O carreamento de recursos da vegetação marginal, relacionado às chuvas de março, sugere que esse mês pode ser um período de maior atividade alimentar para os machos, possivelmente relacionada a uma maior disponibilidade de recursos alimentares ou a uma demanda energética elevada para atividades reprodutivas. Para as fêmeas, de acordo com os dados desse estudo, as diferenças na intensidade alimentar indicam que março também pode ser um período crítico, mas com um impacto menos uniforme ao longo do ano em comparação aos machos.

Essa variação alimentar pode estar associada a fatores sazonais típicos da região amazônica, como mudanças na disponibilidade de alimentos, padrões de precipitação e temperatura, que afetam diretamente o comportamento alimentar e a fisiologia das espécies locais (GILLANDERS *et al.* 2022). O aumento do IRE% em março pode estar relacionado à abundância de recursos alimentares durante o final da estação chuvosa, quando a disponibilidade de insetos é elevada, proporcionando melhores condições para a alimentação (LUBICH *et al.* 2022). A partir de setembro, a intensidade alimentar pode refletir a diminuição

da disponibilidade de recursos alimentares com a transição para a estação seca, quando a redução nos níveis de água dos riachos pode limitar a oferta de alimentos, especialmente de origem alóctone. Esse padrão sazonal é coerente com outros estudos na Amazônia, onde a dinâmica dos recursos alimentares influencia fortemente o comportamento alimentar de peixes (REZENDE; MAZZONI, 2006; DEUS; PETRERE-JUNIOR, 2003).

A identificação de março como um mês particularmente relevante, pela maior intensidade alimentar de *H. heterorhabdus*, sugere que as estratégias de manejo e conservação dessa espécie devem considerar as flutuações sazonais na disponibilidade de recursos, especialmente em ecossistemas de riachos que são vulneráveis às mudanças climáticas e às atividades humanas (MIRANDA; COPPOLA; BOXRUCKER, 2020). A variabilidade nos padrões alimentares ao longo do ano pode ter implicações importantes para a reprodução e sobrevivência da espécie, tornando essencial o monitoramento contínuo das condições ambientais e alimentares nesses habitats.

A atividade de maturação gonadal de *Hyphessobrycon heterorhabdus* foi observada durante todo o ciclo amostral, sendo a atividade mais intensa entre março e maio, esta informação corrobora Azevedo (2010) que afirma que 20% dos pequenos caracídeos têm um período reprodutivo prolongado, que pode durar até seis meses. Peixes que adotam essa estratégia geralmente apresentam um corpo de tamanho pequeno, atingem a maturidade sexual rapidamente, realizam múltiplas desovas ao longo do ano e possuem baixa fecundidade (CHEN; LIU; LIN, 2022). Essas adaptações são especialmente vantajosas em ecossistemas de riachos, onde as condições ambientais podem ser extremamente variáveis e imprevisíveis (KRAMER, 1978).

Os extensos períodos reprodutivos contribuem para o aumento significativo da densidade populacional dessa espécie (GEBREMEDHIN *et al.* 2021), o que reforça seu status como uma das espécies mais comuns em riachos da Amazônia Oriental, inclusive em áreas que sofrem impactos de atividades humanas (FERREIRA *et al.* 2008). Essa estratégia oportunista não apenas permite que a espécie sobreviva em ambientes instáveis, mas também a torna resiliente a perturbações antropogênicas, como desmatamento e mudanças no uso do solo (SANTOS *et al.* 2019). Estudos têm mostrado que espécies com essa estratégia podem rapidamente colonizar novos habitats ou persistir em ambientes alterados, graças à sua alta taxa de reprodução e capacidade de explorar recursos de maneira eficaz (WINEMILLER, 2005).

Essa adaptabilidade é acentuada pela influência das chuvas, que, ao intensificarem a disponibilidade de recursos hídricos e nutrientes, criam condições ideais para a desova e

desenvolvimento larval (BORBA *et al.* 2021). A presença contínua e abundante dessa espécie em riachos impactados reflete não apenas sua capacidade de colonizar novos habitats, mas também a importância das chuvas como um fator determinante para a estabilidade de suas populações, mesmo em ambientes sob pressão ambiental. Portanto, essa conexão entre reprodução e regime de chuvas ilustra como essas espécies se beneficiam de um ciclo ecológico que favorece sua sobrevivência e crescimento em um cenário de mudanças rápidas (ILARRI *et al.* 2022).

As chuvas não apenas aumentam o volume de água, mas também facilita o transporte de nutrientes e sedimentos ricos em matéria orgânica, essenciais para a vida aquática (MALHI *et al.* 2014; BARBOSA *et al.* 2019). Esse aporte de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, favorece o crescimento de fitoplâncton, sustentando a cadeia alimentar e beneficiando diversas espécies de peixes (OLIVEIRA *et al.* 2020). Além disso, a elevação do nível da água durante as chuvas pode criar habitats temporários que servem como refúgios, aumentando a adaptabilidade das populações aquáticas em períodos de estresse ambiental (SANTOS *et al.* 2021). Dessa forma, a interação entre a precipitação e o carreamento de recursos é vital para a saúde dos igarapés, promovendo a diversidade e a estabilidade dos ecossistemas aquáticos (FERREIRA *et al.* 2022).

A capacidade de sincronizar sua reprodução com os ciclos de chuva pode explicar em parte a sua resiliência, uma vez que a chuva garante as condições ideais para a sobrevivência dos juvenis e para a ocupação de novos nichos ecológicos (MURINGAI; MAFONGOYA; LOTTERING, 2021). Esses aspectos têm implicações importantes para a estrutura e função dos ecossistemas de riachos na Amazônia Oriental, especialmente em cenários de mudança climática, onde as variações nos padrões de precipitação podem influenciar diretamente as dinâmicas populacionais e a distribuição dessas espécies.

As análises de correlação entre o Índice Gonadosomático (IGS) e o Índice de Importância Alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) para machos e fêmeas de *Hyphessobrycon heterorhabdus* revelaram que não há correlações significativas a atividade reprodutiva e o consumo das principais categorias alimentares, como insetos alóctones, Formicidae e larva e pupa Diptera. Esses resultados sugerem que, em ambos os sexos, o IGS não está associado à importância dos itens alimentares consumidos.

A ausência de correlação pode ser explicada por diversos fatores ecológicos e comportamentais. Primeiramente, a alimentação de *H. heterorhabdus* pode não ser direcionada por necessidades reprodutivas imediatas (WADDELL; CRAMPTON, 2022). Em vez disso,

esses peixes podem manter uma dieta generalista e oportunista ao longo do ciclo reprodutivo, utilizando os recursos alimentares disponíveis independentemente da fase de maturação gonadal, isso indicaria que a espécie possui uma flexibilidade alimentar que lhe permite se adaptar a diferentes condições ambientais sem comprometer sua reprodução.

Além disso, a falta de correlação pode refletir uma estratégia reprodutiva em que a alocação de energia para a reprodução não está diretamente vinculada à disponibilidade ou consumo de alimentos específicos (DUPONCHELLE *et al.* 2021). É possível que a espécie tenha mecanismos fisiológicos, como o acúmulo de lipídios, que garantam a maturação gonadal mesmo quando a dieta varia, desde que as condições ambientais gerais sejam favoráveis. Esse aspecto é particularmente relevante em ambientes amazônicos, onde as chuvas desempenham um papel central na dinâmica ecológica, afetando tanto a reprodução quanto a distribuição dos recursos alimentares (KRAMER, 1978).

A constância alimentar pode ser uma estratégia adaptativa para lidar com a variabilidade ambiental dos riachos amazônicos, onde a disponibilidade de recursos pode flutuar, mas a necessidade de manter uma reprodução eficiente é constante (BARBOSA *et al.*, 2022). Essa característica na dieta pode ser um fator chave para a adaptação da espécie em ambientes impactados ou em condições ambientais desafiadoras, garantindo que a reprodução não seja comprometida pela disponibilidade de alimento. Isso reforça a ideia de que *H. heterorhabdus* possui uma estratégia de vida oportunista, onde a reprodução e a alimentação podem ser ajustadas de forma flexível para maximizar o sucesso reprodutivo em diferentes contextos ecológicos.

## 7 CONCLUSÃO

A análise da dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus* revela uma estratégia alimentar altamente plástica, refletindo seu comportamento onívoro com tendência à insetivoria. A predominância de insetos alóctones e autóctones na dieta, juntamente com a capacidade de consumir uma ampla gama de recursos, evidencia a plasticidade alimentar da espécie, o que é crucial para sua sobrevivência em ambientes dinâmicos e sujeitos a variações sazonais.

A presença constante de insetos na dieta, especialmente em meses como março, indica a importância de considerar as flutuações sazonais na disponibilidade de recursos ao planejar estratégias de manejo e conservação para essa espécie. A flexibilidade observada na dieta pode ser um fator chave para sua resiliência em ecossistemas de riachos na Amazônia Oriental, mesmo em locais impactados por atividades antrópicas.

A ausência de correlação significativa entre o Índice Gonadossomático (IGS) e o Índice de Importância Alimentar ( $I_{Ai}\%$ ) sugere que a espécie é capaz de manter uma dieta consistente, independentemente do ciclo reprodutivo, o que pode garantir sua estabilidade populacional em ambientes com disponibilidade variável de recursos alimentares.

A estratégia reprodutiva oportunista de *H. heterorhabdus*, caracterizada por múltiplas desovas ao longo do ano e uma rápida maturação sexual, complementa sua plasticidade alimentar, permitindo que a espécie maximize o sucesso reprodutivo e mantenha populações estáveis em ecossistemas de riachos sujeitos a flutuações ambientais.

A capacidade de adaptação de *Hyphessobrycon heterorhabdus* às condições sazonais e ambientais adversas faz dela uma espécie bem-sucedida em habitats amazônicos, destacando a importância de um monitoramento contínuo e de estratégias de conservação que considerem as variações sazonais e os impactos antrópicos. A identificação de março como um período crítico para sua alimentação e reprodução sugere que as medidas de conservação devem levar em conta essas particularidades sazonais, especialmente em regiões onde as atividades humanas alteram o equilíbrio natural dos riachos. Compreender essas dinâmicas é fundamental para garantir a continuidade das funções ecológicas da espécie e promover a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos da Amazônia.

## REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ALKINS-KOO, M. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. **Environmental biology of fishes**, v. 57, p. 49-66, 2000.
- ARIM, M.; BOZINOVIC, F. A.; MARQUET, P. On the relationship between trophic position, body mass and temperature: Reformulating the energy limitation hypothesis. **Oikos**, 116, 1524–1530. 2007.
- BALLESTEROS, T. M.; TORRES-MEJIA, M.; RAMÍREZ-PINILLA, M. P. How does diet influence the reproductive seasonality of tropical freshwater fish? A case study of a characin in a tropical mountain river. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 4, p. 693-700, 2009.
- BARBOSA, L. M., et al. Adaptive strategies of fish in tropical stream ecosystems: Linking diet and reproduction. **Ecology of Freshwater Fish**, 31(1), 88-100. 2022.
- BARBOSA, L. M.; FERRAZ, S. F. B.; GIMENES, L. S. Effects of nutrient loading on tropical stream ecosystems. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 34, n. 1, p. 1-15, 2019.
- BARROS, H. K. S.; BARBOSA, T. A. P.; PRUDENTE, B. S. Feeding ecology of *Moenkhausia collettii* (Steindachner, 1882) (Characiformes: Characidae) in streams in the eastern Amazon: Environmental factors and body size. **Journal of Fish Biology**, v. 1, p. 1-15, 2024.
- BENONE, N. L.; LIGEIRO, R.; JUEN, L.; MONTAG, L. F. A. Role of environmental and spatial processes structuring fish assemblages in streams of the eastern Amazon. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, n. 2, p. 243-252, 2017.
- BORBA, G.; COSTA, F.; ESPÍRITO-SANTO, H.M.V.; LEITÃO, R. P.; DIAS, M. S.; ZUANON, J. A. S. Temporal changes in rainfall affect taxonomic and functional composition of stream fish assemblages in central Amazonia. **Freshwater Biology**, v. 66, n. 4, p. 753-764, 2021.
- BREJÃO, G. L.; GERHARD, P.; ZUANON, J. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 2, p. 361-373, 2013.
- BROOKS, S.; TYLER, C. R.; SUMPTER, J. P. Egg quality in fish: what makes a good egg?. **Reviews in Fish Biology and fisheries**, v. 7, p. 387-416, 1997.
- CASTRO, R.; POLAZ, C. N. M. Peixes de pequeno porte: a porção maior e mais ameaçada da fauna megadiversa de peixes de água doce neotropicais. **Biota Neotropica**, v. 20, p. e20180683, 2020.
- CHAVES, F. G.; ALVES, M. A. S. Teoria do forrageamento ótimo: premissas e críticas em estudos com aves. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 369-380, 2010.

CHEN, X.; LIU, B.; LIN, D. Sexual maturation, reproductive habits, and fecundity of fish. **Biology of Fishery Resources**, p. 113-142, 2022.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação. **Ribeirão Preto: Holos, Editora**. 2006. 249 p.

DA SILVA, G. C.; DE SOUZA, B. F. M.; CASATTI, L. Trophic structure of coastal freshwater stream fishes from an Atlantic rainforest: evidence of the importance of protected and forest-covered areas to fish diet. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 6, p. 933–948, 2018.

DALA-CORTE, R. B. *et al.* Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 7, p. 1391–1402, 2020.

DE ALVARENGA, E. R.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 314-322, 2006.

DE CARVALHO, D. R.; DE CASTRO, D. M. P.; MOREIRA, M. Z.; POMPEU, P. S. The trophic structure of fish communities from streams in the Brazilian Cerrado under different land uses: an approach using stable isotopes. **Hydrobiologia**, v. 795, n. 1, p. 199–217, 1 jul. 2017.

DE FEX-WOLF D. **Estrutura populacional, táticas reprodutivas e alocação de energia em peixes de igarapé da Reserva Ducke, Amazônia Central brasileira**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus, Amazonas. 2014.

DEUS, C. P.; PETRERE-JUNIOR, M. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. Rio de Janeiro, v. 63, n. 4, p. 579-588, 2003.

DUPONCHELLE, F.; ISAAC, V. J.; DORIA, C. R. C. *et al.* Conservation of migratory fishes in the Amazon basin. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 31, n. 5, p. 1087-1105, 2021.

ESPÍRITO-SANTO, H. M. V.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J., MENDONÇA, F. P.; LANDEIRO, V. L. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: Evidence for predictable changes. **Freshwater Biology**, v. 54, p. 536–548. 2009.

ESPÍRITO-SANTO, H. M. V.; RODRÍGUEZ, M. A.; ZUANON, J. Reproductive strategies of Amazonian stream fishes and their fine-scale use of habitat are ordered along a hydrological gradient. **Freshwater Biology**, v. 58, p. 2494–2504. 2013.

ESTEVEES, K. E.; A. V. PINTO LOBO. Feeding pattern *Salminus maxillosus* (Pisces, Characidae) at Cachoeira Das Emas Mogi-Guaçu river São Paulo state, southeast Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 61, n. 2, p. 267-276. 2001.

ESTEVEES, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 06, n. 01, p. 157–182. 1999.

ESTEVEES, K. E.; ARANHA, J. M. R.; ALBRECHT, M. P. Ecologia Trófica De Peixes De Riacho: Uma Releitura 20 Anos Depois. *Oecologia Australis*, v. 25, n. 02, p. 266–282, 16 jun. 2021.

FARIA, T. C. **Sistemática do grupo *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Ulrey) (Characiformes, Characidae)**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas; 2020.

FERNANDO, A. M. E.; SÚAREZ, Y. R. Resource use by omnivorous fish: Effects of biotic and abiotic factors on key ecological aspects of individuals. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 30, p. 222–233. 2020.

FERREIRA, M. A.; CUNHA, M. A.; PONTES, A. R. *The role of rainfall in maintaining the health of tropical stream ecosystems. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 32, n. 4, p. 847-860, 2022.

FERREIRA, M. C.; BEGOT, T. O.; PRUDENTE, B. S.; JUEEN, L.; MONTAG, L. F. A. Effects of oil palm plantations on habitat structure and fish assemblages in Amazon stream. *Environ Biol Fish*. V. 101, n. 4, p. 547–62. 2018.

GAMBAROTTO, B. L. **Redes de Interação trófica de peixes em riachos expostos a diferentes pressões ambientais**. Dissertação (Dissertação em engenharia ambiental) - UTFPR, Londrina. p. 60. 2017.

GARVEY, J. E.; WHILES, M. R. Trophic ecology. **CRC Press, Boca Raton**, p. 393, 2016.

GASALLA, M. D. L. A.; SOARES, L. S. H. Comentários sobre os estudos tróficos de peixes marinhos no processo histórico da ciência pesqueira e modelagem ecológica. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 243–25, novembro 2001.

GEBREMEDHIN, S.; BRUNEEL, S. GETAHUN, A. ANTENEH, W.; GOETHALS, P. Scientific methods to understand fish population dynamics and support sustainable fisheries management. **Water**, v. 13, n. 4, p. 574, 2021.

GERKING, S.D. **Feeding ecology of fish**. Academic Press Inc, San Diego, p. 416, 1994.

GILLANDERS, B. M.; McMILLAN, N. REIS-SANTOS, P. *et al*. Climate change and fishes in estuaries. **Fish and fisheries in estuaries: A global perspective**, v. 1, p. 380-457, 2022.

GONÇALVES, C. S.; BRAGA, F. M. S.; CASATTI, L. 2018. Trophic structure of coastal freshwater stream fishes from na Atlantic rainforest: evidence of the importance of protected and forest-covered areas to fish diet. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 101, p. 933 – 948.

GONÇALVES, C. S.; SOUZA, U. P.; FERREIRA, F. C., PERESSIN A.; BRAGA, F. M. S. Life-history strategies associated to reproduction of three *Hyphessobrycon* species (Characidae) in lentic environments of upper Paraná River basin. **Acta Limnologica Brasiliense**, v. 25, p. 398-405. 2013.

HAMADA, N.; FERREIRA-KEPPLER, R. L. Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Ducke. Manaus, AM: **EDUA, Editora da Universidade Federal do Amazonas**. 2012.



HELFMAN, G.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. **The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology**. JohnWiley & Sons; 2009. 736 p.

HIGINO, L. C. M.; TEJERINA-GARRO, F. L.; ARAÚJO, N. B.; CARVALHO, R. A. Avaliação do uso do habitat e ecologia trófica de peixes perciformes utilizando atributos ecomorfológicos. **Anais SNCMA**, v.7. 2016.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 411-429. 1980.

IKOMI, R. B. Studies on the growth pattern, feeding habits and reproductive characteristics of the mormyrid *Brienomyrus longianalis* (Boulenger 1901) in the upper Warri River, Nigeria. **Fisheries Research**, v. 26, p. 187-198. 1996.

ILARRI, M. SOUZA, A. T.; DIAS, E.; ANTUNES, C. Influence of climate change and extreme weather events on an estuarine fish community. **Science of The Total Environment**, v. 827, p. 154190, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro; 1992. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23267.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Instrução Normativa Interministerial. Peixes de captura para fins ornamentais**. 2012. Disponível em: [https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/atualizacao\\_intra/dou/in3\\_2012.pdf](https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/atualizacao_intra/dou/in3_2012.pdf). Acesso em: 20 jul. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). 2021. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 20 jul. 2024.

KAWAKAMI; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 205-207. 1980.

KRAMER, D. L. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream *Ecology*, v. 59, n. 5, p. 976-985. 1978.

LOWE-MCCONNELL, R. H. *Ecological studies in tropical fish communities*. **Cambridge: Cambridge University Press**. 1999. 382 p.

LUBICH, C.; AGUIAR-SANTOS, J.; CORRÊA, F.; FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. Trophic ecology of *Acestrorhynchus falcistrostris* Cuvier, 1819 in island lakes on the lower stretch of the Solimões River, Amazon Basin. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e253852, 2022.

MacARTHUR, R. H.; PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. **American Naturalist**, v. 100, p. 603-609. 1966.

MALHI, Y.; ROBERTS, J. M.; HIGUCHI, N. Tropical forests in the context of global change. **Nature**, v. 509, n. 7501, p. 275-283, 2014.

MATTHEWS, W. J.; MARSH-MATTHEWS, E. Stream fish community dynamics: **A critical synthesis**. JHU Press, 2017.

MIRANDA, L. E.; COPPOLA, G.; BOXRUCKER, J. Reservoir fish habitats: a perspective on coping with climate change. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 28, n. 4, p. 478-498, 2020.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP j Revista Brasileira de Zoociências. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 6, p. 191–2005. 2004.

MURINGAI, R. T.; MAFONGOYA, P. L.; LOTTERING, R. Climate change and variability impacts on sub-Saharan African fisheries: A Review. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 29, n. 4, p. 706-720, 2021.

MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, v. 33, p. 23-31. 2003.

NÚÑEZ, J.; DUPONCHELLE, F. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. **Fish Physiol Biochem**, v. 35, p. 167–80, 2009.

OLIVEIRA, A. E. P.; MONTAG, L. F. A.; ROCHA, R. M.; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, N. C.; PRUDENTE, B. S. Environmental predictors of the life history of the flag tetra *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Characiformes: Characidae) in streams of the Eastern Amazon. **Neotrop Ichthyol**. 21(4):e220094. 2023.

OLIVEIRA, P. C.; SILVA, C. R.; REIS, R. S. Phytoplankton dynamics in tropical rivers: Responses to environmental changes. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 1, p. 13-27, 2020.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do município de Capitão Poço-PA**. Documentos, 79. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/403420/1/OrientalDoc79.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.

PARSONS, K. J.; ROBINSON, B. W. The ecology of resource polymorphism in fishes. **Biological Reviews**, v. 96, n. 5, p. 1831-1855. 2021.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol Earth Syst Sci**, v. 4, n. 2, p. 439–73, 2007.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 15, n. 1, p. 10-19, 2006.

PEREIRA, L. S.; PINHEIRO, A. P.; DE OLIVEIRA, A. C. Diet and habitat use of fish species in a tropical river: implications for conservation and management. **Environmental Biology of Fishes**, v. 105, p. 843-857. 2022.

PERESSIN, A. **Impactos da urbanização na ictiofauna de riachos da parte superior da bacia do alto Rio Paranapanema (SP), Brasil**. Dissertação de Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação, Universidade Federal de São Carlos. 2013. 85 p.

PREJS, A.; K. PREJS. Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use. **Oecologia**, v. 71, p. 397-404, 1987.

PROPHET, E. B.; MILLS, B.; ARRINGTON, J. B.; SOBIN, L. H. Laboratory Methods in Histotechnology. American Registry of Pathology. **Instituto de Patologia de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América (AFIP)**; 1995.

PRUDENTE, B. S.; POMPEU, P. S; MONTAG, L. F. A. Using multimetric indices to assess the effect of reduced impact logging on ecological integrity of Amazonian streams. **Ecological Indicators**. V. 91, p. 315–23. 2018.

PUSEY, B. J.; ARTHINGTON, A. H.; CLOSE, P. G.; BIRD, J. R. Larval fishes in rainforest streams: recruitment and microhabitat use. **The Proceedings of the Royal Society of Queensland**, 110, p 27–46. 2002.

PYKE, G. H. Optimal foraging theory: A critical review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 15, p. 523-575. 1984.

REIS, A. S. **Ecologia trófica e ecomorfologia da ictiofauna de igarapés maranhenses (Alcântara-MA)**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. UFSCAR, São Carlos, SP. 127p, 2011.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Contribuição da matéria autóctone e alóctone para a dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Actinopterygii, Characidae), em dois trechos de um riacho de Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 58–63, 2006.

RINNE, J. N.; WANJALA, B. Maturity, fecundity, and breeding seasons of the major catfishes (Suborder Siluroidea) in Lake Victoria, East Africa. **Journal of Fish Biology**, v. 23, p. 357-363, 1983.

RODRIGUES, D. P. *et al.* Reproductive biology and conservation of fish species: a review. **Environmental Biology of Fishes**, 2023.

RUSSO, M. R.; FERREIRA, A.; DIAS, R. M. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 411–417. 2002.

SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyological Explorations of Freshwaters**, v. 8, n. 3, p. 201-210. 1998.

SABO, J. L.; GERBER, L. R. **Trophic ecology**. 2014. Access Science. Retrieved August 4, 2020, from <https://doi.org/10.1036/1097-8542.711650>

SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; LEITÃO, R. P.; CARAMASCHI, E. P.; GARCEZ, D. S. The aquatic macrophytes as refuge, nursery and feeding habitats for freshwater fish from Cabiúnas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 19, n. 2, p. 143-153, 2007.

SANTAMARÍA-MIRANDA, A.; SAUCEDO-LOZANO, M.; HERRERA-MORENO, M. N.; APÚN-MOLINA, J. P. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del

pargo rojo *Lutjanus colorado* (pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 40, p. 33-44. 2005.

SANTANA, C. A.; TONDATO, K. K.; SÚAREZ, Y. R. Reproductive biology of *Hyphessobrycon eques* (Characiformes: Characidae) in Southern Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 1, p. 70-79, 2019.

SANTOS, L. L.; BENONE, N. L.; SOARES B. E.; BARTHEM, R. B.; MONTAG, L. F. A. Trait–environment relationships in Amazon stream fish assemblages. **Ecol Freshw Fish**. 2019.

SILVA, B. N. R.; SILVA, L. G. T.; ROCHA, A. M. A.; SAMPAIO, S. M. N. Interação biofísica e do uso da terra na dinâmica da paisagem do município de Capitão Poço-PA, em sistema de informação geográfica. Documentos, 10. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 1999.

SILVA, D. M. A. OLIVEIRA, W. F. S.; SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, F. J. M. “Comendo no mesmo prato”: sobreposição de nicho trófico de duas espécies de peixes em riachos da bacia do alto rio Tocantins. **Revista Heringeriana**, v. 13, n. 2, p. 29–39, 2019.

SILVA, N. C. S.; COSTA, A. J. L.; LOUVISE, J. *et al.* Resource partitioning and ecomorphological variation in two syntopic species of Lebiasinidae (Characiformes) in an Amazonian stream. **Acta Amazonica**, v. 46, p. 25–36, 2016.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In H. Sioli (Ed.), *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty Tropical River and its basin*, Dordrecht, Dr. W. Junk publish. ed (pp. 127–165). **Springer**. 1984.

SISNANDO, L. B. **Dieta de *Hyphessobrycon heterorhabdus* (Characiformes: characidae) em igarapés da Amazônia Oriental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Dourados: UFGD, 2017.

SONEIRA, P.; DIAZ, F. J. R.; CASCIOTTA, J. R.; ALMIRON, A. E. Diet of *Hyphessobrycon auca* (pisces, characidae) in Iberá Wetland (northeastern, Argentina). **FACENA**, v. 27, 2011.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. **The American journal of psychology**, v. 15, p. 72-101. 1904.

TÓFOLI, R. M.; HAHN, N. S.; ALVES, G. H. Z.; NOVAKOWSKI, G. C. Uso do alimento por duas espécies simpátricas de *Moenkhausia* (Characiformes, Characidae) em um riacho da Região Centro-Oeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 03, p. 201-206, 2010.

TORRES-MEJIA, M.; RAMÍREZ-PINILLA, M. P. 2008. Dry-season breeding of a characin in a tropical mountain river. **Copeia**, p 99-104. 2008.

UIEDA, V. S.; PINTO, T. L. F. Feeding selectivity of ichthyofauna in a tropical stream: space-time variations in trophic plasticity. **Community Ecology**, v. 12, n. 1, p. 31-39, 2011.

VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: **EDUEM**; 1996.

VAZZOLER, A. E. A. M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627–640. 1992

VENARSKY, M. P.; STEWART-KOSTER, B.; HUNT, R. J.; JARDINE, T.; BUNN, S. Spatial and temporal variation of fish community biomass and energy flow throughout a tropical river network. **Freshwater Biology**, v. 65, n. 10, p. 1782-1792, 2020.

WADDELL, J. C.; CRAMPTON, W. G. R. Reproductive effort and terminal investment in a multispecies assemblage of Amazon electric fish. **Ecological Monographs**, v. 92, n. 2, p. e1499, 2022.

WALKER, I.; HENDERSON, P.; STERRY, P. On the patterns of biomass transfer of the benthic fauna in a Amazonian blackwater river, as evidenced by P32 label experiment. **Hydrobiologia**, v. 12, p. 23–34. 1990.

WANG, J. T.; LIU, M. C.; FANG, L. S. The reproductive biology of an endemic cyprinid, *Zacco pachycephalus*, in Taiwan. **Environmental Biology of Fishes**, 43(2): 135-143. 1995.

WINEMILLER, K. O. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 62, n. 4, p. 872-885. 2005.

WINEMILLER, K. O.; ROSE, K. A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 49, n. 10, p. 2196-2218. 1992.

WOLFF, L. L.; CARNIATTO, N.; HAHN, N. S. Longitudinal use of feeding resources and distribution of fish trophic guilds in a coastal Atlantic stream, southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, p. 375–386, 2013.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. **EDUEM**, Maringá, 1996. 129 p.

ZENI, J. O.; PÉREZ-MAYORGA, M. A.; ROA-FUENTES, C. A., BREJÃO, G. L.; CASATTI, L. How deforestation drives stream habitat changes and the functional structure of fish assemblages in different tropical regions. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 29, p. 1238–1252. 2019.

ZHAO, T.; VILLÉGER, S.; LEK, S.; CUCHEROUSSET, J. High intraspecific variability in the functional niche of a predator is associated with ontogenetic shift and individual specialization. **Ecology and Evolution**, v. 4, p. 4649–4657, 2014.

ZUANON, J.; FERREIRA, E. Ecologia alimentar de peixes na Amazônia brasileira - uma abordagem naturalística. Funções Alimentares e Digestivas de Peixes **Science Publishers Inc.**, (pp. 1–34). 2008. 589p.

ZUANON, J.; MENDONÇA, F. P.; ESPÍRITO SANTO, H. M. V.; DIAS, M. S.; GALUCH, A. V.; AKAMA, A. Guia de peixes da Reserva Adolpho Ducke. Manaus: **Editores INPA**, 2015. 155 p.