

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

**RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE *Carnegiella marthae* Myers, 1927,  
*C. strigata* (Günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler,  
1913 (Osteichthyes: Characiformes) EM IGARAPÉS PRÓXIMO  
AO LAGO AMANÃ – AMAZONAS - BRASIL**

**SUELEN MIRANDA DOS SANTOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus - AM  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

**RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE *Carnegiella marthae* Myers, 1927,  
*C. strigata* (Günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler,  
1913 (Osteichthyes: Characiformes) EM IGARAPÉS PRÓXIMO  
AO LAGO AMANÃ – AMAZONAS - BRASIL**

**SUELEN MIRANDA DOS SANTOS**

**ORIENTADOR: JANSEN A. S. ZUANON, Dr.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus – AM  
2005

## **Suelen Miranda dos Santos**

Relações tróficas entre *Carnegiella marthae* Myers 1927, *C. strigata* (Günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913 (Osteichthyes: Characiformes) em igarapés próximo ao lago Amanã – Amazonas – Brasil. 2005.

40 p.

1. Alimentação

2. Mimetismo

3. Peixes-borboleta

Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM, 2005.  
CDD 19 ed. 597.50413

### **Sinopse:**

Foram analisados conteúdos estomacais de *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *Gnathocharax steindachneri*, capturadas em igarapés próximos ao lago Amanã. As espécies mostraram dependência com a floresta alagada. *C. strigata* e *G. steindachneri* tiveram uma estratégia alimentar individual oportunista, enquanto que *C. marthae* teve uma estratégia alimentar individual mais especializado. Porém, não ocorreram sobreposição alimentar significativas entre as espécies estudadas. E também, não ocorreram indícios de mimetismo agressivo entre as espécies estudadas.

Palavras-chave: Hatchetfishes

mimetismo

dietas alimentares

À **Nahum Brelaz** (*in memorian*), meu pai, que me ensinou cantando:

“Batida de coco não é de limão,  
sardinha miúda não é camarão,  
cuidado menina com o som da buzina,  
rabo de foguete não é de pavão”.

Dedico em muito especial a minha querida  
mãe, **Maria Eliane**, que sem querer me  
ensinou muito mais que os valores da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Deus.

Ao CNPq pelo financiamento da bolsa de estudo durante a realização do trabalho.

Ao Dr. Jansen Zuanon pela amizade, orientação e apoio durante a realização do curso.

À Coordenação de Pesquisas em Biologia de Água Doce e Pesca interior e em muito especial aos doutores e/ou professores que de alguma forma transmitiram conhecimento durante o curso.

À Dra. Gercília Soares pelas ajudas, críticas, ensinamentos e amizade.

À Luana Fidelis e Ana “da entomologia”, pela grande ajuda na identificação dos insetos dos conteúdos estomacais.

Aos meus irmãos Enzo e Keile, pelo incentivo, amor e carinho.

À minha cunhada Lígia e aos meus sobrinhos Bruno e Vitor, pela alegria, energia e por não me deixarem dormir mais um pouco aos domingos e feriados.

Aos meus irmãos científicos Fernando, André, Lucélia e Maeda, muito obrigado pelas alegrias, conversas e sugestões.

À Sociedade dos Otários, meus amigos, Marcelo Boy (líder), Renato Cardoso (vice) e Grace (estagiária), pelos diversos trabalhos que realizamos juntos durante o curso.

Aos colegas de turma, Ana Cristina, Alzira, Gilberto, Karen, Rafael e Vivien, pelos estudos, festas e as muitas alegrias. E um muito especial aos amigos Ana Maria, Aprígio, Rafaela, Leocy e Gelson, pela amizade que se formou nas alegres viagens realizadas. Vocês sempre estarão no meu coração!

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
Objetivo geral .....	6
Objetivos específicos .....	6
Hipóteses .....	6
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
Área de estudo .....	7
Material para análise .....	9
Determinação da composição da dieta .....	10
Análise das estratégias alimentares .....	11
Análises estatísticas .....	14
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
Composição das dietas .....	17
Estratégias alimentares .....	20
Similaridade das dietas .....	23
Sobreposição das dietas .....	23
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>39</b>



## LISTA DE FÍGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica da RDS Amanã e os igarapés onde estão situados os pontos de coletas ..... 8
- Figura 2.** Diagrama explanatório para a interpretação da estratégia alimentar, contribuição da amplitude do nicho e importância da presa. CFI: componente fenotípico intra-individual e CFE: componente fenotípico inter-individual. Modificado de Amundsen *et al.* (1996) ..... 13
- Figura 3.** Estratégia alimentar de *Carnegiella marthae*. (1) escamas de peixes, (2) fragmentos de vegetais e de insetos (os itens alimentares estão sobrepostos neste mesmo ponto), (3) Ephemeroptera (N), Diptera (L+A), Chironomidae (L) e Coleoptera (A). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos ..... 21
- Figura 4.** Estratégia alimentar de *Carnegiella strigata*. (1) Hymenoptera (A); (2) Coleoptera (A); (3) fragmentos de insetos; (4) fragmentos de vegetais; (5) Ephemeroptera (N); (6) Lepidoptera (L); (7) Chironomidae (L) e Gerridae (A+L). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos ..... 21
- Figura 5.** Estratégia alimentar de *Gnathocharax steindachneri*. (1) Chaoboridae (A); (2) Gerridae (N+A); (3) Hymenoptera (A); (4) fragmentos de insetos; (5) escamas de peixes; (6) Diptera (larva + adulto); (7) Coleoptera (A) e fragmentos de vegetais; (8) Collembola, Homoptera (L) e Lepidoptera (L). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos ..... 22

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Porcentagem e número de exemplares coletados nos igarapés selecionados. (ap): águas pretas e (ac): águas claras ..... 16
- Tabela 2.** Grau de repleção dos estômagos dos exemplares das espécies estudadas. (nº) número de estômagos ..... 17
- Tabela 3.** Frequência de ocorrência (F.O.), volume relativo (V.R.), índice alimentar (IAi) e a abundância específica da presa (AE), expressos em porcentagem, dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *C. marthae*, *C. strigata* e *G. steindachneri* (n = número de estômagos com alimentos, L = larva, N = ninfa, A = adulto) ..... 19

## LISTA DE ANEXO

<b>Anexo</b> .....	39
<b>Foto 1.</b> <i>Carnegiella marthae</i> .....	40
<b>Foto 2.</b> <i>Carnegiella strigata</i> .....	40
<b>Foto 3.</b> <i>Gnathocharax steindachneri</i> .....	40

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar as relações tróficas e a possível existência de uma relação de mimetismo agressivo envolvendo *Carnegiella strigata*, *C. marthae* e *Gnathocharax steindachneri*, em igarapés de terra firme. As coletas ocorreram em novembro de 2002, março e agosto de 2003 e foram realizadas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Amanã (RDSA). Foram capturados 943 peixes, sendo que *C. marthae* representou 79,4%, *C. strigata* 3,2% e *G. steindachneri* 17,4%. Cerca de 30 exemplares de cada espécie foram estudados quanto à dieta, a partir de análises de conteúdo estomacal. Para isto, foram verificados os graus de repleção dos estômagos, volume relativo e a frequência de ocorrência presentes nos estômagos. Posteriormente, foi calculado o Índice Alimentar para cada tipo de alimento e elaborados gráficos de estratégias alimentares. Análises de similaridade e de sobreposição das dietas das espécies também foram realizadas. Foram identificadas oito ordens do grupo dos insetos: Collembola, Homoptera, Lepidoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e também, escamas de peixes, fragmentos de insetos e fragmentos de vegetais. O alto consumo de insetos terrestres e aquáticos denota uma dependência das espécies com a floresta alagada. *Carnegiella marthae* ingeriu sete itens alimentares, enquanto que *C. strigata* nove e *G. steindachneri* 12. *Carnegiella strigata* e *G. steindachneri* consumiram até três itens alimentares diferentes por estômago, indicando uma estratégia alimentar individual mais generalista; por outro lado, os indivíduos de *C. marthae* apresentaram apenas um tipo de alimento por estômago, indicando uma estratégia alimentar individual mais especializado. Houve baixa sobreposição alimentar das espécies *Carnegiella strigata* e *C. marthae* em relação à *Gnathocharax steindachneri*. Entretanto, a sobreposição entre as espécies de *Carnegiella* foi relativamente alta (61%), o que poderia explicar a baixa frequência de ocorrência sintópica, sugerindo um possível caso de exclusão competitiva. Não houve indícios de ocorrência de mimetismo agressivo entre as espécies estudadas.

**Palavras-chave:** *Carnegiella*      *Gnathocharax*      dieta      mimetismo

## ABSTRACT

This study had as objective to analyze the trophic relationships and the possible existence of an aggressive mimicry relation involving *Carnegiella strigata*, *C. marthae* and *Gnathocharax steindachneri*, in firm land streams. The collects have happened in November, 2002; March and August, 2003 and they were performed in Amanã Sustainable Development Reserve (RDSA). Were captured 943 fish, and *C. marthae* represented 79,4%, *C. strigata* 3,2% and the *G. steindachneri* 17,4%. About 30 samples of each species were studied what concerns diet, from the stomach content analysis. For that, the degree of fullness, related volume and occurrence frequency of food were checked. Furthermore, it was calculated the feeding index to each type of food and food strategic graphs were elaborated. Similarities analysis and species diets overlap percentage were also performed 8 order taxa of the insects: Collembola, Homoptera, Lepidoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera and scales of fish, insect remains and vegetation remains. The high consumption of terrestrial and aquatic insects demonstrates a dependency of these species what concerns flooded forest. *Carnegiella marthae* included seven food items in the diet, while *C. strigata* nine and the *G. steindachneri* 12. *Carnegiella strigata* and *G. steindachneri* have consumed up to three different items per stomach, indicating a more expert individual food strategy. There was a low diet overlap of the species *Carnegiella strigata* and *C. marthae* in relation to *Gnathocharax steindachneri*. However, the diet overlap between two species of *Carnegiella* was relatively high (16%), what could explain the syntrophic occurrence, suggesting a possible competitive exclusion case. There weren't signs of aggressive mimicry occurrence among the studied species.

**Key word:** *Carnegiella*

*Gnathocharax*

diet

mimicry

## INTRODUÇÃO

O Brasil exporta anualmente cerca de 20 milhões de peixes ornamentais, grande partes das pescarias são oriundos das florestas alagáveis (igapós) da bacia do rio Negro (Chao, 2001), que fornecem 90% dos peixes ornamentais exportados anualmente por Manaus (Chao & Prada-Pedrerros, 1995). Esta atividade é a mais importante fonte de subsistência para ribeirinhos da região. Aproximadamente 190 espécies de peixes ornamentais podem ser capturadas e comercializadas legalmente no Brasil (Chao, 1993; 1996; 1998; Prang, 1996; 2001). Dentre as famílias comercializadas destacam-se, Anostomidae, Characidae, Gasteropelecidae, Lebiasinidae, Doradidae, Callichthyidae e Cichlidae (Chao, 1996; 1998).

Pertencente à família Gasteropelecidae *Carnegiella marthae* Myers, 1927 e *C. strigata* (Günther, 1864). A primeira é conhecida popularmente como peixe-borboleta branca e pode ser encontrada na Venezuela (bacia do alto Orinoco) e no Brasil (rio Negro), enquanto que a segunda é conhecida como peixe-borboleta rajada e ocorre na Colômbia (rio Caquetá), Guiana, Peru, Suriname e Brasil (bacias do baixo, médio e alto rio Amazonas) (Weitzman & Palmer, 2003).

As espécies do gênero *Carnegiella* são abundantes nas áreas alagadas em rios de águas pretas e claras da Amazônia, incluindo os igarapés de terra firme da Amazônia Central (Kemenes, 2000; Mendonça, 2002). Na região do médio rio Negro são intensamente exploradas para serem comercializadas como peixes ornamentais (Chao, 1998; 2001). Em coletas experimentais realizadas em igarapés do médio rio Negro (entre 1989 e 1992), as duas espécies acima

mencionadas tiveram uma representatividade de aproximadamente 4 % das capturas (Chao, 2001). São espécies de pequeno porte e que têm como característica morfológica principal à região ventral estreita e cintura peitoral expandida em forma de leque, consistindo de coracóides fundidos e expandidos (Weitzman, 1954). A nadadeira peitoral é alongada e posicionada para o alto e para o lado, modificação que permite pequenos saltos acima da lâmina d'água (Wiest, 1995; Weitzman & Palmer, 1996) (ver anexo).

*Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913, pertence a família Characidae (Lucena & Menezes, 2003), cuja distribuição é restrita ao extremo norte da América do Sul, incluindo o Brasil (bacias do rio Amazonas e rio Negro), Guiana e Venezuela (alto rio Orinoco) (Géry, 1977; Lucena & Menezes, 2003), ocorrendo principalmente em igarapés de terra firme (Kemenes, 2000). É uma espécie morfológicamente semelhante às espécies do gênero *Carnegiella*, com cintura peitoral expandida e nadadeiras peitorais longas, embora não tão modificadas como nos peixes-borboleta (Weitzman & Palmer, 1996) (ver anexo). Em coletas experimentais realizadas no período entre 1989 e 1992, na região do médio rio Negro, *G. steindachneri* representou menos que 1% das capturas (Chao, 2001). Tanto para essa espécie como para os peixes-borboleta, não há informações publicadas detalhando aspectos da sua ecologia, biologia alimentar e reprodutiva.

Exemplares de *G. steindachneri* são encontrados e capturados junto a cardumes de *Carnegiella* spp. e geralmente são comercializados erroneamente como peixe-borboleta, devido à similaridade morfológica. Os motivos que geram essa associação entre as espécies na natureza não são conhecidos, mas podem representar fatores como associações alimentares interespecíficas (Núñez & Weibezahn, 1986; Fogaça *et al.* 2003), compartilhamento parcial de habitats

(Weatherley, 1963) ou outras relações tróficas (Huh & Kitting, 1985; Xie *et al.* 2000).

A semelhança morfológica entre *Gnathocharax* e *Carnegiella*, aliada ao fato de serem usualmente observadas e coletadas juntas na natureza, indica que a associação dessas espécies não deve ser fortuita, mas que pode refletir ocupação de nichos tróficos semelhantes. A posição superior da boca das *Carnegiella* spp. e as nadadeiras peitorais poderosas provavelmente possibilitam a captura rápida e eficiente de alimentos que caem na superfície da água, oriundos da floresta ripária (Collares-Pereira *et al.* 1995; Sabino & Zuanon, 1998; Esteves & Aranha, 1999).

Apesar da semelhança morfológica superficial com as espécies de *Carnegiella*, *G. steindachneri* exibe características de um predador, como boca ampla e armada com dentes caniniformes e hipertrofiados. Neste caso, a semelhança morfológica com espécies de *Carnegiella*, peixe de boca relativamente pequena e de dieta supostamente não piscívora, pode representar um caso de mimetismo agressivo (Roberts, 1990; Sazima, 2002 (a) e (b); Munday *et al.* 2003).

Exemplos de mimetismo agressivo em que espécies de peixes predadores imitam uma espécie inofensiva para ter acesso fácil e prolongado às presas, são conhecidos entre peixes marinhos (e.g. Ormond, 1980; Sikkel, 1992). Para exemplos de água doce Roberts (1972) relatou apenas mimetismo numérico envolvendo caracídeos sul-americanos de aparência muito similar formando um único cardume. O autor argumentou que este agrupamento supostamente teria a função de proteção para o cardume.

A despeito da hipótese de ocorrência de mimetismo agressivo entre



essas espécies, a similaridade morfológica e o compartilhamento de habitat devem ter implicações ecológicas importantes para esses peixes. Espécies que têm hábitos alimentares similares e que convivem no mesmo espaço, geralmente, possuem táticas de forrageamento diferentes, o que sugere que diferenças comportamentais são de importância primária para sua co-existência. Entretanto, interações agressivas são comuns entre peixes de uma mesma guilda, e os indivíduos de cada espécie podem obter vantagens em termos de eficiência alimentar sobre os indivíduos de outras espécies da mesma guilda (Hori, 1991).

Uma interação interespecífica fundamental nas comunidades naturais é a competição. Segundo o princípio da exclusão competitiva, duas populações de espécies diferentes vivendo simpatricamente, não podem ocupar exatamente o mesmo nicho ecológico. Nessas condições, e na presença de um recurso limitante, poderá haver uma sobreposição de nichos e uma das populações será excluída ou deslocada ecologicamente (Zaret & Rand, 1971). Muitos dos estudos, sobre o conceito de nichos e a aplicação da teoria da exclusão competitiva, assumem que a limitação alimentar e a competição interespecífica são os maiores fatores que determinam a composição de espécies das comunidades bióticas (Prejs & Prejs, 1987).

Em comunidades de peixes, do ponto de vista ecológico e por meio do conhecimento das presas de que se alimenta uma espécie, podemos obter informações das relações tróficas que se estabelecem no ecossistema aquático, incluindo os mecanismos biológicos de interações intra e interespecíficas (Hérran, 1988). Entretanto, o conjunto de presas consumidas por um predador depende de vários fatores que incluem, por exemplo, disponibilidade de alimento, rapidez na digestão da presa e a interação entre os predadores (Crespin de Billy *et al.* 2000).

Considerando a abundância das espécies dos peixes-borboleta nos igarapés do rio Negro e a importância econômica no mercado de peixes ornamentais, bem como o pouco conhecimento acerca da ecologia alimentar dessas espécies, o presente estudo tem como objetivo analisar as dietas de *Carnegiella strigata*, *C. marthae* e *Gnathocharax steindachneri*, no sentido de conhecer aspectos da ecologia e analisar possíveis relações tróficas na natureza.

## **Objetivo geral**

Determinar as relações tróficas entre *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *Gnathocharax steindachneri*, em igarapés próximo ao Lago Amanã, Amazonas, Brasil.

## **Objetivos específicos**

- i. Determinar a composição das dietas de *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *Gnathocharax steindachneri*, em ambiente natural;
- ii. Estabelecer o grau de sobreposição alimentar entre *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *G. steindachneri*;
- iii. Verificar a existência de uma relação de mimetismo agressivo envolvendo *G. steindachneri* e os peixes borboleta *Carnegiella marthae* e *C. strigata*.

## **Hipóteses**

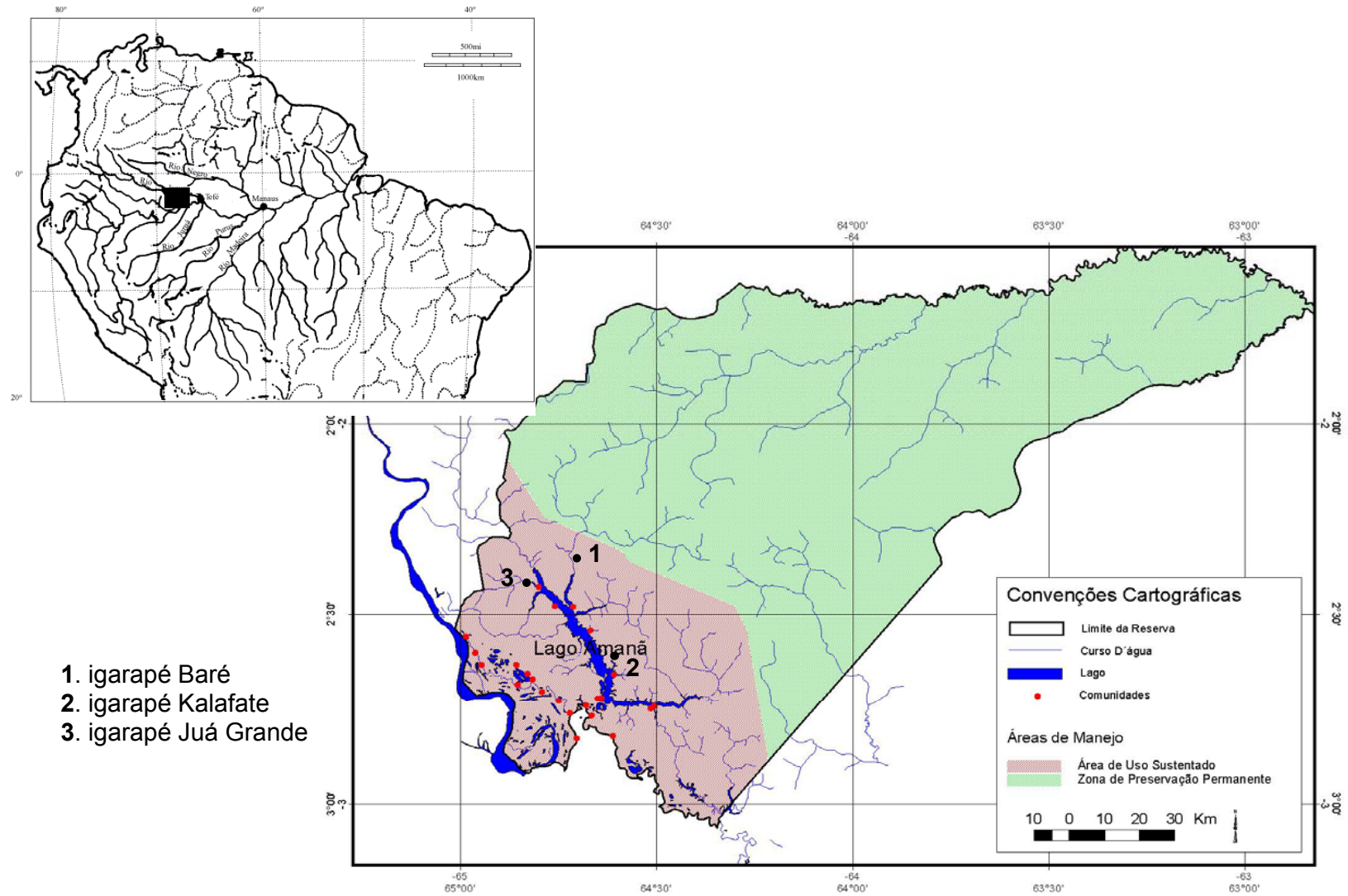
- 1)  $H_0$ : Não ocorrem sobreposições das dietas entre as espécies estudadas;
- 2)  $H_0$ : *Gnathocharax steindachneri* não é um mímico agressivo de *Carnegiella marthae* e/ou *C. strigata*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

As coletas foram realizadas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDSA). A reserva foi criada por decreto estadual em 1998, para cobrir 2.350.000 ha da região central do Estado do Amazonas (municípios de Barcelos, Coari, Codajás e Maraã) e está localizada entre as águas pretas do rio Negro e as águas brancas dos rios Japurá e Solimões. A diversidade biológica na área é determinada principalmente por essas diferentes influências hídricas (Bezerra, 1997).

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã foram selecionados três igarapés, sendo dois de águas pretas (Baré: 02° 17'S - 64° 40'W e Juá Grande: 02° 29'S - 64° 48' W); e um de água clara (Kalafate: 02° 37'S e 64° 34'W) (Fig. 1).



**Figura 1.** Localização geográfica da RDS Amanã e os igarapés onde estão situados os pontos de coletas.

## **Material para análise**

As coletas foram realizadas durante as atividades do projeto “Levantamento da Ictiofauna da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã”, patrocinado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Foram realizadas coletas nos períodos de 05 a 08/novembro de 2002 (seca) e entre 14 e 16 de março de 2003 (enchente) nos igarapés Baré e Juá Grande; entre 07 e 14 de agosto de 2003 (vazante) nos igarapés Baré e Kalafate.

Os exemplares foram obtidos a partir de pescarias experimentais padronizadas, utilizando como equipamentos de pesca o puçá ou rapiché (50 cm de comprimento por 40 cm de largura e malha de 0,6 cm) e pequenas redes de arrasto (20 m de comprimento, 3 m de altura e malha de 6 mm). As coletas foram feitas em ambientes de água livre, pouco profundos, em pequenos meandros dispostos ao longo do trajeto dos igarapés e junto à vegetação marginal alagada.

O material coletado foi imediatamente fixado em solução de formalina a 10% e acondicionado em sacos plásticos, junto com etiquetas de identificação das amostras. Após lavagem em água corrente, as amostras foram transferidas para frascos com álcool 70% e armazenadas na Coleção de Peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, para posterior incorporação ao acervo da instituição.

Para as análises de padrões de co-ocorrência e das relações tróficas entre as três espécies estudadas, foram considerados apenas lotes onde indivíduos de pelo menos duas das espécies-alvo do presente estudo estavam presentes, ou seja, capturados em um mesmo evento de coleta (mesmo equipamento de pesca, em um mesmo local, data e horário).

## **Determinação da composição da dieta**

Os exemplares selecionados para análise foram medidos (comprimento padrão, mm) abertos por meio de uma incisão na região ventral e tiveram os tratos digestórios retirados e armazenados em etanol 70%.

O número de estômagos a serem analisados foi definido inicialmente a partir da disponibilidade de exemplares para o estudo, devido este fator não foi possível realizar análises considerando os períodos sazonais do ano. Além disso, foram consideradas curvas de saturação, com base no número cumulativo de itens alimentares observados para cada espécie.

O grau de repleção estomacal de cada exemplar foi avaliado de acordo com a escala proposta por Yabe & Bennemann (1994): vazio; 25% = pouco cheio; 50% = freqüente; 75% = cheio e 100% = distendido.

Cada estômago foi dissecado e examinado sob microscópio estereoscópico, e os itens alimentares foram triados e identificados até o nível taxonômico mais preciso possível. Na identificação dos alimentos foram utilizados os trabalhos de Ward e Wipple (1959), McCafferty (1981) e Borror *et al.* (1981), Merritt & Cummins (1996) e a colaboração de especialistas do INPA.

Para cada tipo de alimento identificado nos estômagos, foi calculado o volume relativo, definido como a porcentagem em volume de cada item em relação ao total de alimentos no estômago. Posteriormente foi calculada a participação em volume de cada tipo de alimento, para o total de estômagos analisados de cada espécie. Além do volume relativo, foram calculadas as freqüências de ocorrência dos tipos de alimentos ingeridos pelas espécies, definida como o número de vezes que um determinado item alimentar ocorre nos

estômagos, em relação ao total de estômagos com alimento (expresso em porcentagem) (Hyslop, 1980).

Os resultados de ambos os métodos foram combinados no Índice Alimentar (IA<sub>i</sub>) segundo metodologia descrita por Kawakami & Vazzoler (1980), expresso em porcentagem. Este índice avalia o grau de importância que cada item alimentar apresenta na dieta dos peixes, segundo a expressão:

$$IA_i = \frac{F_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot V_i)} \cdot 100$$

Em que:

$F_i$  = frequência de ocorrência (%) do item  $i$  na dieta;

$V_i$  = volume (%) do item  $i$  na dieta.

### **Análise das estratégias alimentares**

Com os dados de frequência de ocorrência e volume relativo dos alimentos consumidos, foram elaborados gráficos de estratégias alimentares para cada espécie, segundo o método proposto por Costello (1990) e modificado por Amundsen *et al.* (1996). Esta análise consiste na estimativa de um parâmetro, a abundância específica da presa (AE), definida como a porcentagem que um determinado tipo de presa representa em relação ao total de presas consumidas calculada com base apenas naqueles peixes no qual aquela presa específica ocorre. Em termos matemáticos:



$$AE_i = ( S_i / S_{ti} ) \times 100$$

Em que:

$AE_i$  = é a abundância específica da presa;

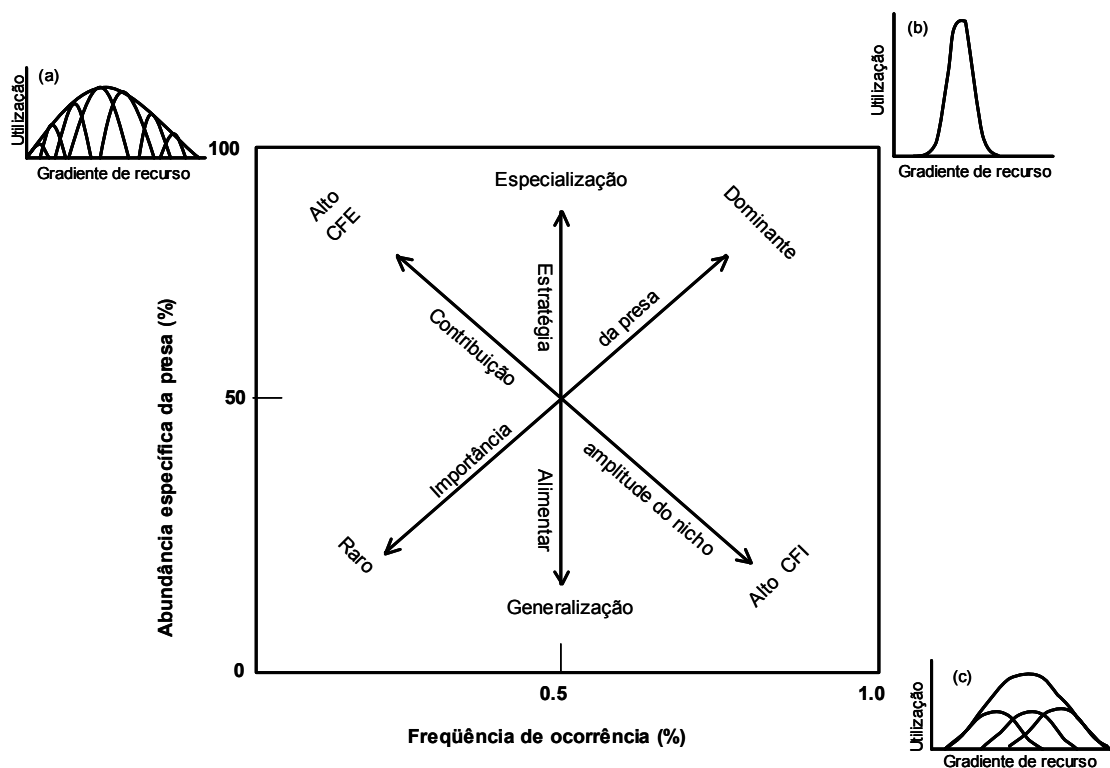
$S_i$  = volume representado pela presa  $i$  no conteúdo estomacal;

$S_{ti}$  = volume total do alimento naqueles predadores com presa  $i$  em seus estômagos.

Na representação gráfica, a abundância específica da presa ( $AE$ ) foi representada em relação à frequência de ocorrência, em gráficos bidimensionais (Figura 2). De acordo com o método proposto, não utilizamos conteúdos estomacais de indivíduos com volume muito pequeno de alimentos, pois isto poderia levar a uma superestimativa de certos tipos de presas, que são mais lentamente digeridas.

Informações sobre a importância relativa das presas e sobre a estratégia alimentar de cada espécie analisada foram obtidas por meio da observação da distribuição dos pontos relativos a cada tipo de alimento (pontos-presa) ao longo da diagonal e dos eixos do diagrama (Fig. 2). O percentual de abundância, aumentando ao longo da diagonal “importância da presa”, fornece uma medida da dominância de cada presa na dieta da espécie (raro a dominante). O eixo vertical representa a estratégia alimentar de predadores em termos de especialização ou generalização (Fig. 2). Presas com alta abundância específica e baixa ocorrência são consumidas intensamente por poucos indivíduos (indicando especialização individual), ao passo que presas com baixa abundância e uma alta ocorrência são consumidas apenas ocasionalmente, mas pela maioria dos indivíduos

(oportunistas). Essas diferenças nas estratégias alimentares estão relacionadas às contribuições fenotípicas inter e intra-individuais para a amplitude do nicho. Em uma população com um alto componente fenotípico inter-individual (CFE), ocorrem diferentes indivíduos especializados nos diferentes tipos de recursos (Fig. 2a), ao passo que nas populações com um alto componente fenotípico intra-individual (CFI), a maioria dos indivíduos utiliza muitos tipos de recursos simultaneamente (Figura 2c). No diagrama de estratégia alimentar, essas duas situações são representadas pelo eixo diagonal “contribuição da amplitude do nicho” (Fig.2).



**Figura 2.** Diagrama explicativo para a interpretação da estratégia alimentar, contribuição da amplitude do nicho e importância da presa. CFI: componente fenotípico intra-individual e CFE: componente fenotípico inter-individual. Modificado de Amundsen *et al.* (1996).

## Análises estatísticas

### 1) Índice Simplificado de Morisita (Krebs, 1998)

A similaridade entre as dietas de *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *Gnathocharax steindachneri* foi calculada com uso do índice simplificado de Morisita, aplicado aos valores calculados do índice alimentar para cada tipo de alimento. Este índice foi aplicado às combinações de pares de espécies (*C. marthae* e *C. strigata*; *C. marthae* e *G. steindachneri*; *C. strigata* e *G. steindachneri*).

O índice simplificado de Morisita foi utilizado para avaliar o grau de similaridade de dietas entre as espécies, pois utiliza para cálculo a frequência de ocorrência dos itens consumidos por cada espécie. Esta medida é uma escala de 0 (zero), que indica que não ocorre uso de recursos em comum (ausência de sobreposição de dietas) a 1 (um), indicando sobreposição completa de dietas. É dado pela fórmula:

$$C_H = \frac{2 \sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sum_i^n p_{ij}^2 + \sum_i^n p_{ik}^2}$$

Em que:

$C_H$  = Índice de Morisita de sobreposição entre a espécie  $j$  e espécie  $k$ ;

$p_{ij}$  = proporção do alimento  $i$  no total de alimentos usado pela espécie  $j$ ;

$p_{ik}$  = proporção do alimento  $i$  no total de alimentos usado pela espécie  $k$ ;

$n$  = número total dos alimentos ( $i$ : 1,2,3,4,...,n)

## 2) Porcentagem de sobreposição (Krebs, 1998)

A porcentagem de sobreposição entre as dietas de *C. marthae*, *C. strigata* e *G. steindachneri*, foi calculada com uso deste índice, também chamado de índice de sobreposição de Schöener (1970), aplicado aos valores dos índices alimentares para cada tipo de alimento. Este índice foi aplicado às combinações de pares de espécies (*C. marthae* e *C. strigata*; *C. marthae* e *G. steindachneri*; *C. strigata* e *G. steindachneri*).

Este índice utiliza como base para os cálculos a menor frequência de ocorrência dos itens alimentares consumidos por cada espécie. Foi utilizada para determinar a porcentagem de sobreposição entre as dietas das espécies estudadas. Esta medida é uma escala que vai de zero por cento (indicando que ocorre ausência de sobreposição de dietas) a 100%, indicando sobreposição completa de dietas.

$$PS_{jk} = \left[ \sum_{i=1}^n \text{mínimo } p_{ij}, p_{ik} \right] 100$$

Em que:

$PS_{jk}$  = Porcentagem de sobreposição entre a espécie  $j$  e a espécie  $k$ ;

$p_{ij}$  = Proporção do alimento  $i$  no total dos alimentos usado pela espécie  $j$ ;

$p_{ik}$  = Proporção do alimento  $i$  no total de alimentos usado pela espécie  $k$ ;

$n$  = número de tipos de alimentos.

## RESULTADOS

Durante a realização das coletas foram capturados 943 exemplares das três espécies. A espécie capturada em maior proporção foi *Carnegiella marthae* que representou 79,4% (749 exemplares) do total e sendo coletada somente em ambientes de água preta. *Carnegiella strigata* representou 3,2% (30 exemplares) e *Gnathocharax steindachneri* representou 17,4% (164 exemplares), sendo que ambas foram coletadas em ambientes de águas pretas e claras.

No igarapé Baré (águas pretas) ocorreram as três espécies. No igarapé Juá Grande (águas pretas) ocorreram apenas duas espécies: *C. marthae* e *G. steindachneri*. No igarapé Kalafate (águas claras) ocorreram também apenas duas espécies: *C. strigata* e *G. steindachneri*. As Proporções das espécies coletadas estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Porcentagem e número de exemplares coletados nos igarapés selecionados. (ap): águas pretas e (ac): águas claras.

espécies	Ig. Baré (ap)		Ig. Juá Grande (ap)		Ig. Kalafate (ac)	
	nº	%	nº	%	nº	%
<i>C. marthae</i>	737	81	12	92	-	-
<i>C. strigata</i>	21	2	-	-	9	53
<i>G. steindachneri</i>	155	17	1	8	8	47
Total	913	100	13	100	17	100

Os registros de co-ocorrência entre *G. steindachneri* e *C. marthae*, e entre *C. marthae* e *C. strigata*, foram restritos a ambientes de águas pretas (igarapé Baré). Para as situações envolvendo *C. strigata* e *G. steindachneri*, estas ficaram restritas aos ambientes de águas claras (igarapé Kalafate).

No igarapé Baré foi observada co-ocorrência de *C. marthae* e *C. strigata*, onde 81 exemplares foram capturados no mesmo evento de coleta, na proporção de três exemplares de *C. marthae* para um *C. strigata*. Neste mesmo igarapé, *C.*

*marthae* e *G. steindachneri* ocorreram na proporção de aproximadamente cinco *C. marthae* para cada *G. steindachneri* (788 exemplares capturados).

No igarapé Kalafate, a proporção de *C. strigata* e *G. steindachneri* foi de aproximadamente 1:1. Não foram observadas situações de co-ocorrência estreita (ou seja, em um mesmo evento de coleta) entre as espécies no igarapé Juá Grande.

### Composição das dietas

Foram examinados 94 estômagos das três espécies de peixes, sendo 32 de *C. marthae*, 30 de *C. strigata* e 30 de *G. steindachneri*.

Em relação à ocorrência de estômagos vazios, *C. marthae* apresentou 68% (22 estômagos) dos 32 estômagos analisados, *C. strigata* 41% (13 estômagos) dos 30 estômagos analisados e *G. steindachneri* 3% (um estômago) dos 30 estômagos analisados. Quando ao grau de repleção, apenas *C. strigata* apresentou um exemplar com estômagos com cheio e outro distendido (Tab. 2).

**Tabela 2.** Grau de repleção dos estômagos dos exemplares das espécies estudadas. (nº) número de estômagos.

	<i>C. marthae</i>		<i>C. strigata</i>		<i>G. steindachneri</i>	
	nº	%	nº	%	nº	%
25%	11	34	13	43	20	66
50%	-	-	3	10	9	30
75%	-	-	1	3	-	-
100%	-	-	1	3	-	-

Na dieta das três espécies analisadas foram identificados 13 itens alimentares, principalmente insetos como Collembola, Homoptera (ninfas), Lepidoptera (larva), Ephemeroptera (ninfas), Hemiptera (Gerridae), Diptera (larva + adulto), Coleoptera (adulto). Quanto aos fragmentos de insetos e de vegetais

foram registrados nos conteúdos estomacais, mas não foi possível uma identificação mais precisa devido ao seu avançado estado de digestão. Os itens alimentares foram agrupados nas categorias de ordens ou família, sendo que estes estão apresentadas na Tab. 3.

Foram encontrados sete itens alimentares nos estômagos de *C. marthae* (Tab. 3). Os itens alimentares encontrados com uma mesma frequência de ocorrência foram Ephemeroptera (ninfas), Diptera (adulto + larva), Chironomidae (larva), Coleoptera (adulto), escamas de peixe, porém o Índice Alimentar (IAi) foi mais elevado para Fragmentos de insetos com 25%, seguido de Diptera (adultos + larvas) e Coleoptera (adulto) e fragmentos de vegetais com 17% de participação.

Nos estômagos de *C. strigata* foram identificados oito itens alimentares (Tab. 3). Fragmentos de vegetais foi o item alimentar com maior frequência de ocorrência 31%, seguido por Coleoptera 27% e Hymenoptera (adulto) 16%, e este último constituído de diversas espécies de formigas. Porém, os itens alimentares de maior importância foram Coleoptera (IAi = 46%) e Hymenoptera (adulto) 25%. Embora fragmentos de vegetais tenham ocorrido com uma maior frequência de ocorrência, sua importância alimentar foi muito baixa (Tab. 1).

Os exemplares de *G. steindachneri* consumiram 11 tipos de itens alimentares (Tab. 3). Os itens alimentares com maior frequência de ocorrência foram Gerridae (ninfas + adultos) representando 28% e com importância alimentar de 49%, seguido por Chaoboridae com frequência de ocorrência de 20% e importância alimentar de 32%.

**Tabela 3.** Frequência de ocorrência (F.O.), volume relativo (V.R.), índice alimentar (IAi) e a abundância específica da presa (AE), expressos em porcentagem, dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *C. marthae*, *C. strigata* e *G. steindachneri* (n = número de estômagos com alimento, L = larva, N = ninfa, A = adulto).

Itens Alimentares	<i>C. marthae</i> (n = 10)				<i>C. strigata</i> (n = 19)				<i>G. steindachneri</i> (n = 29)			
	F.O%	V.R%	IAi%	AE%	F.O%	V.R%	IAi%	AE%	F.O%	V.R%	IAi%	AE%
Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1
Homoptera (N)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1
Lepidoptera (L)	-	-	-	-	4	2	0,6	6	2	2	1	1
Ephemeroptera (N)	11	10	8	10	4	14	9	6	-	-	-	-
Hemiptera												
Gerridae (N+A)	-	-	-	-	4	4	1	3	28	26	49,4	30
Hymenoptera (A)					16	21	25	29	9	8	5	4
Diptera (L+A)	11	10	17	10	-	-	-	-	8	11	3	4
Chironomidae (L)	11	10	8	10	4	4	1	3	-	-	-	-
Chaoboridae (L)	-	-	-	-	-	-	-	-	20	24	32	43
Coleoptera (A)	11	10	17	10	27	22	46	26	4	5	1	2
escamas de peixes	11	10	8	20	-	-	-	-	9	3	2	5
fragmentos de insetos	22	30	25	20	4	30	9	23	11	13	4	5
fragmentos de vegetais	22	20	17	20	31	4	8	3	4	4	3	2

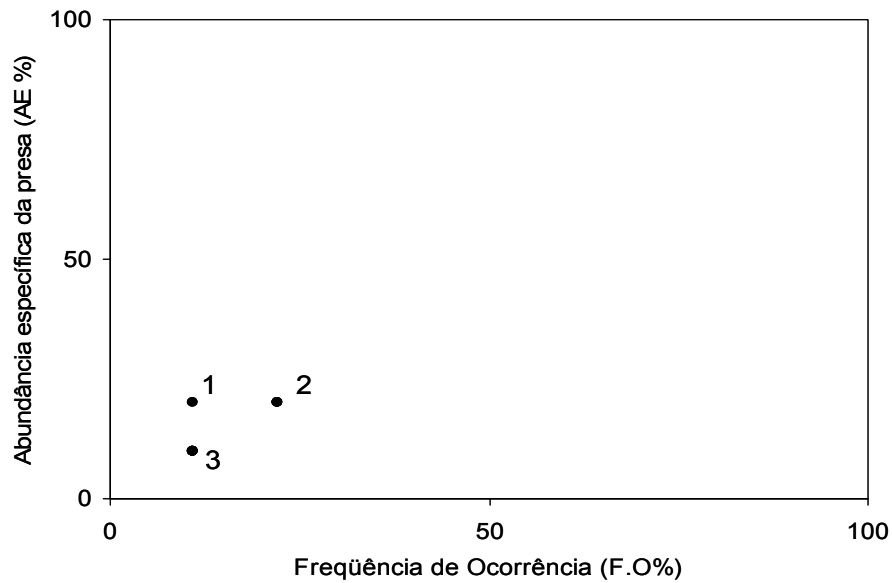


## Estratégias Alimentares

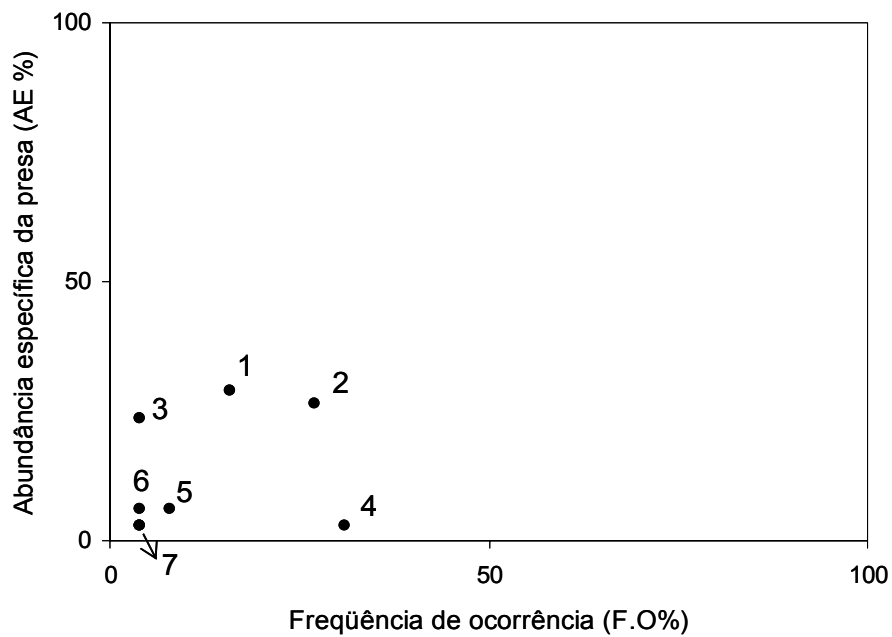
As estratégias alimentares das espécies são apresentadas nas Figuras 3, 4 e 5. Os itens alimentares ingeridos por cada espécie estão indicados com números e descritos na legenda de cada figura. Dos 13 itens alimentares identificados nas dietas das três espécies, alguns são apresentados individualmente, enquanto outros se encontram agrupados em categorias de presas.

Nos estômagos de *C. marthae* foram encontrados itens alimentares em pouca quantidade (baixos valores de abundância específica), além de uma elevada taxa de estômagos vazios. De acordo com a frequência e abundância dos itens alimentares ingeridos, a população de *C. marthae* apresentou uma estratégia alimentar do tipo generalista, com os pontos-presas (itens alimentares) distribuídos no canto esquerdo-inferior do gráfico (Fig. 3). A população de *C. strigata* apresentou uma estratégia alimentar generalista, semelhante à de *C. marthae*, com baixos valores de frequência de ocorrência e de abundância específica das presas, porém com uma importância maior de Hymenoptera, Coleoptera e fragmentos de insetos (Fig. 4). *Gnathocharax steindachneri* exibiu também uma estratégia alimentar generalista, com a maioria dos pontos-presas localizados no canto esquerdo inferior do gráfico (Fig. 5). Entretanto, observa-se uma importância maior de dois dos seus itens alimentares, Chaoboridae (L) e Gerridae (L + A).

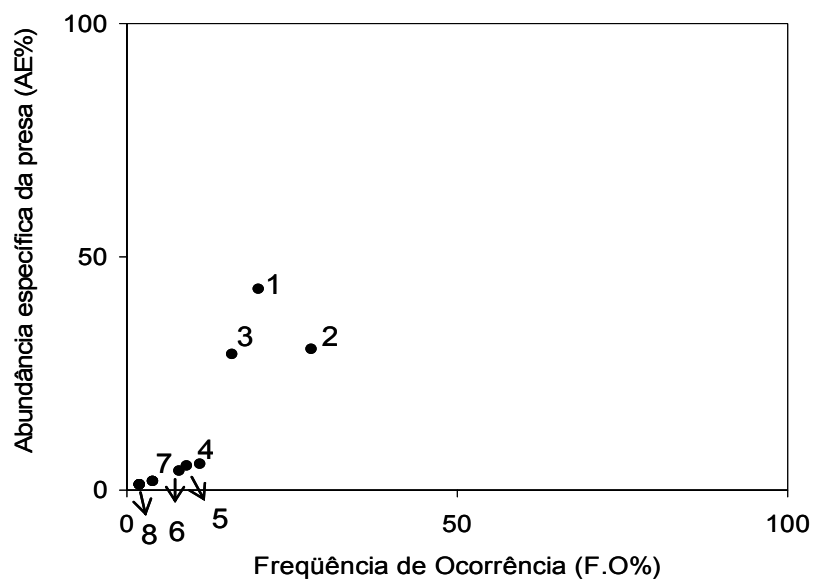
Nos exemplares analisados de *C. strigata* e *G. steindachneri*, foram encontrados três ou mais itens alimentares por estômago. Entretanto, em *C. marthae* foi encontrado apenas um item alimentar por estômago.



**Figura 3.** Estratégia alimentar de *Carnegiella marthae*. (1) escamas de peixes, (2) fragmentos de vegetais e de insetos (os itens alimentares estão sobrepostos), (3) Ephemenoptera (N), Diptera (L+A), Chironomidae (L) e Coleoptera (A). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos.



**Figura 4.** Estratégia alimentar de *Carnegiella strigata*. (1) Hymenoptera (A); (2) Coleoptera (A); (3) fragmentos de insetos; (4) fragmentos de vegetais; (5) Ephemenoptera (N); (6) Lepidoptera (L); (7) Chironomidae (L) e Gerridae (A+L). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos.



**Figura 5.** Estratégia alimentar de *Gnathocharax steindachneri*. (1) Chaoboridae (A); (2) Gerridae (N+A); (3) Hymenoptera (A); (4) fragmentos de insetos; (5) escamas de peixes; (6) Diptera (larva + adulto); (7) Coleoptera (A) e fragmentos de vegetais; (8) Collembola, Homoptera (L) e Lepidoptera (L). Os pontos-presas com mais de um item indica que estes estão sobrepostos.

### **Similaridade das dietas**

Os valores de similaridade das dietas foram calculados para cada par de espécies. *Carnegiella strigata* e *G. steindachneri*; *Carnegiella marthae* e *G. steindachneri* apresentaram dietas diferentes, entre esses pares  $C_H = 0,34$ , indicando baixa similaridade alimentar. As espécies *C. strigata* e *C. marthae* exibiram um índice de similaridade bem mais elevado  $C_H = 0,61$ .

### **Sobreposição das dietas**

As análises de sobreposição das dietas realizadas para cada par de espécies resultaram em valores relativamente baixos. *C. strigata* e *G. steindachneri* apresentaram 28,8% de sobreposição. *Carnegiella marthae* e *G. steindachneri* exibiram 36,8%. O par de espécies composto por *C. strigata* e *C. marthae* apresentou 48,3% de sobreposição alimentar.

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que *Carnegiella marthae*, *C. strigata* e *Gnathocharax steindachneri* alimentam-se basicamente de insetos terrestres, aquáticos. Os insetos terrestres são os que caem da floresta na superfície da água (Silva, 1993; Sabino & Zuanon, 1998), mas que também podem ser encontrados em folhas ou em galhos parcialmente submersos (Vilella *et al.* 2002), como Collembola, Formicidae, Coleoptera e Diptera.

Em trabalhos realizados em igarapés próximos à cidade de Manaus foram encontrados exemplares de *C. strigata* alimentando-se exclusivamente de itens alóctones, com uma dieta basicamente constituída por Hymenoptera (Silva, 1993). Silva *et al.* (1998) e Lowe-McConnell (1999) destacam a importância dos insetos como fonte de alimento para as comunidades de peixes, principalmente em igarapés da Amazônia.

As adaptações morfológicas das espécies em estudo, como boca voltada para cima e nadadeiras fortes e alongadas, proporcionam um impulso rápido (Wiest, 1995) o que permite uma captura eficiente dos insetos e outros itens alimentares que caem na superfície dos igarapés. Essa estratégia, baseada no acesso rápido a itens alimentares disponibilizados na superfície da água, provavelmente implica em uma baixa seleção de presas e resulta em uma dieta alimentar generalista e oportunista.

Os itens alimentares encontrados com maior frequência na dieta de *C. marthae* foram fragmentos vegetais e fragmentos de insetos. Entretanto, sem a observação direta do comportamento da espécie na natureza, não é possível verificar se estes foram “catados” na coluna d’água, ou se são apenas restos de processamento e digestão de itens maiores. Este fato também foi observado na

análise dos conteúdos estomacais de *C. strigata* e *G. steindachneri*, embora nesta última espécie a importância de fragmentos de insetos tenha sido bem menor.

Apesar disso, as diferenças observadas na estrutura da boca e dentição das espécies estudadas indicam a possibilidade de origens diferentes para os fragmentos de insetos encontrados nos conteúdos estomacais. *Carnegiella marthae* e *C. strigata* consumiram principalmente presas pequenas, como formigas e larvas de dípteros, e é possível que pequenos fragmentos de insetos à deriva no igarapé sejam consumidos regularmente por essas duas espécies. Por outro lado, os dentes cuspidados são eficientes para a mastigação e processamento das presas (Langler *et al.* 1977; Jobling, 1995), o que pode gerar ao menos parte dos fragmentos de insetos observados nos estômagos. Em oposição, a boca ampla e os dentes cônicos de *G. steindachneri*, representam características típicas de predador que consome presas proporcionalmente grandes, que são engolidas após pouco processamento na cavidade oral (Gerking, 1994). Essas características explicariam a pequena participação de fragmentos de insetos na composição da sua dieta.

Nos estômagos de *C. marthae* foi encontrado apenas um tipo de item alimentar por estômago, o que poderia indicar uma estratégia alimentar individual mais especializada. Quando uma população possui diferentes indivíduos especializados em diferentes recursos alimentares, pode-se inferir que a população possua um alto componente fenotípico inter-individual (CFE) (Amundsen *et al.*, 1996, Bolnick *et al.*, 2003). A ocorrência freqüente de apenas um tipo de presa em cada conteúdo estomacal poderia indicar a existência de certa especialização individual. Entretanto, é mais provável que este fato reflita apenas a diversidade de

presas potenciais disponíveis no ambiente estudado, além do número muito baixo de conteúdos estomacais analisados.

Os exemplares analisados de *C. marthae* e *G. steindachneri* apresentaram até três tipos de itens alimentares diferentes por estômago, indicando uma estratégia alimentar individual mais oportunista. Este fato caracteriza uma população com alto componente fenotípico intra-individual (CFI), isto é, a maioria dos indivíduos utiliza muitos tipos de recursos simultaneamente (Amundsen *et al.* 1996; Bolnick *et al.* 2003).

Algumas escamas de peixes foram encontradas nos estômagos de *C. strigata* e *G. steindachneri*, que poderiam ter quatro tipos de origem (descartando a possibilidade de contaminação das amostras no momento da retirada do trato digestório para análise): 1) as escamas poderiam ser arrancadas intencionalmente de peixes de outras espécies, caracterizando um comportamento lepidófago (Sazima, 1983); 2) as escamas poderiam ter sido arrancadas de co-específicos, durante encontros agonísticos; 3) as escamas poderiam ter sido “catadas” no ambiente, a partir de diversas origens; e 4) as escamas encontradas seriam os restos da digestão de pequenos peixes consumidos por *C. marthae* e *C. strigata*. Podemos supor que a hipótese mais provável é de que essas escamas poderiam ter sido “catadas” do ambiente, pois foram ingeridas em baixa quantidade e possuem uma importância alimentar muito baixa na dieta das espécies. Além disso, essas espécies não possuem adaptações morfológicas evidentes para a lepidofagia, e não se conhecem registros publicados de comportamento agonístico agressivo para elas. Finalmente, este item não deve ter sido proveniente de digestão de peixes inteiros, pois os exemplares analisados não apresentaram restos de peixes em seus estômagos (e.g. ossos, musculatura).

A estratégia alimentar de uma espécie está definida segundo a amplitude trófica de cada indivíduo e da população (Marshall & Elliott, 1997). A amplitude do nicho trófico quantifica o grau de especialização apresentado pela espécie em relação à disponibilidade dos recursos. Se a espécie usa os recursos segundo sua disponibilidade, certamente apresentará uma larga amplitude do nicho (Colwell & Futuyma, 1971; Feinsinger *et al.* 1981). Entretanto, a especialização individual sugere que a maior amplitude dos nichos pode afetar a estabilidade das populações, envolvendo competição, adaptação morfológica e a capacidade da população de diversificar e se especializar rapidamente (Bolnick *et al.* 2003).

O uso dos recursos alimentares pelos indivíduos se dá a partir da disponibilidade alimentar, diversidade de dietas e pela exploração diferente dos recursos pelos indivíduos, independente do tamanho ou do sexo (Correia, 2002). No presente estudo, a similaridade das dietas não implica em sobreposição total de nichos tróficos, o que pode ser devido à grande diversidade de insetos disponíveis no meio. Técnicas especializadas de captura do alimento, por exemplo, podem produzir segregação de nichos e permitir a co-existência das espécies (Hori, 1991). Por outro lado, Motta (1989) afirma que o formato dos dentes, junto com detalhes da anatomia do crânio, pode determinar uma especialização alimentar baseada na eficiência de exploração de certos tipos de alimento. Esse autor, estudando peixes-borboleta (Chaetodontidae, Perciformes) verificou que mudanças morfológicas relativamente simples em alguns pontos da estrutura da cabeça, resultaram em uma diversidade de tipos de estratégias alimentares entre as espécies.

Segundo Deus (2003), espécies de peixes detritívoros da Mata Atlântica apresentaram uma segregação por tipo de alimento, o que possivelmente contribuiu



para co-existirem em um determinado espaço sem necessariamente ocorrer competição, provavelmente com base em uma partilha de recursos.

Os valores do índice de similaridade e de sobreposição das dietas entre *C. strigata* e *G. steindachneri*; e entre *C. marthae* e *G. steindachneri*, indicaram que não ocorreu sobreposição significativa entre essas espécies e que este fator pode ser devido à alta diversidade de presas em potenciais disponíveis no ambiente amazônico, principalmente para espécies de peixes com estratégia alimentar oportunista.

Porém, foi encontrado um valor de sobreposição significativo entre *C. marthae* e *C. strigata*, e também, um alto valor para a similaridade entre as dietas, indicando que estas espécies poderiam estar competindo por alimento. Wallace Jr. (1981) considera que a similaridade alimentar é biologicamente significativa quando os valores forem superiores a 60%.

A análise da dieta de *G. steindachneri* não revelou a presença de peixes inteiros, nem vestígios de outras formas de piscivoria, o que indica que a aparente associação de indivíduos desta espécie com cardumes e *Carnegiella* spp. não deve representar um caso de mimetismo agressivo da forma hipotetizada inicialmente. Por outro lado, Gerridae e Chaoboridae tiveram uma importância alimentar significativa na dieta de *G. steindachneri*, mas não para as outras duas espécies analisadas. O elevado consumo de insetos da família Gerridae, que vivem junto à superfície nos igarapés, levanta a possibilidade de ocorrência de uma forma diferente de mimetismo agressivo. Os gerrídeos são caçadores a espreita que se alimentam de carniça e principalmente de insetos terrestres que caem na superfície dos igarapés (Andersen, 1979) e podem representar competidores potenciais por alimento em relação aos peixes-borboleta do gênero *Carnegiella*. Presas que caem

na superfície da água, ou que são arrastadas à deriva, seriam disputadas pelos gerrídeos e pelos peixes-borboleta, numa situação onde as adaptações morfológicas desses peixes seriam importantes (nadadeiras poderosas, boca voltada para cima). É possível que os indivíduos de *G. steindachneri* se aproveitem das situações de disputa por alimento entre os Gerrídeos e os peixes-borboleta junto à superfície para predar esses insetos. Neste sentido, a semelhança superficial de forma e hábitos entre *G. steindachneri* e *Carnegiella* spp. seria suficiente para assegurar a efetividade do mimetismo agressivo envolvendo estas espécies. Testes em aquários serão especialmente úteis para verificar essa hipótese.

A aparente associação observada entre essas espécies na natureza poderia também representar um caso de mimetismo numérico, pois se supõe haver um menor risco individual de morte por predação para peixes que se agregam em cardumes. Segundo Keenleyside (1979) e Milinski (1993), peixes são mais fáceis de serem detectados por um predador se estiverem dispersos. Machado (2003), trabalhando com peixes do Pantanal, relatou a ocorrência de mimetismo numérico e descreveu que o mímico em um cardume multiespecífico integra-se com o maior número de indivíduos de outras espécies, reduzindo desta forma o risco de predação sobre si. No presente estudo, a ocorrência de mimetismo numérico seria mais provável entre *G. steindachneri* e *C. marthae*, que ocorreram na proporção de 1:5, enquanto que a proporção em relação a *C. strigata* foi de aproximadamente 1:1.

## CONCLUSÕES

- \* As espécies *Carnegiella strigata*, *C. marthae* e *Gnathocharax steindachneri* apresentaram hábitos alimentares fortemente insetívoros, evidenciando uma dependência em relação aos recursos provenientes da floresta alagada.
- \* As três espécies possuem uma estratégia alimentar generalista, isto é, possuem uma larga amplitude do nicho trófico.
- \* Com relação à estratégia alimentar individual, apenas os indivíduos de *C. marthae* apresentaram uma tendência à especialização, enquanto que os indivíduos de *C. strigata* e *G. steindachneri* demonstraram estratégias alimentares individuais generalistas, baseadas no consumo oportunista de itens alimentares disponíveis no ambiente.
- \* Houve uma baixa sobreposição alimentar das espécies *Carnegiella strigata* e *C. marthae* em relação à *Gnathocharax steindachneri*. Entretanto, a sobreposição entre as espécies de *Carnegiella* foi relativamente alta (48,3%), o que poderia explicar a baixa frequência de ocorrência sintópica entre essas espécies (possível caso de exclusão competitiva).
- \* Não houve indícios de ocorrência de mimetismo agressivo entre tais espécies estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amundsen, P. A.; Gabler, H. M.; Staldvik, F. J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 18: 607-614.
- Andersen, N. M., 1979. Phylogenetic inference as applied to the study of evolutionary diversification of semiaquatic bugs (Hemiptera: Gerromorpha). *Syst. Zool.*, 28: 554 – 578.
- Bolnick, D. I.; Svanbäck, R.; Fordyce, J. A.; Yang, I. H.; Davis, J.M.;Hulsey, C. D. and Forister, M. L. 2003. The ecology of individuals: Incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 1(161): 1-28.
- Bezerra, N. P. 1997. Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. World Wide Web publicação eletrônica. <http://www.mamiraua.org.br>.
- Borror, D. J.; DeLong, D. M.; Triplehorn C. A. 1981. *Introdução ao estudo dos insetos*. 15ª edição. Library of Congress Catalog Card. 928p.
- Chao, N. L. 1993. Conservation of Rio Negro Ornamental fishes. *Tropical Fish Hobbyist*, 41 (5): 99-114.
- Chao, N. L. 1996. Ornamental fish resources of Amazonian and aquatic conservation: part 3 - List of species that can be captured, commercialized and exported legally from Brazil. *OFI Journal Issue*, 14: 12-13.
- Chao, N. L. 1998. A draft list of brazilian freshwater fishes for the hobby: a proposal to IBAMA. *OFI Journal Issue*, 23: 6-14.
- Chao, N. L. 2001. The fishery, diversity, and conservation of ornamental fishes in the Rio Negro Basin, Brazil – A review of Project Piaba (1989 – 1999). 161 – 204p. In: *Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the*

*Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil* – Project Piaba. Editora UFAM. Manaus – AM.

Chao, N. L.; Prada-Predreros, S. 1995. Diversity and conservation of ornamental fishes and fishery of Rio Negro, Amazonas, Brazil. p. 241 – 260. In: C. W. Voigtlander (ed.) Theme 3. *Protection of Aquatic Biodiversity*. Proceeding of the World Fisheries Congress, May 3-8, 1992, Athens, Greece. Oxford & IBH Publ. New Delhi.

Collares-Pereira, M. J.; Magalhães, M. F.; Geraldes, A. M. & Coelho, M. M. 1995. Riparian ecotones and spacial variation of fish assemblages in Portuguese lowland streams. *Hydrobiologia*, 303: 93 – 101.

Colwell, R. K & Futuyma, D.J. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52: 567-576

Correia, A. M. 2002. Niche breadth and trophic diversity: feeding behaviour of the red swap crayfish (*Procambarus clarkii*) towards environmental availability of aquatic macroinvertebrates in a rice field (Portugal). *Acta Oecologica*, 23: 421-429.

Costello, M. J. 1990. Predator feeding and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36: 261-263.

Crespin de Billy, V.; Doledec, S.; Chessel, D. 2000. Biplot presentation of diet composition data: an alternative for fish stomach contents analysis. *Journal of Fish Biology*, 56 : 961 – 973.

Deus, C. P. & Petrere-Junior, M. 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63 (4)579 – 588.

- Esteves, K. E. & Aranha, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. 157-182 pp. *In*: Caramashi, E. P. *et al.* (eds.) *Ecologia de peixes de riachos*. Ecologia Brasiliensis, Vol. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 260p.
- Fogaça, F. N. O.; Aranha, J. M. R.; Esper, M. L. P. 2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): Ocupação espacial e hábito alimentar. *Interciência*, 3 (28): 168 – 173.
- Feinsinger, P.; Spears, E. E.; Poole, R. W. 1981. A simple measure of niche metrics. *Ecology*, 62: 27-32.
- Gerking, S. D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, INC. San Diego, California – USA. 416p.
- Géry, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications, U.S.A . 672 p.
- Herrán, R. A. 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces: Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. *Informe tecnico Instituto Español de Oceanografía*. nº 63. 73p.
- Hori, M. 1991. Feeding relationships among cichlid fishes in lake Tanganyika; effects of intra- and interspecific variations of feeding behavior on their coexistence. *Ecology International Bulletin*, 19: 89 – 101.
- Huh, S.; Kitting, C. L. 1985. Trophic relationships among concentrated populations of small fishes in Seagrass Meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 92: 29 – 43.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*, 17: 411 – 429.
- Jobling, M. 1995. *Environmental Biology of Fishes*. Chapman & Hall: Fish and Fisheries Series 16. New York – USA. 447 p.

- Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo da alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanografia*, 29 (2): 205-207.
- Kemenes, A. 2000. *Fatores influenciando a estrutura trófica e distribuição espacial das comunidades de peixes em igarapés de cabeceira, Parque Nacional do Jaú, AM*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus - AM. 80p.
- Keenleyside, M. H. A. 1979. Diversity and adaptation in fish behaviour. Springer Editora. New York – USA.
- Krebs, C. J. 1998. *Ecological Methodology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Benjamin Cummings, Menlo Park, California. 620p.
- Langler, K.; Bardach, J.; Miller, R. R.; Passino, D. R. M. 1977. *Ichthyology*. 2th edition. John Wiley & Sons, Inc. New York - U.S.A. 506 p.
- Lowe-McConnell. 1999. Estudos ecológicos de comunidade de peixes tropicais. / R. H. Lowe McConnell; tradução Anna Emília A. de M. Vazzoler, Ângelo Antônio Agostinho, Patrícia T. M. Cunningham. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (coleção base). 1999.
- Lucena, C. A. S. & Menezes, N. A. 2003. Subfamily Characinae (Characins, tetras). p. 200-208. In: Reis, R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris Jr., C. J. (eds.) *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. EDIPUCRS. Porto Alegre - Brasil.
- Machado, F. A. 2003. *História natural de peixes do Pantanal: com destaque em hábitos alimentares e defesa contra predadores*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Campinas – SP. 97p.

- Marshall, S & Elliott, M. 1997. A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for determining inter- and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology* , 51: 526 -545.
- McCafferty, W. P. 1981. *Aquatic Entomology: The fishermen's and ecologists'*. Illustrated guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publishers, INC. Boston, Portola Valley. 201 p.
- Mendonça, F. P. 2002. *Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva Florestal Adolfo Ducke, Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus - AM. 43p.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. 1996. *A introduction to the aquatic insects of North America*. 3 ed. Kendall/Hunt Publishing. Dubuque, IA. 82p.
- Milinski, M. 1993. Predation risk and feeding behaviour. In: *Behaviour of Teleost Fishes*. 2nd. Tony J. Pitcher (Ed.). Chapman & Hall, London. 715p.
- Motta, P. J. 1989. Dentition patterns among Pacific and Western Atlantic butterflyfishes (Perciformes, Chaetodontidae): relationship to feeding ecology and evolutionary history. *Environmental Biology of Fishes*, 1-3 (25): 159-170.
- Munday, P. L., Eyre, P. J., Jones, G. P. 2003. Ecological mechanisms for coexistence of colour polymorphism in a coral-reef fish: an experimental evaluation. *Oecologia*, 137 (4): 519 – 526.
- Núñez, J. M. & Weibezahn, F. 1986. Repartición de recursos alimentarios entre dos especies de peces sublitorales *Aequidens pulcher* (Gill) y *Geophagus surinamensis* (Bloch), en el Lago de Valência. *Acta Biologica Venezuelica*, 12 (2): 24 – 33.



- Ormond, R. F. G. 1980. Aggressive mimicry and other interspecific feeding associations among Red Sea coral reef predator. *J. Zool. Lond.*, 191: 247-262.
- Prang, G. 1996. Pursuing the sustainable development of wild caught ornamental fishes in the middle Rio Negro, Amazonas, Brasil. *Bulletin of the Aquatic Conservation Network*, 5 (1): 6 -8.
- Prang, G. 2001. Aviamento and the ornamental fishery of the Rio Negro, Brazil: Implications for sustainable resource use. p. 43 – 74. In: N. L. Chao; P. Petry; G. Prang; L. Sonneschien & M. Tlustý (eds.) *Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin*, Amazonia, Brazil – Project Piaba. Editora UFAM. Manaus – AM.
- Prejs, A. & Prejs, K. 1987. Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use. *Oecologia*, 71: 397 -404
- Roberts, T. R. 1972. Ecology of fishes in the Amazon and Congo Basins. *Bulletin of Museum of Comparative Zoology*, 2 (143): 117 – 147.
- Roberts, T. R. 1990. Mimicry of prey by fin-eating fishes of the African caracoid genus *Eugnathichthys* (Pisces: Distichodidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 1(1): 23 – 31.
- Sabino, J. & Zuanon, J. 1998. A stream fish assemblage in Central amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 8(3):201 – 210.
- Sazima, I. 1983. Scale-eating in characoids and other fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 9 (2):87-101.
- Sazima, I. 2002a. Juvenile grut (Haemulidae) mimicking a venomous leatherjacket (Carangidae), with a summary of Batesian mimicry in marine fishes. *Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, 2 (6): 61 – 67.

- Sazima, I. 2002b. Juvenile snooks (Centropomidae) as mimics of mojarra (Gerreidae), with a review of aggressive mimicry in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 65: 37 – 45.
- Sikkel, P. C. 1992. Interspecific feeding association between the goatfish *Mulloidibius martinicus* (Muliidae) and a possible aggressive mimic, the snapper *Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae). *Copeia*, 3: 914 – 917.
- Silva, C. P. D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candiru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 23 (2-3): 271-285.
- Silva, C. J.; Soares, M. G.; Piedade, M. T.; Junk, W. 1998. O Pantanal Mato-Grossense e as várzeas Amazônicas: uma comparação da situação ecológica, utilização atual e problemas ambientais. *Subprograma SHIFT: Estudos dos impactos humanos nas florestas e áreas inundadas nos trópicos*. – Brasília: MCT/CNPq. 77p.
- Vilella, F. S.; Becker, F. G.; Hartz, S. M. 2002. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45 (2): 223 – 232.
- Wallace Jr. R. K. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110: 72-76.
- Ward, H. B. & Wipple, G.C. 1959. *Freshwater biology*. John Wiley & Son, INC. New York – USA. 1248p.
- Weatherley, A. H. 1963. Notions of niche and competition among animals, with special reference to freshwater fish. *Nature*, 197: 14 –17.

- Weitzman, S. H. 1954. The osteology and relationship of the South American characoid fishes of the subfamily Gasteropelecinae. *Stanford Ichthyological Bulletin*, 4(1): 213-263.
- Weitzman, S. H. & Palmer, L. 1996. Do freshwater hatchetfishes really fly?. *Tropical Fish Hobbyist*, 45 (1): 195-206.
- Weitzman, S.H. & Palmer, L. 2003. Family Gasteropelecidae (Freshwater hatchetfishes). p. 101-103. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.), *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil. 742p.
- Wiest, F. C. 1995. The specialized locomotory apparatus of the freshwater hatchetfish family Gasteropelecidae. *J. Zool. Lond.*, 236: 571 –592.
- Xie, S.; Cui, Y.; Zhang, T. & Li, Z. 2000. Seasonal patterns in feeding ecology of three small fishes in the Biandantang Lake, China. *Journal of Fish Biology*, 57: 867 – 880.
- Yabe, R. S. & Bennemann, T. 1994. Regime alimentar de *Schizodon intermedius* (Garavello & 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.
- Zaret, T. M. & Rand, A. S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 2 (52): 336 – 342.

# **ANEXO**



Mendonça, 2004

**Foto 1.** *Carnegiella marthae*



Zuanon, 1999

**Foto 2.** *Carnegiella strigata*



[www.akwafoto.pl](http://www.akwafoto.pl)

**Foto 3.** *Gnathocharax steindachneri*

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)