

ECOLOGIA ALIMENTAR E RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE ESPÉCIES DE PEIXES ORNAMENTAIS: Ecologia alimentar e relações tróficas entre *Carnegiella strigata* e *Crenuchus spilurus*

Thaiza Zilay¹, Chiara Lubich² e Kedma Cristine Yamamoto³.

RESUMO

Há falta de estudo sobre a biologia alimentar de peixes ornamentais, embora sejam necessários para entendimento das relações ecológicas entre as espécies e o ambiente, assim como as informações podem servir como base para medidas de gestão do uso racional e defesa dos estoques nativos. Diante disso, o objetivo do estudo foi analisar as dietas das espécies de peixes ornamentais, *C. spilurus* e *C. strigata* que ocorrem em igarapés na região do médio Rio Negro, assim como identificar a composição alimentar e analisar a relação trófica entre as espécies em ambiente natural, . Os peixes foram coletados por meio da pesca ativa, com auxílio de rapiché, e armadilha. Foi realizada análise de coocorrência das espécies estudadas, frequência de ocorrência dos itens alimentares, índice de importância alimentar (IAi%), sobreposição e estratégia alimentar das espécies. *C. spilurus* apresentou oito itens, enquanto *C. strigata* apresentou nove itens, sendo fragmentos de inseto, material vegetal e detrito de maior importância na alimentação de ambas as espécies. A estratégia alimentar generalista foi adotada por ambas as espécies, o que refletiu no alto valor de sobreposição de nicho encontrado. Portanto, a alta sobreposição entre as duas espécies poderia explicar a baixa frequência de ocorrência sintópica entre essas espécies, sugerindo um possível caso de exclusão competitiva, no entanto, são necessários estudos que investiguem a ocorrência conjunta dessas espécies, em diferentes ambientes e fases do ciclo hidrológico.

Palavras-chave: Alimentação de peixes; Dieta; Estratégia alimentar; Sobreposição de nicho.

¹ Universidade Federal do Amazonas, thayza.zilaysilva@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6637-3632>

² Universidade Federal do Amazonas (PPGCRP/UFAM), lubichchiara@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2216-0542>

³ Universidade Federal do Amazonas (DEPESCA/UFAM), kcyamamoto@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1026-2712>

FEEDING ECOLOGY AND TROPHIC RELATIONSHIP AMONG ORNAMENTAL FISH SPECIES: Feeding ecology and trophic relationships among *Carnegiella strigata* and *Crenuchus spilurus*

ABSTRACT

There is a lack of studies on the food biology of ornamental fish, although they are necessary to understand the ecological relationships between species and the environment, as well as the information can be the basis for management measures for the rational use and defense of native stocks. Therefore, the objective of the study was to analyze the diets of ornamental fish species, *C. spilurus* and *C. strigata*, that occur in streams in the middle Rio Negro region, as well as to identify the food composition and analyze the trophic relationship between the species in natural environment. The fish were collected through active fishing, with the aid of rapiché, and trap. Analysis of co-occurrence of the studied species, frequency of occurrence of food items, index of food importance (IAi%), overlapping and feeding strategy of the species was carried out. *C. spilurus* presented eight items, while *C. strigata* presented nine items, being insect fragments, vegetal material and detritus of greater importance in the feeding of both species. The generalist feeding strategy was adopted by both species, which was reflected in the high value of niche overlap found. Therefore, the high overlap between the two species could explain the low frequency of syntopic occurrence between these species, suggesting a possible case of competitive exclusion, however, studies are needed to investigate the joint occurrence of these species in different environments and cycle phases hydrological.

Keywords: Fish feed; Diet; Food strategy; Niche overlap.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes ornamentais são espécies atrativas, devido a aspectos peculiares, seja em relação à forma do corpo, padrão de coloração, tamanho, comportamento, ou uma combinação desses fatores. Essas espécies são encontradas principalmente em riachos e igarapés, ou seja, pequenos corpos d'água (CASTRO, 1999; CHAO et al., 2001).

No Brasil esse comércio tem crescido, o que resultou na participação da lista dos maiores exportadores de peixes ornamentais a nível do mercado mundial, passando da 20ª para oitava posição em 10 anos (SAMPAIO; OSTRENSKY, 2013; FARIA et al., 2016). De acordo Borges et al., (2021) a popularização do uso das mídias sociais facilitou a compra e venda de espécies, resultando no crescimento desse comércio, principalmente nas regiões mais populosas do Brasil, como, São Paulo e Rio de Janeiro, no qual se destacam a predominância das espécies de água doce.

No Estado do Amazonas a maioria das espécies ornamentais é oriunda da bacia Rio Negro (278 spp.), onde são capturadas próximo aos municípios de Barcelos e Santa Isabel do Rio Negro (PRANG, 2001; TRIBUZZY et al., 2021). As espécies capturadas mais exportadas são pertencentes das ordens *Characiformes* e *Siluriformes*, compreendendo cerca de 83% do volume das exportações, dentre as quais estão as espécies *Crenuchus spilurus* (Günther, 1863) e *Carnegiella strigata* (Günther, 1864), com 18.295 e 2.698.586 espécimes, respectivamente, exportados de 2006 a julho de 2015 (TRIBUZZY et al., 2021). Essas espécies além de possuírem colorações diferentes, também possuem comportamentos únicos.

Crenuchus spilurus, tetra vela, é uma espécie *dimórfica* (machos são mais coloridos que as fêmeas) (PIRES; ZUANON, 2021) da família *Crenuchidae*, composta por dois gêneros *Crenuchus* e *Poecilocharax*, com cerca de 3 espécies (FRICKE et al., 2022), são peixes de pequeno tamanho, os adultos com 30 a 50 mm de comprimento padrão, ocorre em grande parte da bacia Amazônica e nas Guianas (GÉRY, 1977; BUCKUP, 2003), em igarapés (BREJÃO et al., 2013; SILVA-OLIVEIRA 2016; DUARTE; VAL 2020; PIRES; ZUANON, 2021) e em bacias de todos os principais tipos de água da Amazônia: água branca (turva), água preta e água clara (PIRES et al., 2016).

Carnegiella strigata (Günther, 1864), peixe borboleta, é uma espécie da família *Gasteropelecidae*, composta por três gêneros, *Carnegiella*, *Gasteropelecus*, e *Thoracocharax*, com cerca de nove espécies (WEITZMAN; PALMER, 2003; FRICKE et al., 2022), variando em comprimento padrão de 21,5 a 68 mm (WEITZMAN; PALMER, 2003). Assim como *C. spilurus* as espécies de *Carnegiella* ocorrem em pequenos riachos e córregos (WEITZMAN; PALMER, 2003; GUISANDE et al 2012; BREJÃO et al., 2013; SANTOS et al., 2019).

Embora essas espécies apresentarem importância econômica, no mercado aquarista (WINEMILLER et al., 2008), os estudos sobre peixes ornamentais, de forma geral, são mais voltados principalmente para avaliação sobre a riqueza e abundância (CHAO, 2001; PRANG 2001; ZUANON et al., 2011; SILVA, 2011; OLENTINO et al., 2020). Os estudos que trazem informações sobre a alimentação dessas espécies são voltados principalmente para produção em cativeiro (ZUANON et al., 2011; GAVIÃO et al., 2015; GOMES et al., 2017; GOMES et al., 2021; HONORATO et al., 2021), sendo escassos estudos sobre a alimentação em ambiente natural (DOS ANJOS; DOS ANJOS, 2006; DOS ANJOS et al., 2017; SILVA, 2018), principalmente para essas duas espécies *Crenuchus spilurus* (SILVA, 1993; PIRES et al., 2016) e *Carnegiella strigata* (SILVA, 1993; TORRES-BEJARANO et al., 2021; SANTOS et al., 2022), devido principalmente a dificuldade de visualização macroscópica dos estômagos e dos itens alimentares.

Além disso outros aspectos da alimentação como estratégia alimentar e sobreposição entre essas duas espécies ainda não foram analisados, sendo fatores ecologicamente importantes, uma vez que ambas as espécies são encontradas nos mesmos ambientes (ZUANON et al., 2015), são exploradas no mercado aquarista (TRIBUZZY et al., 2021) muitas vezes de forma ilegal (BELTRÃO et al., 2021) e apresentam baixa tolerância térmica, ficando vulneráveis aos novos aumentos na temperatura da água causados pelas mudanças climáticas globais, uma vez que têm capacidade limitada de se aclimatar e viver em temperaturas ambientais próximas de suas temperaturas críticas superiores (CAMPOS et al., 2018; VAL, 2019; DUARTE; VAL, 2020).

Dessa forma, a falta de estudo sobre a biologia alimentar de peixes de pequeno porte, utilizados como ornamentais, são necessários para entendimento das relações ecológicas entre as espécies e o ambiente, assim como as informações podem ser como base para medidas de gestão do uso racional e defesa dos estoques nativos (DOS ANJOS; DOS ANJOS, 2006). Diante disso, o objetivo do estudo foi analisar as dietas das espécies de peixes ornamentais, *C. spilurus* e *C. strigata* que ocorrem em igarapés na região do médio Rio Negro, assim como identificar a composição alimentar e analisar a relação trófica entre as espécies em ambiente natural.

2. METODOLOGIA

Área de estudo

Os espécimes foram coletados no igarapé Bariri localizado na margem esquerda do rio Negro (Longitude: 63°37'40,8"W, Latitude: 0°18'50,4"S), a cerca de 120 km de distância por via fluvial do município de Barcelos (sob autorização SISBio: 76320-1). O município de Barcelos está localizado a margem direita do rio Negro, especificamente na região do médio rio Negro, e sediado a cerca de 500 km de distância por via fluvial da capital Manaus.

Nesta região, o rio é tipicamente de águas negras e é caracterizado pela presença de grandes quantidades de carbono orgânico dissolvido na forma de ácidos húmicos e fúlvicos, contribuindo para a acidez da água e para sua coloração avermelhada, semelhantes a cor do café (GOULDING et al. 1988).

A origem das águas negras está fortemente relacionada a presença de solo podzólico na área de cabeira dos rios (SIOLI, 1985), e segundo Franzinelli; Igreja (2002) nesse tipo de solo, o material orgânico apresenta uma velocidade maior de decomposição em húmus, que é facilmente dissolvido pela água da chuva e lixiviada para o lençol freático, resultando na emersão superficial de pequenos córregos, como riachos e igarapés.

Coleta de dados

As coletas ocorreram durante o período de seca, durante nove dias, de 16 a 24 de novembro 2021 (BITTENCOURT; AMADIO, 2007). Os peixes foram coletados por meio da pesca ativa, com auxílio de rapiché, e pesca passiva, por meio de uso de armadilha, regionalmente conhecida como “cacuri”. O cacuri e o rapiché são comumente utilizados na pesca de peixes pequenos, principalmente ornamentais (LEITE; ZUANON, 1991; SILVA, 2011; LADISLAU et al., 2019). Os cacuris foram armados pela manhã (07:00 às 9:00 horas) e a tarde (13:00 às 15:00 horas), totalizando quatro horas de pesca com armadilha. Enquanto os cacuris estavam armados, eram feitas as pescarias com rapichés, que também totalizaram quatro horas de pesca.

Após as pescarias os peixes foram fixados em álcool 70%, e direcionados para o Laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do Amazonas (LABIC/UFAM), onde foram armazenados, triados, identificados até o menor nível taxonômico com auxílio de chaves ictiológicas (QUEIROZ et al., 2013; ZUANON et al., 2015) e especialistas. O manuseio e utilização dos peixes foi aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal do Amazonas (CEUA/UFAM: 002/2022).

Para determinação das duas espécies estudadas, foram estabelecidos dois critérios: i) estarem entre as cinco espécies mais abundantes e ii) pertencerem a mesma família taxonômica. O primeiro critério garante que teremos uma quantidade suficiente de indivíduos para analisar e depositar na Coleção, enquanto o segundo critério nos permite verificar se as espécies apesar compartilharem a mesma família taxonômica podem ocupar nichos tróficos semelhantes no ambiente. Dessa forma, as espécies que atenderam esses critérios foram: *Crenuchus spilurus* (Günther, 1863) e *Carnegiella strigata* (Günther, 1864). Exemplares testemunhos foram depositados na Coleção Ictiológica Regional da Universidade Federal do Amazonas, sob número de tombamento #UFAM 534 e #UFAM556, respectivamente.

Análise de dados

Coocorrência das espécies – O padrão de coocorrência das espécies estudadas, foi avaliado pela presença de ambas espécies em um mesmo local, data e horário de coleta (SANTOS et al., 2022).

Composição alimentar - A avaliação do conteúdo estomacal foi realizada primeiramente com incisão ventral do peixe para retirada do estômago. A atividade alimentar e as diferenças na quantidade de alimentos ingeridos foram avaliadas observando o grau de repleção dos estômagos por meio da escala descrita por Yabe; Bennemann (1994): 0% (vazio), 25%, 50%, 75% (valores de preenchimentos intermediários) e 100% (completamente cheio).

Os itens alimentares encontrados foram identificados, sob estereomicroscópio e lupa, até o menor nível taxonômico possível e com auxílio de chaves de identificação (HAMADA; FERREIRA-KEPPLER, 2012; HAMADA et al., 2014) e consulta com especialistas.

Foi utilizada análise descritiva para quantificar a frequência de ocorrência (FO%) dos itens na composição da dieta das espécies (HYNES, 1950).

A partir da razão entre o produto da frequência de ocorrência e o volume relativo (YABE; BENNEMANN, 1994), foi estimado o Índice alimentar (IA_i) (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980) para cada item alimentar, afim de verificar qual o item mais importante na dieta de cada espécie, dado pela fórmula: $\%IA_i = Fi \cdot Vi / \sum (Fi \cdot Vi)$. No qual, %IA_i = índice alimentar em porcentagem; i = item alimentar; Fi = frequência de ocorrência (%) do determinado item i; e Vi = volume (%) do item i. Os estômagos vazios não foram incluídos nas análises.

Sobreposição alimentar – Foi analisada usando o Índice de Pianka (PIANKA, 1973). O índice de sobreposição de Pianka varia de 0 (sem sobreposição) a 1 (sobreposição completa) e pode ser indicativo de partição ou competição de recursos alimentares. Os resultados da sobreposição interespecífica foram arbitrariamente considerados alto (> 0,6), moderado (0,4 - 0,6) ou baixo (<0,4) (NOVAKOWSKI et al., 2008).

Estratégia alimentar – Foi realizado por meio do método gráfico de Costello (1950) posteriormente modificado por Amundsen et al. (1996). Este método utiliza informações sobre a ecologia alimentar das espécies através da relação gráfica entre frequência de ocorrência da presa e a abundância percentual do tipo de determinada presa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram capturados 738 exemplares, sendo 546 de *Crenuchus spilurus* e 192 *Carnegiella strigata*. A coocorrência de *C. spilurus* e *C. strigata* foi na proporção de 3:1, semelhante a coocorrência entre as espécies de *Carnegiella*, *C. marthae* e *C. strigata*, no igarapé Baré, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, próximo a confluência do Rio Solimões com o Rio Japurá, no qual os autores indicaram um possível caso de exclusão competitiva (SANTOS et al., 2022). O mesmo padrão parece acontecer no igarapé Bariri, no médio Rio Negro, pois apesar de *C. strigata* ser encontrada em cardume (BREJÃO et al., 2013; ZUANON et al., 2015; SANTOS et al., 2021), parece não predominar sobre a ocorrência de outras espécies, seja sua congênere (*C. marthae*; ver SANTOS et al., 2022) ou não.

Em relação aos estômagos vazios, *C. spilurus* apresentou 495 e *C. strigata* 153, apesar da alta taxa de estômagos vazios para ambas as espécies foram encontrados estômagos com item. De forma geral, a alimentação das espécies foi composta por treze itens alimentares (Tabela 1).

C. spilurus apresentou oito itens, enquanto para *C. strigata* foram encontrados nove itens, sendo fragmentos de inseto, material vegetal e detrito de maior importância na alimentação de ambas as espécies (Tabela 1), logo sendo consideradas insetívoras. *C. spilurus* é uma espécie que permanece estável na coluna d'água em águas com fluxo lento próximo às margens (BREJÃO et al., 2013) abrigado sob áreas sombreadas em meio as folhas e galhos mortos, raízes e plantas (PIRES et al., 2016). Dessa forma, sua alimentação é composta principalmente de matéria orgânica particulada que afunda na coluna d'água (BREJÃO et al., 2013), mas também insetos alóctones e aquáticos (KEMENES; FOSBERG, 2014; PIRES et al., 2016).

No estudo, além de itens animais, inseto, também foi encontrado material vegetal compondo a dieta da espécie. Em igarapés da Amazônia Central, Pires et al., (2016) também registraram a ingestão material vegetal, polpa de frutos de buritis, e Silva (1993) e Kemenes; Fosberg (2014) de algas. Apesar de apresentar um consumo variado de itens, a espécie é considerada insetívora (BREJÃO et al., 2013; KEMENES; FOSBERG, 2014; SILVA, 1993; ZUANON et al., 2015) devido a maior porcentagem no consumo de insetos.

Tabela 1 – Lista, porcentagem de frequência de ocorrência (FO%) e índice de importância alimentar (IAi%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal de duas espécies

ornamentais capturadas no período de seca (16 a 24 de novembro de 2021) em igarapés na região do médio Rio Negro, Barcelos, Amazonas.

ITENS	<i>Carnigiella strigata</i> (N= 39)		<i>Crenuchus spilurus</i> (N= 51)	
	FO (%)	IAi (%)	FO (%)	IAi (%)
Fragmentos de insetos	52,05	84,89	62,79	94,39
Entomobryidae/Collembola			4,65	0,28
Exuvia de Arachnida	1,37	0,02		
Formaciedae			4,65	0,14
Hemiptera	4,11	0,45	2,33	0,04
Isoptera	2,74	0,15		
Lepitodora			2,33	0,04
Nematoide	1,37	0,02		
Neoptera			2,33	0,04
Orthoptera	1,37	0,02		
Trichoptera	2,74	0,08		
Detrito	21,92	9,31	9,30	2,26
Material Vegetal	12,33	5,07	11,63	2,82

Fonte: Zilay et al., 2023.

C. strigata habita às margens, próximos aos galhos e raízes que ficam pendurados na mata ciliar, e recolhem rapidamente as partículas que caem na superfície da água, usando as nadadeiras peitorais hipertrofiadas para impulsionar os saltos (BREJÃO et al., 2013), outra característica marcante é a posição bucal superior, por este motivo é considerada uma espécie com alimentação especializada em itens que caem na superfície da coluna d'água (ALEXANDER, 1964), ou seja, recursos alóctones, como insetos (SILVA, 1993; KEMENES; FOSBERG, 2014; TORRES-BEJARANO et al., 2021; SANTOS et al., 2022;), e assim como *C. spilurus* é considera insetívora (SILVA 1993; BREJÃO et al., 2013; KEMENES; FOSBERG, 2014; TORRES-BEJARANO et al., 2021; SANTOS et al., 2022) devido a maior proporção da ingestão do item inseto.

O índice de sobreposição de nicho de Pianka mostrou alto valor entre ambas espécies (0,989), o que pode ser explicado pela partição dos itens alimentares, fragmentos de insetos, Hemiptera, detrito e material vegetal (Tabela 1). A partição dos recursos refletiu no mesmo padrão de estratégia alimentar adotada pelas espécies, sendo generalista ou oportunista, no qual a maioria dos itens são raros e apenas o item fragmento de inseto é dominante (Figuras 1 e 2). *C. spilurus* apresenta uma boca relativamente grande, e possui de porte pequeno, dessa forma, é esperado uma ingestão variada de alimentos, ou seja, expressando um comportamento alimentar oportunista (PIRES et al., 2016). Enquanto para *C. strigata*, este padrão pode ser explicado pela modificação morfológica da posição de boca, permitindo que se alimentem de quase inteiramente de insetos alóctones que caem na superfície da água, pois constituem uma importante fonte de alimento para muitas espécies de peixes que habitam esses ambientes (ZUANON; FERREIRA, 2008).

Figura 1: Representação gráfica da estratégia alimentar de *C. spilurus* em igarapé na região do médio Rio Negro, Barcelos, Amazonas. ●FI – Fragmento de inseto; ●DT – Detrito; ●MV – Material vegetal; ●HP – Hemiptera; ●IP – Isoptera; ●TP – Trichoptera; ●OT – Outros: Exuvia de Arachnida, Nematoide, Orthoptera.

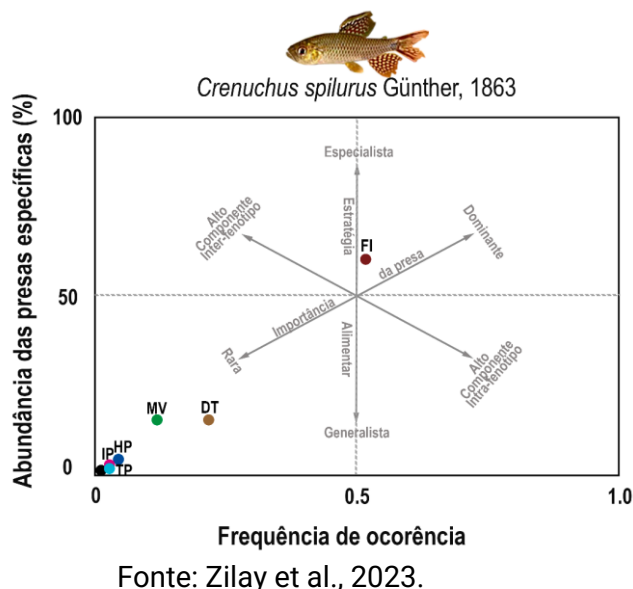
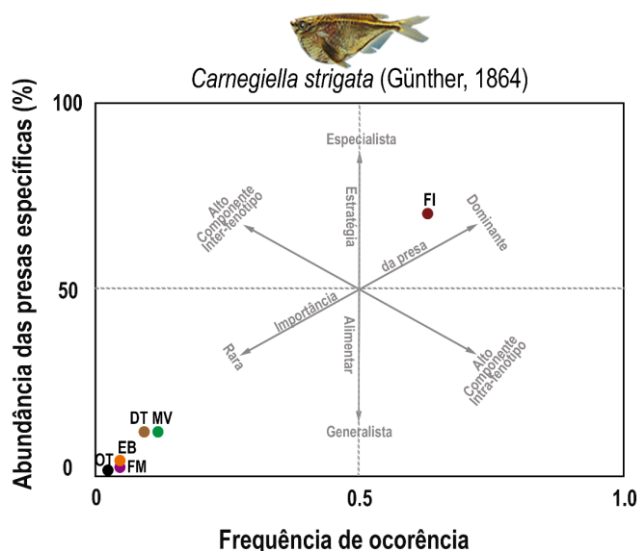


Figura 2: Representação gráfica da estratégia alimentar de *C. strigata* capturados em igarapé na região do médio Rio Negro, Barcelos, Amazonas. ●FI – Fragmento de inseto; ●DT – Detrito.

- Detrito; ●MV – Material vegetal; ●FM- Formicidae; ●EB – Entomobryidae/Collembola; ●
OT–Outros: Hemiptera, Neoptera Lepidoptera.



Fonte: Zilay et al., 2023.

A teoria de competição prediz que em épocas ou locais com superabundância de presa(s) preferenciais ou mais importantes, os predadores tendem a utilizar-se deste(s) recurso(s) de maneira similar, havendo assim ampla sobreposição das dietas, mas provavelmente sem competição entre as espécies envolvidas devido à superabundância do(s) recurso(s) (HERRERA; HIRALDO, 1976). Por outro lado, em períodos ou lugares onde a abundância das presas preferenciais é menor, a sobreposição trófica tende a diminuir pela diferenciação ou especialização da dieta entre as espécies, permitindo a coexistência e evitando inclusive o desaparecimento de algumas espécies de predadores da área (MACARTHUR; LEVINS 1967; SCHOENER, 1982).

Além das questões sobre a disponibilidade de presas as espécies estudadas apresentam diferenças na forma do corpo, de acordo com Guisande et al., (2012) essas diferenças podem se alinhar com agrupamentos filogenéticos, pois espécies intimamente relacionadas normalmente têm dietas semelhantes, refletindo em estratégias de aquisição de alimentos comparáveis, como, nos locais em que buscam alimento na coluna de água (superfície, intermediário e bentônico) e padrões de alimentação (como, pastoreio versus predação por emboscada). Além disso, a mata ciliar que circunda os igarapés produz sombra no corpo

d'água, sendo um fator limitante à produtividade primária nesses sistemas aquáticos, e os peixes são fortemente dependentes dos recursos alóctones que caem no córrego durante o dia (LOWE-MCCONNELL, 1999; ZUANON; FERREIRA, 2008), logo, espécies diurnas, como é o caso das estudadas, se alimentam principalmente de insetos terrestres, enquanto as espécies noturnas consomem principalmente insetos aquáticos (SABINO; ZUANON, 1998).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies estudadas mostram semelhanças na composição alimentar e estratégia alimentar generalista adotada, o que refletiu no alto valor de sobreposição de nicho encontrado, apesar da ingestão exclusivas de alguns itens para ambas as espécies. Portanto, a sobreposição alta entre as duas espécies pode explicar a baixa frequência de ocorrência sintópica entre essas espécies, sugerindo um possível caso de exclusão competitiva, no entanto necessários estudos que investiguem a ocorrência conjunta dessas espécies, em diferentes ambientes e diferentes fases do ciclo hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca).

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, R. M. Adaptation in the skulls and cranial muscles of South American characinoid fish. **Journal of the Linnean Society of London, Zoology**, 45(305), 169–190, 1964.
- AMUNDSEN, P.A., GABLER, H.M. and STALDVIK, F.J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. **Journal of Fish Biology**, vol. 48, no. 4, pp. 607-614, 1996.
- BELTRAO, H. et al. Trafficking of ornamental fish in the Brazilian Amazon. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 47, 2021.
- BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 303-308, 2007.
- BORGES, A. K. M.; OLIVEIRA, T. P. R.; ROSA, I. L.; BRAGA-PEREIRA, F.; RAMOS, H. A. C.; ROCHA, L. A.; ALVES, R. R. N. Caught in the (inter) net: Online trade of ornamental fish in Brazil. **Biological Conservation**, 263, 109344, 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.

BUCKUP, P. A. Family Crenuchidae (South American darters). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 729p**, p. 87-95, 2003.

CAMPOS, D. F.; VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. The influence of lifestyle and swimming behavior on metabolic rate and thermal tolerance of twelve Amazon forest stream fish species. **Journal of Thermal Biology**, 72, 148–154, 2018.

CASTRO, R.M.C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In **Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas** (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). Oecologia Brasiliensis, v. VI, Rio de Janeiro, p. 139-155. 1999.

CHAO, N. L.; PRANG, G.; PETRY, P. Project Piaba—maintenance and sustainable development of ornamental fisheries in the Rio Negro basin, Amazonas, Brazil. **Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil—Project Piaba** (Chao, NL, Petry, P., Prang, G., Sonneschien, L. & Tlusty, M., eds), p. 3-6, 2001.

COSTELLO, M.J. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, vol. 36, no. 2, pp. 261-263, 1990. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05601.x>

DOS ANJOS, H. D. B.; DOS ANJOS, C. R. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário e larval do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956 (Characiformes: Characidae), em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, v. 32, n. 2, p. 151-160, 2006.

DOS ANJOS, H. D. B.; YAMAMOTO, K. C.; MAGALHÃES, E. R. S. Biologia reprodutiva e hábitos alimentares do rodóstomo (*Hemigrammus bleheri*) um peixe ornamental da Bacia do Médio Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 1, p. 65–77-65–77, 2017.

DUARTE, R. M.; VAL, A. L. Water-related problem with special reference to global climate change in Brazil. In: **Water Conservation and Wastewater Treatment in BRICS Nations**. Elsevier. p. 3-21, 2020.

FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, K.; ALMEIDA, C. F.; SANTOS, F. W. M.; ANTOS, R. F. B. A legislação brasileira para o mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Revista Panorama da Aquicultura**. maio/Junho, (155), 2016.

FRANZINELLI, E.; IGREJA, H. Modern sedimentation in the lower Negro river, Amazonas state, Brazil. **Geomorphology**, 44(3-4), 259-271. 2002.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; FONG, J. D. **Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera/Species by Family/Subfamily**. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Acessada em 20 de abril de 2022.

GAVIÃO, E.; Alves, J. Q.; Hoshiba, M. A.; De Souza, M. A. A. Utilização da branchoneta (*Dendrocephalus brasiliensis* pest 1921) na alimentação de peixes ornamentais. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 7(2), 2015.

GÉRY, J. **Characoids of the World**. Neptune City. T.F.H Publications, 1977.

GOMES, V. D. S. et al. Enzimas exógenas na alimentação do peixe guppy (*Poecilia reticulata*). **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 3, 2017.

GOMES, V. D. S. et al. Uso de aditivos alimentares para peixes ornamentais. **Revista Científica Rural**, v. 23, n. 1, p. 266-279, 2021.

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

GUISANDE, C. et al. Ecological factors and diversification among Neotropical characiforms. **International Journal of Ecology**, 2012.

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

HAMADA, N. et al. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014., 2014.

HERRERA, C. M.; HIRALDO, F. Nicho alimentar e relações tróficas entre corujas europeias. **Ornis scandinavica**, p. 29-41, 1976.

HONORATO, C. A.; DORCE, L. S.; ZIEMNICZAK, H. M.; VASCONCELOS, F. A. B.; DOS SANTOS, S. P. Bioativos de plantas do cerrado na alimentação de peixes ornamentais. **Compostos Bioativos e suas Aplicações**, 226, 2021.

HYNES, H. B. N. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. **Journal of Animal Ecology** 19: 36–58, 1950.

KAWAKAMI E; VAZZOLER G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 29(2): 205–207. 1980.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R. Fatores influenciando a estrutura e distribuição espacial dos peixes nos Igarapés de cabeceira do Parque Nacional do Jaú, Amazônia Central. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. S023-S032, 2014.

LADISLAU, D. S. et al. Ornamental fishing in the region of Barcelos, Amazonas: socioeconomic description and scenario of activity in the view of “piabeiros”. **Brazilian Journal of Biology**, 80, 544-556. 2019.

LEITE, R.G.; ZUANON, J.A.S. "Peixes ornamentais – aspectos da comercialização, ecologia, legislação e propostas de ação para um melhor aproveitamento". In Val, A.L. & Feldberg, E. [eds.] **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas**. Manaus, 327-330. 1991.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Portuguese translation of Ecological studies in tropical fish communities, with five additional chapters on fishes of Brazil by Brazilian authors. Translation by A. E. A. de M. Vazzoler, A. A. Agostinho, and P. T. M. Cunningham. Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

MACARTHUR, R.; LEVINS, R. A similaridade, convergência e divergência limitantes de espécies coexistentes. **O naturalista americano**, v. 101, n. 921, pág. 377-385, 1967.

NOVAKOWSKI, G. C.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, p. 567-576, 2008.

OLENTINO, D.; LUBICH, C. C. F.; YAMAMOTO, K. C. Espécies de peixes com potencial ornamental nas proximidades de Manaus, Amazonas-Brasil. **Scientia Amazonia**, v. 9, n. 4, p. CA1-CA10, 2020.

PIANKA, E.R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, vol. 4, no. 1, pp. 53-74, 1973.

PIRES, T. H. S et al. Traits of a lineage with extraordinary geographical range: ecology, behavior and life-history of the sailfin tetra *Crenuchus spilurus*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 99, n. 12, p. 925-937, 2016.

PIRES, T. H. S; ZUANON, J. Ecologia comportamental evolutiva aplicada a peixes de riacho. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 380. 2021.

PRANG, G. Aviamento and the ornamental fishery of the Rio Negro, Brazil: implications for sustainable resource use. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlusty, M. (orgs). **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonia, Brazil - Project Piaba**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas. p. 43-74. 2001.

QUEIROZ, L. J; TORRENTE-VILARA, G. OHANA, W. M; PIRES, T. H. S; ZUANON, J; DORIA, C. R. C. **Peixes do rio Madeira**. São Paulo. Dialeto Latin American Documentary. V. 3. 2013.

SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, Volume 8, Número 3, Pags. 201-210, 1998.

SAMPAIO, F. D. F.; OSTRENSKY, A. Brazilian environmental legislation as tool to conserve marine ornamental fish. **Marine Policy**, 42, 280-285, 2013.

- SANTOS, L. L. et al. Trait–environment relationships in Amazon stream fish assemblages. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 28, n. 3, p. 424-433, 2019.
- SANTOS, S. M. et al. Trophic relationships among three species of ornamental fish from the region of Lake Amanã, Amazon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, 2022.
- SCHOENER, T. W. The controversy over interspecific competition: despite spirited criticism, competition continues to occupy a major domain in ecological thought. **American Scientist**, v. 70, n. 6, p. 586-595, 1982.
- SILVA, C. et al. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. **Acta amazônica**, v. 23, p. 271-285, 1993.
- SILVA, A. L. D. Entre tradições e modernidade: conhecimento ecológico local, conflitos de pesca e manejo pesqueiro no rio Negro, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, 6, 141-163. 2011.
- SILVA, Ciclene Hayla et al. **Biologia reprodutiva do peixe ornamental acará-boari *Mesonauta insignis* (Heckel, 1840), na região Central de Roraima**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Roraima. Boa Vista – RR: 2018.
- SILVA-OLIVEIRA, C.; CANTO, A. L. C.; RIBEIRO, F. R. V. Stream ichthyofauna of the Tapajós National Forest, Pará, Brazil. **ZooKeys**, n. 580, p. 125, 2016.
- SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais** (pp. 15-44). Petrópolis: Vozes. 1985.
- TORRES-BEJARANO, A. M. et al. Riparian vegetation structure and seasonality influence functional diversity more than taxonomic diversity of stream fish assemblages in the Colombian Amazon. **Aquatic Ecology**, v. 56, n. 1, p. 153-172, 2021.
- TRIBUZY-NETO, I. A. et al. Analysis of the ornamental fish exports from the Amazon State, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 46, n. 4, 2021.
- VAL, A. L. Fishes of the Amazon: diversity and beyond. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, 2019.
- WEITZMAN, S.H.; PALMER, L. Family gasteropelecidae (Freshwater hatchetfishes). In: R.E. REIS, S.O. KULLANDER and C.J. FERRARIS JUNIOR, eds. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America** Porto Alegre: EDIPUCRS, pp. 101-103, 2003.
- WINEMILLER, Kirk O.; AGOSTINHO, Angelo A.; CARAMASCHI, Érica Pellegrini. Fish ecology in tropical streams. In: **Tropical stream ecology**. Academic Press. p. 107-III, 2008.
- YABE, R. S; BENNEMANN, T. Regime alimentar de *Schizodon intermedius* Garavello e Britski do rio Tibagi, Paraná, e sua relação com algumas características morfológicas do trato digestivo (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista brasileira de Zoologia** 11(4): 777–788, 1994.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751994000400019>

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(1), 165-174. 2011.

ZUANON, J.; MENDONÇA, F.P.; ESPIRITO-SANTO, H.M.; DIAS, M.S.; GALUCH, A.V.; AKAMA, A. **Guia de Peixes da Reserva Ducke, Amazônia Central**. Manaus, INPA, p.154. 2015.

ZUANON, J.; FERREIRA, E. Feeding ecology of fishes in the Brazilian Amazon-a naturalistic approach. In: **Feeding and Digestive Functions of Fishes**. Science Publishers Inc., USA, 589p, p. 1-34, 2008.