



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E
PESCA

WILSON MARTINS DA SILVA

**ECOLOGIA TRÓFICA DE DUAS ESPÉCIES DE ACARIS
REOFÍLICOS (*Spectracanthicus punctatissimus* Steindachner,
1881 e *Spectracanthicus zuanoni* Chamon e Py-Daniel 2014
LORICARIIDAE) NO RIO XINGU, AMAZÔNIA, BRASIL**

Belém - Pará

2014

WILSON MARTINS DA SILVA

**ECOLOGIA TRÓFICA DE DUAS ESPÉCIES DE ACARIS REOFÍLICOS
(*Spectracanthicus punctatissimus* Steindachner, 1881 e *Spectracanthicus
zuanoni* Chamon e Py-Daniel 2014 LORICARIIDAE) NO RIO XINGU,
AMAZÔNIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Dr^a. Victoria Judith Isaac Nahum

Co-orientador: Dr. Tommaso Giarrizzo

Belém - Pará

2014

WILSON MARTINS DA SILVA

**ECOLOGIA TRÓFICA DE DUAS ESPÉCIES DE ACARIS REOFÍLICOS
(*Spectracanthicus punctatissimus* Steindachner, 1881 e *Spectracanthicus
zuanoni* Chamon e Py-Daniel 2014 LORICARIIDAE) NO RIO XINGU,
AMAZÔNIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Banca examinadora:

Dra. Victoria Judith Isaac Nahum (Presidente)

Universidade Federal do Pará – UFPA

Dr. Ronaldo Borges Barthem (Titular)

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

Dra. Nidia Noemi Fabré (Titular)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Dr. Maurício Camargo–Zorro (Titular)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

Dr. James Tony Lee (1º Suplente)

Universidade Federal do Pará – UFPA

Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos (2º Suplente)

Universidade Federal do Pará – UFPA

AGRADECIMENTOS

A HaShem pela iluminação em todos os momentos.

À minha esposa Débora de Paula por seu apoio, paciência, amor incondicional. Amo você.

Ao meu filho Asafe Martins por ser uma alegria singular em minha vida. Amo você, filho.

Aos meus filhos João Victor, Wilson Jr e Maria Luíza pela paciência e apoio. Amo vocês.

À minha querida família Cohen, Cláudia, Olavo, Noah e Yishai pelo total apoio, amo vocês.

Ao meu pai, Francisco Ferreira da Silva e minha mãe, Maria de Nazaré da Silva (*in memoriam*).

À Dr^a Victoria Judith Isaac Nahum pela orientação firme e objetiva, pelas correções, conselhos e paciência com esse difícil orientado. Seu exemplo de profissionalismo e responsabilidade é um modelo que vou procurar seguir na caminhada. Esforcei-me sobremaneira para ser digno da responsabilidade confiada. Grato de coração.

Ao Dr. Tommaso Giarrizzo (UFPA) pela co-orientação altamente instrutiva e incentivadora, suas dicas e percepções marcaram profundamente esse trabalho. Grato de coração.

À Dr^a Jussara Martinelli (UFPA) pelo apoio e uso dos equipamentos do seu laboratório.

À Dr^a Sílvia Faustino (UNIFAP) pelo auxílio na identificação de Bacillariophytas.

À Dr^a Susicley Jati (NUPELIA/UEM-PR) pelas orientações na identificação das algas.

Ao Dr. Ulisses Pinheiro (UFPE) pelo precioso auxílio e dicas na identificação das esponjas.

Ao PhD. Jinlog Zhang (Kadoorie Farm and Botanic Garden/Hong Kong-China) pelas orientações e instruções nas análises de amplitude e sobreposição de nicho com o uso do ambiente R.

Ao Dr. Leandro Sousa “Gabiru” (UFPA-Altamira) pela orientação na identificação dos acarís.

À Dr^a Rosemara Fugi (NUPELIA/UEM-PR) pela ajuda na metodologia de detritívoros, sua ajuda foi indispensável para o andamento do trabalho.

À Dr^a Liliana Rodrigues (NUPELIA/UEM-PR) pelas orientações na identificação das algas perifíticas.

À Dr^a Norma Hahn (NUPELIA/UEM-PR) pelas valiosas dicas na metodologia de dieta. Sua participação foi fundamental para a conclusão desse trabalho.

Ao amigo Msc. André Bozza (NUPELIA/UEM-PR) pelo acompanhamento e revisão do resumo.

Ao amigo Msc. Gerson Freire pela revisão do *abstract*, amigo mais chegado que um irmão.

A Alan Jamesson pelo auxílio e dicas nas ilustrações.

Aos pescadores de acaris “Ronca”, “Chupetinha” e Edson, sem vocês não haveria pesquisa.

Às doutorandas Dani e Andréia pela força no dia a dia e referências dos invertebrados.

Agradeço de modo especial à Natália (Naty) por todo carinho e aquele delicioso cafezinho.

Ao amigo Aduino Mello pela auxílio na discussão e nas análises estatísticas.

A todos os docentes do PPGEAP-UFPA pela contribuição ímpar na minha formação.

À turma de Ecologia Aquática e Pesca de 2012/PPGEAP-UFPA.

RESUMO

Um dos aspectos mais interessantes nos estudos de ecologia no ecossistema aquático amazônico busca responder como as variações hidrológicas afetam a biologia alimentar da comunidade íctica. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito das variações sazonais do ciclo hidrológico sobre a biologia alimentar de duas espécies do gênero *Spectracanthicus*. Exemplares deste grupo de acaris, conhecidos vulgarmente como bola branca (*Spectracanthicus zuanoni*) e bola azul (*Spectracanthicus punctatissimus*), foram capturados mensalmente de setembro de 2012 a junho de 2013, através de mergulho com compressor, em um trecho do rio Xingu, Pará, situado entre as localidades Gorgulho da Rita (3°18'25,98"S – 52°11'14,36"O) e a Fazenda do Benigno (3°15'11,38"S – 52°02'09,18"O), próximo à cidade de Altamira. Os indivíduos capturados foram pesados e medidos (peso total e comprimento padrão). Os estômagos foram retirados, pesados e fixados em formol 10%, depois conservados em álcool 70%, para posterior análise em laboratório. O canal alimentar de uma parte da amostra também foi retirado e medido o seu comprimento total para obtenção do quociente intestinal (Qi) que auxiliou na caracterização do regime alimentar. Depois foi analisada a ecologia trófica das espécies. Foi obtido o índice de repleção (IR) para as duas espécies. Este indicou que a intensidade alimentar é relativamente constante durante o período e classes de tamanho. A análise do conteúdo estomacal mostrou que os itens mais consumidos na dieta foram detritos/sedimentos, sendo complementados por diatomáceas, clorofíceas, algas filamentosas, invertebrados e esponjas. Para a análise de ecologia trófica dos acaris foram utilizadas a frequência de ocorrência (Fi), frequência volumétrica (Vi) e frequência numérica (Ni), indicadores estes que compuseram o índice de importância relativa (IRI) para as duas espécies. Além disso, foi calculada a amplitude alimentar (BA) que retornou valores muito baixos caracterizando um alto grau de especialização na dieta. A sobreposição alimentar (O), foi considerada alta, contudo, atenuada pela partilha de recursos alimentares entre as espécies. Notou-se variações quanto ao tamanho dos indivíduos em relação ao quociente intestinal, mostrando uma tendência a um aumento da detritivoria com o aumento dos acaris estudados. No Índice Alimentar observou-se que o período de cheia tem menor abundância e diversidade de itens em relação aos outros períodos, sendo notável a influência do ciclo hídrico sobre a alimentação das duas espécies de *Spectracanthicus* no rio Xingu, Altamira, Pará.

Palavras-chaves: sazonalidade, amplitude trófica, sobreposição alimentar, acaris

ABSTRACT

One of the most interesting aspects of the studies in the Amazonian aquatic ecosystem ecology aims on the investigation of how the hydrological variations affect the feeding biology of the fish community. The objective of this paper is to study the effect of seasonal variations in the hydrological cycle on the feeding biology of two species of the genus *Spectracanthicus*. Copies of this group of plecos, commonly known as white ball (*Spectracanthicus zuanoni*) and blue ball (*Spectracanthicus punctatissimus*) were collected monthly from September 2012 through June 2013, using scuba compressor, on a stretch of the Xingu, Pará, situated between the localities Gorgulho da Rita (3rd 18'25, 98" S - 52° 11'14 , 36" W) and Fazenda do Benigno (3rd 15'11, 38" S - 52° 02'09, 18" W), near the city of Altamira. Captured individuals were weighed and measured (total weight and standard length). The stomachs were removed, weighed and fixed in 10% formalin, then preserved in 70% alcohol for later analysis in the laboratory. The alimentary canal of a portion of the sample was also removed and its length measured to obtain intestinal quotient (Qi), which aided in the characterization of the diet. After, it was analyzed the trophic ecology of the species. Repletion index (RI) for both species was obtained. This indicated that the feed intensity is relatively constant during the period and size classes. The analysis of stomach contents showed that more items were consumed in the diet debris/sediment being complemented by diatoms, green algae, filamentous algae, invertebrates and sponges. The frequency of occurrence (Fi), volumetric rate (Vi) and numerical frequency (Ni), these indicators that comprised the index of relative importance (IRI) for the two species were used for the analysis of trophic ecology of plecos. In addition, the feed width (BA) which returned very low values characterizing a high degree of expertise in the diet was calculated. The dietary overlap (O), was considered high, however, mitigated by the abundance of food resources in the environment. It was noted variability in size of the individuals in relation to intestinal quotient, showing a tendency to detritivory with increasing plecos studied. Feed index was observed that of the high water period has lower abundance and diversity of items compared to other periods, with remarkable changes of the water cycle on the feeding of the two species of *Spectracanthicus* on the Xingu River, Altamira, Pará.

Keywords : seasonality, trophic breadth, food overlap, plecos

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa da área de estudo indicando os pontos de coleta no rio Xingu, Altamira, Pará. Imagem: Allan Jamesson..... 18
- Figura 2: Espécimes fixados de *S. punctatissimus* (SP) e *S. zuanoni* (SZ) de comprimento padrão 11,1 cm e 11,7 cm, respectivamente, coletados no rio Xingu, Altamira, Pará, Brasil. Foto: Wilson Martins da Silva..... 19
- Figura 3: Curva do coletor utilizada para se estabelecer o número de lâminas adequado para a determinação da dieta nos estômagos de *Spectracanthicus*.....22
- Figura 4: Gráfico da precipitação pluviométrica e da vazão do rio Xingu na região de Altamira, Pará, de setembro de 2012 a junho de 2013. Fonte: INMET/ANA.....23
- Figura 5: Micropipeta 10x100 µl utilizada para obter o volume da sub-amostra para cada campo da lâmina utilizada. Foto: Wilson Martins da Silva.....23
- Figura 6: Gráfico do IR de *S. punctatissimus* e *S. zuanoni* por períodos hidrológicos e classes de comprimento. As letras iguais indicam ausência de diferença entre as medianas. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....28
- Figura 7: Gráfico do IR analisado entre as espécies *S. punctatissimus* e *S. zuanoni*. As letras iguais indicam ausência de diferença entre as medianas. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....29
- Figura 8: Gráfico do quociente intestinal das duas espécies de acaris por classes de comprimento – pequeno (P), médio (M) e grande (G). As letras a, b e c indicam as diferenças do comprimento médio entre as classes. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....30
- Figura 9: Análise da regressão linear simples (p e r^2) do quociente intestinal em função do comprimento padrão (cm) das duas espécies de *Spectracanthicus*. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....31
- Figura 10: Gráfico da dieta de *Spectracanthicus punctatissimus* evidenciando as categorias alimentares (Bac=Bacillariophyta, Chl=Chlorophyta, Det=Detritos, Din=Dinophyta, Esp=Esponja, Fil=Filamentosas e Inv=Invertebrados), de acordo com o IRI% e a variação de todos os itens consumidos pela espécie em todo o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013 no rio Xingu, Altamira, Pará.....34
- Figura 11: Gráfico da dieta de *Spectracanthicus zuanoni* evidenciando as categorias alimentares (Bac=Bacillariophyta, Chl=Chlorophyta, Det=Detritos, Din=Dinophyta, Esp=Esponja, Fil=Filamentosas e Inv=Invertebrados), de acordo com o IRI% e a variação de todos os itens consumidos pela espécie em todo o período hidrológico de setembro/2012 a

junho/2013 no rio Xingu, Altamira, Pará.....	34
Figura 12: Gráfico da variação do IRI% em relação às classes de tamanho de <i>Spectracanthicus punctatissimus</i>	35
Figura 13: Gráfico da variação do IRI% em relação às classes de tamanho de <i>Spectracanthicus zuanoni</i>	35
Figura 14: Gráfico da análise PCO dos valores do índice alimentar (IRI) de <i>Spectracanthicus punctatissimus</i> (SP) e <i>Spectracanthicus zuanoni</i> (SZ), indicando a separação das amostras por espécie e períodos hidrológicos. Coleta realizada entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	37
Figura 15: Gráfico da análise PCO (resumido) dos valores médios do índice alimentar (IRI) de <i>Spectracanthicus punctatissimus</i> (SP) e <i>Spectracanthicus zuanoni</i> (SZ), indicando a separação das amostras por espécie, períodos hidrológicos e classes de comprimento. Coleta realizada entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	38
Figura 16: Estrutura bucal de exemplar de <i>S. punctatissimus</i> (CP = 5,7 cm), coletado no rio Xingu, Altamira - Pará.....	48
Figura 17: Estrutura bucal de exemplar de <i>S. zuanoni</i> (CP = 5,2 cm), coletado no rio Xingu, Altamira - Pará.....	49
Figura 18: Trato intestinal de <i>S. punctatissimus</i> (CP = 5,7 cm), em destaque (a) intestino em dobras circulares e (b) estômago definido.....	50
Figura 19: Estômagos de <i>Spectracanthicus zuanoni</i> , onde (A) porção anterior e (P) porção posterior do trato intestinal de dois indivíduos pequenos 4,3 cm (direita) e 5,2 cm (esquerda).	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de indivíduos de <i>Spectracanthicus punctatissimus</i> e <i>Spectracanthicus zuanoni</i> coletados entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	27
Tabela 2: Estimativa do IRI% dos itens alimentares da dieta de indivíduos de <i>Spectracanthicus punctatissimus</i> durante os períodos do ano coletados entre setembro/2012 e junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	33
Tabela 3: Estimativa do IRI% dos itens alimentares da dieta de indivíduos de <i>Spectracanthicus zuanoni</i> durante os períodos do ano coletados entre setembro/2012 e junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	33
Tabela 4: Resultado da amplitude de Nicho de Levin padronizado (BA) para as duas espécies de acarís durante o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	39
Tabela 5: Resultado da sobreposição de Nicho de Pianka (O) para as duas espécies de acarís durante o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO GERAL.....	15
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4 HIPÓTESES.....	16
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 ÁREA DE ESTUDO.....	17
5.2 LOCAIS DE COLETA.....	18
5.3 COLETA DE DADOS.....	19
5.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL.....	21
5.5 ANÁLISE DE DADOS.....	24
6 RESULTADOS.....	27
6.1 CONJUNTO AMOSTRAL.....	27
6.2 ÍNDICE DE REPLEÇÃO.....	28
6.3 QUOCIENTE INTESTINAL.....	30
6.4 ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA ALIMENTAR (IRI%).....	32
6.5 AMPLITUDE DE NICHOS.....	39
6.6 SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS.....	40
7 DISCUSSÃO.....	41
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
9 APÊNDICES.....	48
APÊNDICE A – ESTRUTURA BUCAL DE SPECTRACANTHICUS.....	48
APÊNDICE B – MORFOLOGIA DO TRATO INTESTINAL DE SPECTRACANTHICUS	50
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A família Loricariidae é a maior da ordem dos Siluriformes e inclui mais de 25% da diversidade de bagres do mundo, incluindo 6 subfamílias, 82 gêneros e mais de 830 espécies, sendo seus representantes popularmente denominados de cascudos, acaris, bodós, acaris-bodó ou jotoxis (REIS *et al.* 2003; SANTOS *et al.* 2004; LUJAN *et al.* 2012). A maioria das espécies de acaris apresenta hábitos bentônicos e são encontrados no fundo de lagos e rios ou sobre rochas ou troncos, onde normalmente permanecem imóveis ou se movimentam lentamente; sendo sua dieta constituída basicamente de detritos e organismos capturados sobre o substrato (CHAMON 2007, WATTS *et al.* 2013). Residem nesses locais, onde desenvolvem todo seu ciclo biológico, utilizando-os como abrigo para a reprodução e a alimentação. Muitas espécies são utilizadas na pesca de subsistência ou comercial e várias, de pequeno porte, são utilizadas no comércio de peixes ornamentais, sobretudo as coloridas e de formas exóticas (ZUANON 1999; SANTOS *et al.* 2004).

Ao longo dos seus cerca de 1.800 quilômetros, o rio Xingu faz a drenagem de diferentes unidades geológicas. Contudo, diferente dos afluentes andinos do Amazonas, o rio Xingu é caracterizado pela estabilidade erosiva e sedimentar. Eventos geológicos levaram à formação de várias cachoeiras e corredeiras. Esses aspectos da paisagem favoreceram a biodiversidade, agindo sobre os padrões de distribuição da fauna aquática. Estima-se que cerca de 600 espécies de peixes habitam a bacia do Xingu, muitas delas reófilas, como as integrantes da família Loricariidae (ISAAC *et al.* 2002; ZORRO *et al.* 2004).

Na bacia do rio Xingu, há ocorrência de uma grande diversidade de acaris da família Loricariidae como os dos gêneros *Pseudacanthicus*, *Baryancistrus*, *Peckoltia*, *Spectracanthicus*, *Ancistrus*, *Parancistrus*, entre outras, que são espécies adaptadas aos ambientes torrenciais e tem grande interesse para a aquariofilia (CASTILHOS e BUCKUP 2011). Segundo Prang (2007), centenas de pessoas dependem da pesca de peixes vivos para o comércio junto ao mercado de peixes ornamentais, tanto nacional como internacional. Neste sentido, segundo esse autor, a pesca ornamental, em tempos recentes, tem se tornado, para grande parte dos pescadores locais, a fonte primária ou mesmo a única maneira de se obter recursos financeiros.

O gênero *Spectracanthicus* constitui um grupo formado por cinco espécies, sendo três endêmicas da região do Médio Rio Xingu, que vem sendo cada vez mais conhecidas no comércio internacional (PY-DANIEL e ZUANON 2005; PRANG 2007; CHAMON e PY-DANIEL 2014). Apresenta uma espécie revisada *Spectracanthicus punctatissimus* Steindachner, 1881, o acari “bola azul” e duas novas descritas, *Spectracanthicus zuanoni*, “bola branca” e *Spectracanthicus*

tocantinensis (CHAMON e PY-DANIEL 2014). As espécies *S. punctatissimus* e *S. zuanoni* são encontradas da foz do rio Iriri até a Volta Grande do Xingu (ZUANON 1999; CAMARGO 2004; CAMARGO, GIMÊNES JUNIOR, RAPP PY-DANIEL 2012; CHAMON e PY-DANIEL 2014).

O conhecimento sobre a dieta da ictiofauna possibilita a obtenção de informações sobre o hábitat, disponibilidade de alimento e até sobre aspectos comportamentais (ZAVALA-CAMIN 1996). Dados sobre a composição das presas podem contribuir para a compreensão das relações de competição interespecífica ou partilha de recursos entre as espécies (HAHN *et al.* 1997a). Neste sentido, a escolha do alimento está ligada à disponibilidade de recursos e à composição da paisagem dos ambientes que circundam os locais preferenciais das espécies de peixes (VITULE *et al.* 2008).

No caso dos peixes da família Loricariidae, seus hábitos alimentares estão efetivamente ligados ao substrato, à disponibilidade de matéria orgânica, baseada em detritos, e às condições ambientais predominantes (CASATTI *et al.* 2005; CARDONE *et al.* 2006). De fato, na região tropical, além dos Loricariidae, a cadeia alimentar aquática detritívora inclui uma grande diversidade de peixes especializados. Estes organismos constituem um elo importante na transferência de matéria e energia em ecossistemas dulcícolas (LOWE-McCONNELL 1999; MAZZONI, REZENDE e MANNA 2010).

Informações sobre os hábitos alimentares de Loricariidae foram encontrados na literatura para outras bacias hidrográficas brasileiras, tais como a bacia do Paraná e também na bacia Amazônica. Nestes locais, esta família se alimenta principalmente de sedimentos, detritos, perifíton, algas, esponjas, microcrustáceos e larvas de insetos, raspados da superfície do substrato (UIEDA 1984; SILVA 1993; HAHN *et al.* 1997b; ZUANON 1999, SÁ-OLIVEIRA e ISAAC 2013).

De acordo com Lowe-McConnell (1999), os loricarídeos estão entre os grupos mais especializados da ordem dos Siluriformes. Possuem adaptações especiais que envolvem a morfologia, o comportamento alimentar e os processos digestivos para a alimentação de detritos (GERKING 1994). Segundo Wootton (1990), espécies que possuem morfologia semelhante, revelam forte inclinação à competição, contudo, segundo Herder e Freyhof (2006), as variações nas preferências ecológicas, como a partilha de recursos, permite a coexistência dessas espécies. As espécies *S. punctatissimus* e *S. zuanoni*, coexistem de maneira simpátrica na mesma região do médio e baixo rio Xingu, em ambientes de pedrais, compartilhando micro-hábitats e recursos alimentares com outros loricarídeos (ZUANON 1999, CHAMON e PY-DANIEL 2014). A alta diversidade local reflete o problema da coexistência de espécies que, segundo a teoria do nicho, tem como base a partilha de recursos (HUTCHINSON 1957S; SCHOENER 1985). Nesse sentido, as espécies compartilham basicamente três tipos de recursos: comida, espaço e tempo (PIANKA, 1973). Nesse sentido, em ambientes tropicais a competição pode ser reduzida, devido à flexibilidade e partilha

desses recursos entre espécies (ARAÚJO-LIMA e GOULDING 1997), situação observada em outros estudos sobre peixes realizados no rio Xingu por Zuanon (1999).

Em regiões sujeitas a grandes chuvas estacionais, a intensidade da alimentação pode ser diferente ao longo do ciclo anual. Em um córrego no Mato Grosso, o loricarídeo *Hypostomus ancistroides* se alimentava mais intensamente durante as cheias, apresentando hábitos tipicamente bentônicos, sendo o sedimento o principal item alimentar, seguido por algas e macrófitas (BRANDAO-GONCALVES *et al.* 2010). Neste mesmo estudo, além do detrito, observou-se que algas foram consumidas, predominantemente, no outono e na primavera, enquanto macrófitas foram mais frequentes no inverno e no verão. Isso mostra que alterações nos ciclos hidrológicos podem dar origem a importantes mudanças no hábito alimentar dos peixes (LOWE-McCONNELL 1999).

Nos estudos de ecologia trófica de peixes, que compartilham o mesmo hábitat, é fundamental determinar a amplitude e a sobreposição do nicho trófico. A amplitude de nicho alimentar permite a avaliação quantitativa do grau de especialização de uma espécie em explorar os recursos disponíveis no ambiente (KREBS 1989), processo que pode ser auxiliado na caracterização do regime alimentar da espécie, pela análise do quociente intestinal que consiste na relação do comprimento do trato digestivo pelo comprimento do indivíduo (BARBIERI *et al.* 1994).

A existência de sobreposição de nichos, não implica, de forma obrigatória, uma relação de competição entre espécies. Quando os recursos alimentares são suficientes para manter duas ou mais populações, pode haver algum nível de sobreposição, ainda que parcial do nicho (PIANKA 1973). Assim sendo, é possível manter essa situação sem prejuízo para ambas, pois valores baixos de sobreposição podem resultar de pressões competitivas do passado, que teriam levado a divergências nos parâmetros de uso dos recursos (SCHOEREDER e COUTINHO 1990).

Hutchinson (1957) ao definir como um espaço multidimensional o nicho de uma espécie, ampliou as perspectivas dos estudos ecológicos, referindo-se às múltiplas possibilidades de interação dos organismos com o meio ambiente. De fato, a consideração do pulso de inundação, que caracteriza o ecossistema aquático neotropical, permite compreender a ação do ciclo hidrológico, da vazão e da pluviosidade e como esses fatores refletem efetivamente sobre o modo de vida das espécies aquáticas (JUNK e WANTZEN 2004). Por isso, supomos que o ciclo alimentar dos acaris é diretamente influenciado pelas oscilações da hidrodinâmica local. Esta é a principal responsável, através da chuva, pela entrada de detritos no sistema. As chuvas podem conduzir nutrientes ao ecossistema aquático, proporcionando acúmulo de material e fazendo com que o sistema passe a ser mais rico nesse período (JUNK 2001).

O rio Xingu é, no momento, palco de grandes modificações sócio-econômicas e ambientais. No trecho a ser estudado, nesta pesquisa, está em construção a hidrelétrica de Belo Monte,

empreendimento de grande porte, que deverá causar muitos impactos no ecossistema fluvial, dentre os que se destacam a perda de grande parte dos pedrais e blocos rochosos, onde habitam os acaris, seja por exposição ou por inundação permanente (FEARNSIDE e MILLIKAN 2012). De acordo com Hanh *et al.* (1997b), os projetos de usinas hidrelétricas, com a formação de barragens que interrompem o fluxo dos rios, causam modificações nos corpos d'água envolvidos, afetando toda a dinâmica trófica da comunidade, podendo causar até a extinção local de espécies. Todavia, muitas das espécies da bacia ainda não foram totalmente descritas do ponto de vista taxonômico e sua biologia e ecologia ainda são bastante desconhecidas (ZUANON 1999, CHAMOM 2007; CHAMON e PY-DANIEL 2014). Isto vale também para as duas espécies de *Spectracanthicus*, objeto do presente estudo, as quais devem ser afetadas pelas mudanças hidrológicas muito intensas esperadas na região do rio Xingu, após o barramento.

Nesse momento, são de grande importância os estudos sobre a biologia dos acaris (RAPP PY-DANIEL e ZUANON 2005), para referenciar medidas governamentais de monitoramento e normatização do uso desse recurso (MMA 2008). Estudos sobre ecologia (ZUANON 1999), tem grande validade enquanto os recursos ambientais estão, ainda em situação de pré-impacto. Uma vez que os peixes do gênero *Spectracanthicus* são intensamente capturados pela pesca de peixes ornamentais, eles poderiam ser, no futuro, criados em cativeiro. Para isto, contudo, estudos sobre ecologia alimentar são de grande importância, para garantir o sucesso de empreendimentos futuros de cultivo (CASTILHOS e BUCKUP 2011).

Portanto, o estudo da ictiofauna do rio Xingu é de grande importância nesse momento em que a região ainda não está sob o impacto total da obra. Este estudo, portanto, visa analisar a ecologia trófica de duas espécies de acaris, em face as mudanças hidrológicas, sendo uma forma de contribuir para a construção de uma base de dados sobre a biologia de *Spectracanthicus* do rio Xingu, com vistas a colaborar com a sua conservação.

2 OBJETIVO GERAL

Contribuir para o conhecimento da ecologia trófica de *Spectracanthicus punctatissimus* (bola azul) e *Spectracanthicus zuanoni* (bola branca), no rio Xingu, Altamira, Pará.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a composição e os itens de maior importância na dieta das espécies de acarís *S. punctatissimus* e *S. zuanoni* ;
- Observar o efeito das variações hidrológicas e ontogenéticas na composição e na intensidade da dieta dos acarís;
- Avaliar a amplitude de nicho trófico das duas espécies de acarís, buscando identificar o grau de especialização das espécies;
- Caracterizar o grau de sobreposição alimentar entre as duas espécies de acarís, visando estimar a ocorrência de partilha de recursos;
- Verificar a variação ontogenética do quociente intestinal dos acarís, buscando estimar o perfil trófico das espécies.

4 HIPÓTESES

Hipótese nula (H0): - A composição da dieta e a amplitude de nicho trófico dos acaris se altera, durante o ciclo hidrológico;

Hipótese alternativa (H1): - não há alteração na composição da dieta e amplitude de nicho;

Hipótese nula (H0): - Há variação na intensidade de obtenção de recursos, ao longo do ciclo hidrológico, havendo ocorrência de ontogenia;

Hipótese alternativa (H1): - Não há variação na intensidade alimentar durante o ciclo hidrológico; nem ontogenia.

Hipótese nula (H0): - Há sobreposição entre as duas espécies durante o período amostral;

Hipótese alternativa (H1): - Não há sobreposição entre as duas espécies durante o ciclo hidrológico.

Hipótese nula (H0): - O quociente intestinal varia com o crescimento dos indivíduos;

Hipótese nula (H0): - O quociente intestinal não varia entre as classes de tamanho.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Xingu nasce no cerrado no centro do estado do Mato Grosso, e desce para o norte da Amazônia, no estado do Pará. Suas nascentes se localizam em altitudes com cerca de seiscentos metros, junto à Serra do Roncador e a Serra Formosa. Seu comprimento total é estimado em dois mil quilômetros e drena uma sub-bacia com cerca de 531.250 Km², representando 7,8% da área total bacia do rio Amazonas (ELETRONORTE 2002; ELETROBRÁS 2008).

Próximo à cidade de Altamira o rio Xingu ganha feições particulares, caracterizando uma região denominada “Volta Grande”, que possui corredeiras e um desnível de 85 m em 160 km (RODRIGUES 1993). Ocorre também que, ao se aproximar da localidade de Belo Monte, no término desse segmento, o Xingu se expande significativamente, revelando uma declividade baixa até a sua foz (CAMARGO 2004).

O rio Xingu não é apropriado à navegação em grande parte da sua extensão. No trecho localizado entre a foz do Iriri e a Volta Grande, somente é navegável para pequenas embarcações, nos cursos entre as corredeiras. No entanto, o rio apresenta um trecho navegável de cerca de quatrocentos quilômetros entre Belo Monte e a sua foz (CASTILHOS e BUCKUP 2011).

As águas claras do rio Xingu se apresentam ligeiramente ácidas (pH 6,2-7,0), com taxas elevadas de oxigênio dissolvido (6-7 mg/l) e possui poucas fontes de material orgânico, por causa do grande volume e fluxo do rio. Além disso, possui condutividade média baixa (20-28 µS/cm) e pouca quantidade de sólidos e íons na água (4,5 e 23,3 mg /L sólidos totais) (CAMARGO 2004).

O trecho onde se desenvolveu o presente estudo (Figura 1), estende-se desde a localidade conhecida como Gorgulho da Rita, a montante de Altamira, até a região conhecida como fazenda do Benigno, a jusante da cidade, já na Volta Grande. Este trecho do rio se caracteriza pela presença de muitas cachoeiras e corredeiras, que criam fortes correntezas (CASTILHOS e BUCKUP 2011).

5.2 LOCAIS DE COLETA

As coletas foram realizadas em pontos diferentes do rio (Figura 1), nos seguintes locais: Gorgulho da Rita ($3^{\circ}18'25,98''\text{S} - 52^{\circ}11'14,36''\text{O}$), Praia do Besouro ($3^{\circ}17'05,98''\text{S} - 52^{\circ}11'52,07''\text{O}$), Ilha do Arapujá ($3^{\circ}13'33,55''\text{S} - 52^{\circ}11'12,94''\text{O}$), Morro do Quartel ($3^{\circ}12'21,37''\text{S} - 52^{\circ}11'23,95''\text{O}$) e Fazenda do Benigno ($3^{\circ}15'11,38''\text{S} - 52^{\circ}02'09,18''\text{O}$). As coletas ocorreram sempre no período da manhã, entre as 09:00 e 12:00. Estas localidades foram escolhidas a partir de entrevistas obtidas com os pescadores em duas coletas pilotos realizadas em junho e julho de 2012 e são pontos frequentados pelos pescadores da pesca ornamental dessas espécies.

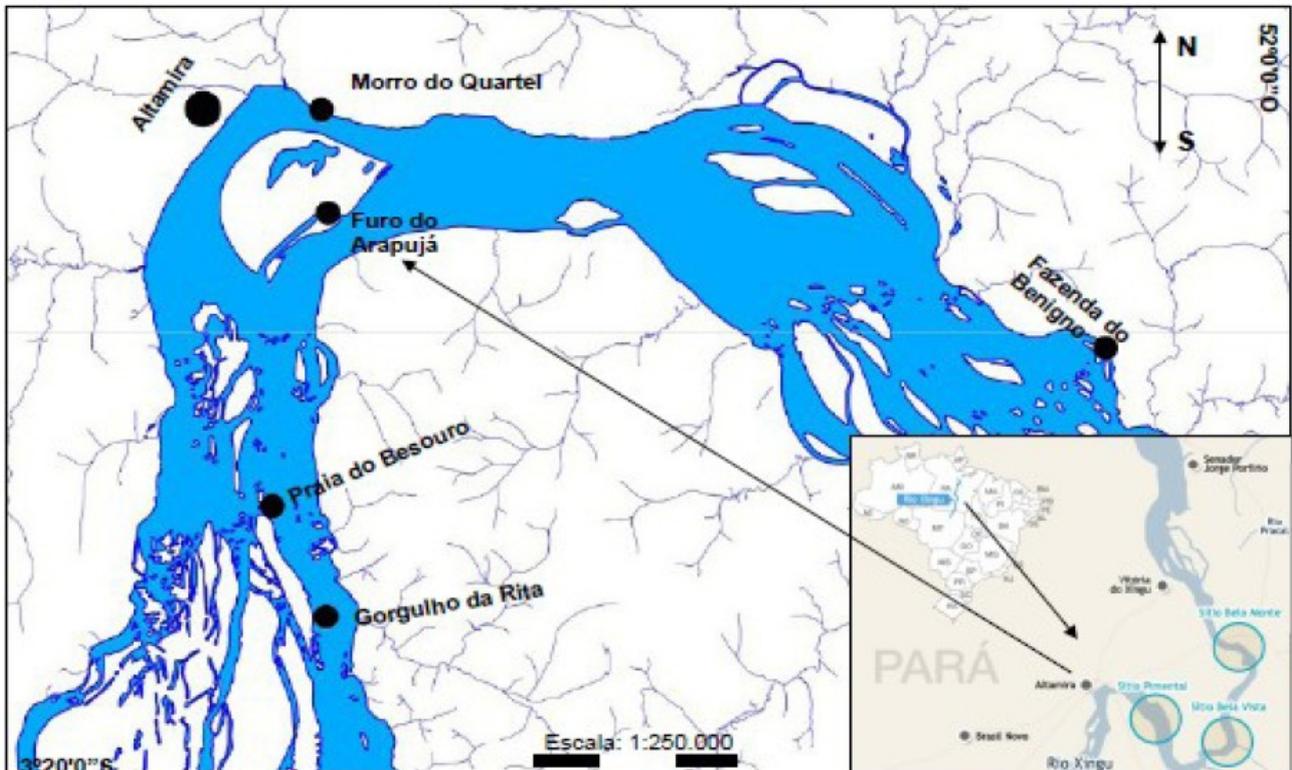


Figura 1: Mapa da área de estudo indicando os pontos de coleta no rio Xingu, Altamira, Pará. Imagem: Allan Jamesson.

5.3 COLETA DE DADOS

Foram capturados 348 espécimes das duas espécies de *Spectracanthicus* (Figura 2), sendo 162 de *Spectracanthicus punctatissimus* e 186 de *Spectracanthicus zuanoni*. As coletas foram realizadas durante dez meses, de setembro de 2012 a junho de 2013, perfazendo um ciclo hidrológico completo (Figura 4), organizado da seguinte forma: seca (setembro, outubro e novembro), enchente (dezembro e janeiro), cheia (fevereiro, março e abril) e vazante (maio e junho). Esta classificação teve como base os dados da ANA (Agência Nacional de Águas) da vazão do rio e do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) sobre a pluviosidade local, obtidos para o mesmo período.

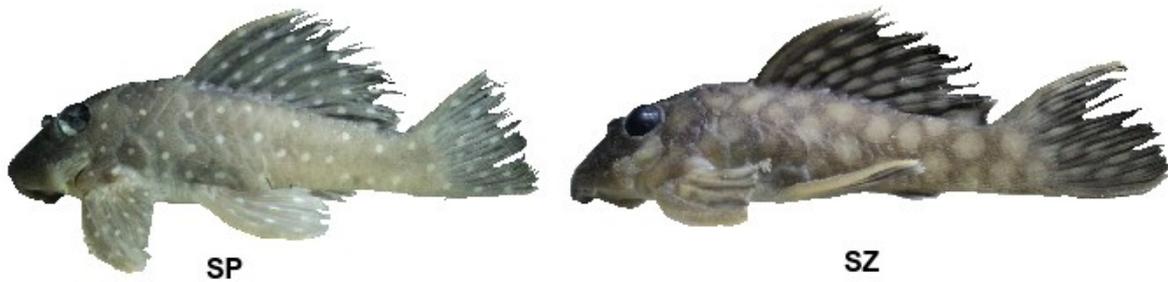


Figura 2: Espécimes fixados de *S. punctatissimus* (SP) e *S. zuanoni* (SZ) de comprimento padrão 11,1 cm e 11,7 cm, respectivamente, coletados no rio Xingu, Altamira, Pará, Brasil. Foto: Wilson Martins da Silva.

A coleta foi realizada através de mergulho com compressor, realizado por pescadores de peixes ornamentais, conhecidos localmente como “acarizeiros”. Nos pontos de coleta, os pescadores efetivaram a busca ativa de indivíduos de *Spectracanthicus*, com ajuda de um compressor de ar e uma estrutura com um bocal para respiração, chamada “chupeta”. Além disso, os apetrechos utilizados consistiram em: uma rede pequena, máscara e uma lanterna ligada à mangueira de ar, que proporciona a visualização dos peixes nas rochas submersas. Os pescadores também receberam instrução de coletar todos os indivíduos observados, de qualquer tamanho, visando reduzir o efeito da seletividade.

Após a coleta, os exemplares foram fixados em formol a 10% e posteriormente preservados em álcool 70%. No laboratório, todos os exemplares tiveram o registro dos dados biométricos tomados com paquímetro digital de 0,01 cm e balança de precisão de 0,001 g. Os dados biométricos tomados foram: comprimento padrão em centímetros (CP) e massa total em gramas (Mt). Os

exemplares foram classificados com base na variação do comprimento padrão, em 3 classes de comprimento, que ficaram assim estabelecidas: para *S. punctatissimus*: Pequeno (até 6 cm), Médio (> 6 até 8 cm) e Grande (> 8 cm). Para *S. zuanoni*: Pequeno (até 7 cm), Médio (> 7 até 9 cm) e Grande (> 9 cm). Após isso, os estômagos dos indivíduos das duas espécies foram retirados, pesados, registrados e preservados em álcool 70%, para análise posterior dos conteúdos estomacais sob microscópio óptico. Posteriormente, foi também através de sorteio, separada uma sub-amostra composta por 163 tratos intestinais, distribuídos entre os indivíduos das três classes de tamanho estabelecidas. Estes foram retirados e mensurados quanto ao comprimento do trato intestinal (Ci) para obtenção do Quociente Intestinal (Qi). O trato intestinal dos *Spectracanthicus* apresenta um comprimento que é muito maior que o comprimento padrão da espécie, podendo chegar até 10 vezes o tamanho do indivíduo. Caracteriza-se pela presença de um estômago definido e um longo intestino com longas alças enroladas em voltas sobre si mesmas (APÊNDICE B).

Os itens encontrados nos estômagos foram identificados até o nível taxonômico mais refinado possível, com base em chaves de identificação e literatura especializada para invertebrados (MUGNAI *et al.* 2010), para algas (BICUDO e MENEZES 2006; COSTA *et al.* 2006) e para zooplâncton (FERNANDO 2002), além de consulta a especialistas. Além disso, os itens alimentares, posteriormente, foram agrupados em sete níveis maiores, para melhor sistematizar e concluir sobre a importância de cada tipo de alimento na dieta das espécies a saber: Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinophytas, algas filamentosas, invertebrados, esponjas, detritos. Exemplares testemunhos foram temporariamente depositados no Laboratório de Ecologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos/UFPA para serem, posteriormente, tombados e incorporados à coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, PA.

5.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL

A análise do conteúdo estomacal foi realizada através da leitura de lâminas em microscópio óptico, em razão dos itens serem de tamanho muito reduzido (RESENDE e PEREIRA 2007; CASSATI 2009; MAZZONI, REZENDE e MANNA 2010). Para este trabalho, o número de lâminas a serem utilizadas para a análise dos itens alimentares foi determinada através de uma curva de coletor (Figura 3), baseando-se na análise prévia de cinco estômagos, a partir dos quais foram preparadas dez lâminas para cada estômago. No final dessa análise, observou-se que cerca de 80% da diversidade de itens alimentares (morfotipos) foi alcançada na leitura de quatro lâminas. Sendo assim, este foi o número estabelecido para a estimativa da composição da dieta de todos os outros estômagos a serem analisados da amostra. Portanto, foram utilizadas lâminas para imunofluorescência, para facilitar a obtenção do volume percentual dos itens de cada estômago. Esta lâmina de vidro (Figura 5), de dimensão 26x76 mm, é delimitada na parte superior por círculos com 5 mm de diâmetro, que constituem 12 campos. Em cada campo foi colocada uma gotícula de 10 µl com o uso de uma micropipeta (Figura 5) 10x100 µl, marca Digipet, para estabelecer uma análise uniforme da amostra.

Inicialmente, foi obtido e registrado o volume total do conteúdo estomacal pelo deslocamento da coluna d'água, em pipeta graduada. Depois esse conteúdo foi homogeneizado em 2 ml água para facilitar a homogeneização da sub-amostra, verificação, leitura e identificação dos itens alimentares. Após isso, os itens alimentares em análise, como descrito anteriormente, foram contados nos 12 campos da mesma lâmina sob um microscópio óptico, relacionando-se todos os itens presentes nos campos. O volume celular de cada item foi obtido através da medida de ocular micrometrada ao nível de micrômetros cúbicos. Posteriormente, os valores foram transformados para a unidade microlitro, medida esta que serviu para se obter o volume percentual de cada alíquota da sub-amostra.

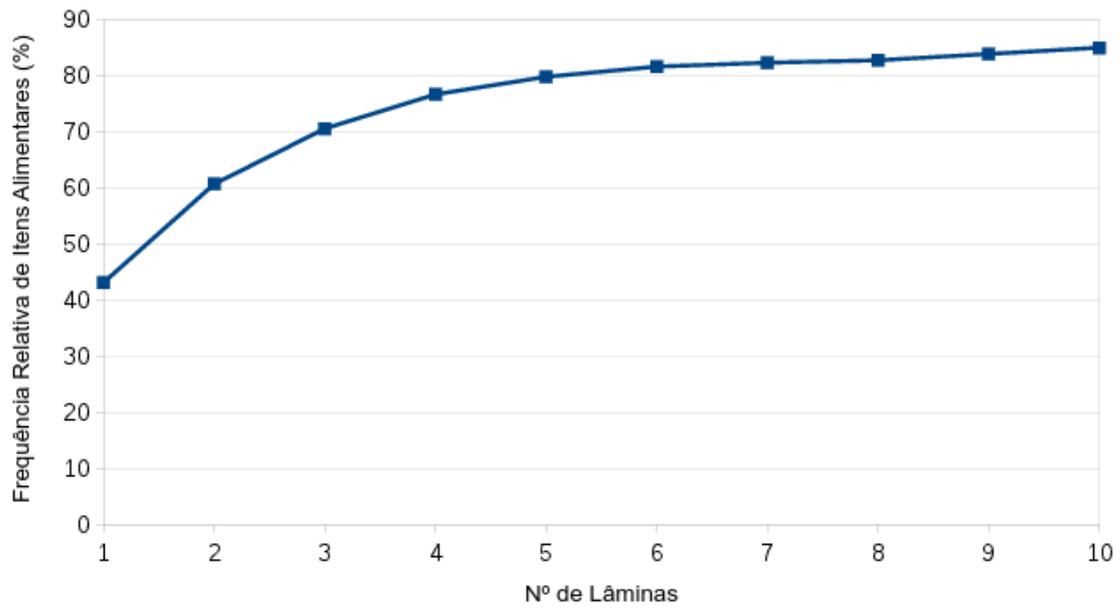


Figura 3: Curva do coletor utilizada para se estabelecer o número de lâminas adequado para a determinação da dieta nos estômagos de *Spectracanthicus*.

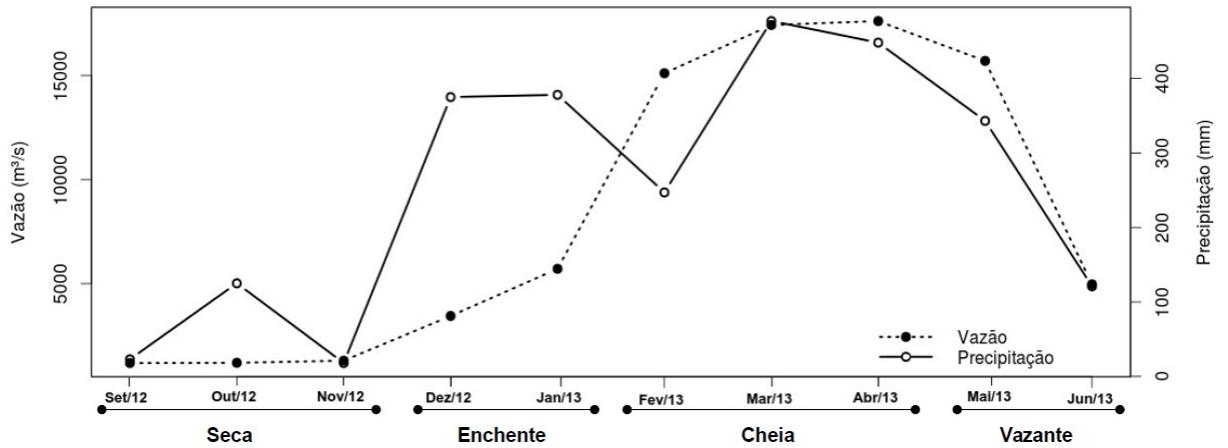


Figura 4: Gráfico da precipitação pluviométrica e da vazão do rio Xingu na região de Altamira, Pará, de setembro de 2012 a junho de 2013. Fonte: INMET/ANA.

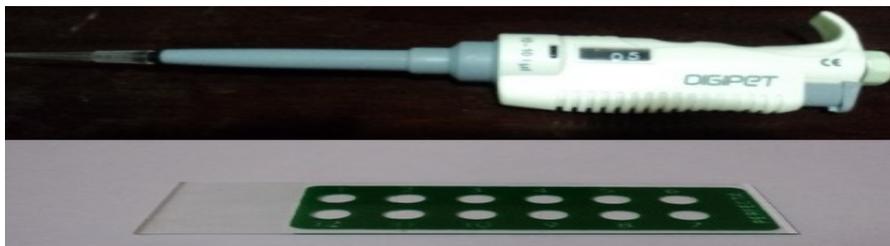


Figura 5: Micropipeta 10x100 µl utilizada para obter o volume da sub-amostra para cada campo da lâmina utilizada. Foto: Wilson Martins da Silva.

5.5 ANÁLISE DE DADOS

Para as duas espécies de acarís, foi realizada a análise do Índice de Repleção (**IR**) obtido pela equação: $IR = Me/Mt \times 100$, onde: (Me) significa a massa total do estômago e (Mt) a massa total do indivíduo. Os valores de IR foram transformados pela raiz quadrada e verificados segundo as premissas de normalidade e homocedasticidade dos dados. Porém, os dados do índice não atenderam os pressupostos exigidos pela ANOVA (SOKAL e ROHLF 2012). Portanto, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal–Wallis (H) com um nível de 5% de significância para a verificação da hipótese nula (H₀) de que variação na intensidade da obtenção de alimentos é estatisticamente semelhante em cada fator analisado. Neste sentido, o IR foi testado com os fatores: períodos hidrológicos, classes de comprimento e espécies. Aonde foram detectadas diferenças, realizou-se testes de comparações múltiplas com o método de Benjamini-Yekutieli (2001). Para o cálculo dos testes de normalidade, homocedasticidade e comparações múltiplas (post hoc) foram utilizados os pacotes Stats e Agricolae do programa R (R CORE TEAM 2013).

Para a determinação da importância de cada item alimentar foi estimada a Frequência de Ocorrência (Fi), que descreve o número de estômagos que contém um dado item alimentar, em relação ao total de estômagos analisados. A Frequência de Ocorrência (Fi) informa sobre a seletividade alimentar, o espectro alimentar e amplitude de nicho trófico, descrevendo também como os peixes selecionam seu alimento (HYSLOP 1980; HAHN e DELARIVA 2003). A fórmula para a estimativa desse parâmetro é: $Fi\% = I/E \times 100$, onde, I representa a presença de um determinado item presente no estômago e E representa o número de total de estômagos analisados.

Para a composição da dieta em termos quantitativos, foi utilizado o Método Volumétrico (Vi), que estima a abundância relativa de um determinado recurso alimentar, ou seja, a contribuição do volume de cada item no volume total do estômago, a partir da fórmula: $Vi\% = i/E \times 100$, onde, i representa o volume ocupado por um determinado item no estômago e E representa o volume total de todos os itens analisados.

Para a frequência numérica dos itens alimentares, foi obtida pela contagem do número de um dado item presente no estômago dividida pelo número total de itens nos estômagos analisados, segundo a fórmula: $Ni\% = n/N \times 100$, onde, n representa o número total de um dado item alimentar no estômago e N o número total de itens nos estômagos analisados, segundo Hyslop (1980).

A determinação da importância dos diferentes itens alimentares foi efetuada aplicando-se o Índice de Importância Relativa (IRI) proposto por Pinkas (1971), segundo a fórmula: $IRI = (Vi\% + Ni\%) \times Fi\%$, onde, IRI = Índice de Importância Relativa do item, é composto por $Fi\% =$

Frequência de Ocorrência do item, $Ni\%$ = Frequência Numérica e $Vi\%$ = Frequência Volumétrica. Este índice foi padronizado através de transformação percentual, segundo a fórmula: $IRI\% = (IRI / \Sigma IRI) \times 100$ (CORTÉS 1997), sendo, depois, criadas categorias de importância dos itens alimentares assim estabelecidas: Principal ($IRI\% = 50$ a 100), Secundário ($IRI\% = 25$ a 49) e Complementar ($IRI\% = 0$ a 24) (ROSECCHI e NOUAZE 1987).

Posteriormente, com os valores do IRI transformados pela raiz quadrada e padronizados, foi realizada a ordenação das amostras através de uma Análise de Coordenadas Principais (PCO), baseada no coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis, utilizando-se o programa R (R CORE TEAM 2013). Esta análise ordena as amostras com base na distância de matrizes em um plano de dimensões reduzidas, onde as observações são posicionadas no espaço de ordenação de acordo com suas semelhanças e diferenças de modo a expressar a “relação” existente entre as mesmas (GOTELLI e ELLISON 2011)

A partir da matriz de dissimilaridade, também foi avaliada se a composição da dieta varia entre as espécies (fator fixo: dois níveis), entre períodos (fator fixo: quatro níveis) e entre as classes de tamanho (fator fixo: três níveis), utilizando-se a análise multivariada permutacional, Permanova (ANDERSON 2001), através do pacote Vegan do programa R (R CORE TEAM 2013).

A amplitude de nicho trófico foi calculada através do índice padronizado de Levin (BA) (HURLBERT 1978). Este índice mostra que a amplitude da alimentação pode ser estimada pela distribuição dos itens entre os diversos recursos alimentares, assim como informa sobre o grau de especialização da dieta (HURLBERT 1978; FUGI *et al.* 2008). Os valores obtidos do IRI transformados foram utilizados para o cálculo da amplitude de nicho. O valor de BA pode variar de 0 (quando a espécie utiliza um único item alimentar) a 1 (quando a espécie utiliza todos as fontes em proporções semelhantes) e é expresso pela fórmula: $B = 1/\sum_j P_{ij}^2$, onde: **B** é o índice de Levin, P_{ij} é a proporção do recurso alimentar **j** na dieta da espécie **i**. A padronização é expressa pela fórmula: $BA = B-1/n-1$, onde **B** é o índice de Levin e **n** é o número de recursos alimentares utilizados (KREBS 1989). Os resultados foram considerados altos, quando $BA > 0,6$; moderados quando o valor de BA estiver entre 0,4 e 0,6 e baixos quando $BA < 0,4$ (NOVAKOWSKI *et al.* 2008), para testar a hipótese nula (H_0) de que a amplitude de nicho trófico dos acarís sofre alteração com a variação do nível das águas em durante os períodos amostrais. Para o cálculo de amplitude de nicho foi utilizado o pacote Spaa do programa R (R CORE TEAM 2013).

Para a estimativa do quociente intestinal (Q_i), foi separada aleatoriamente uma sub-amostra composta por 163 tratos intestinais ($n = 101$ *S. punctatissimus* e $n = 62$ *S. zuanoni*) de todas as classes de tamanho. Depois, realizou-se a análise do quociente intestinal segundo a fórmula: $Q_i = li/CP$, onde Q_i é quociente intestinal, li é o comprimento do trato intestinal e CP é o comprimento

padrão do indivíduo em centímetros (BARBIERI *et al.* 1994). Após verificados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, submeteu-se a sub-amostra a uma Regressão Linear Simples e o teste de correlação de Pearson para testar a significância e a força da associação entre o quociente intestinal (QI) e o comprimento padrão (CP) entre classes de comprimento, com um alfa de 5%. De acordo, com Dancey e Reidy (2006), a relação entre as variáveis foi considerada: fraca quando $r = 0,10$ até $0,30$; moderada quando $r = 0,40$ até $0,6$ (moderado) e forte quando $r = 0,70$ até 1 .

A avaliação da sobreposição alimentar foi realizada com base no Índice de Pianka (1973), utilizando também os índices do IRI transformados pela raiz quadrada. O índice de sobreposição de Pianka varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total) e pode ser um indicador de competição ou partilha de recursos. O índice de sobreposição de nicho é dado pela fórmula: $O_{jk} = O_{kj} = \sum P_{ji} \times P_{kj} / \sqrt{(\sum P_{ji}^2) \times (\sum P_{kj}^2)}$, onde O_{jk} é a medida de sobreposição alimentar de Pianka entre as espécies j e k ; P_{ji} = proporção do recurso alimentar i no total de recursos utilizados pela espécie j ; P_{ki} é a proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k .

A análise resultante da sobreposição interespecífica foi considerada alta ($> 0,6$), moderada ($0,4 - 0,6$) ou baixa ($< 0,4$), de acordo com Novakowski *et al.* (2008). A análise de sobreposição de nicho foi realizada pelo pacote Spaa do programa R (R CORE TEAM 2013). Depois, os valores considerados altos ($> 0,6$), foram testados através de Kruskal-Wallis de comparações múltiplas, com correção de Benjamini-Yekutieli ($p < 0,05$), para se estimar se existe diferença significativa entre os períodos hidrológicos. O teste de múltiplas comparações com base no procedimento de Benjamini-Yekutieli é também denominado controle de FDR (False Discovery Rate). É um poderoso teste para controlar as taxas de falsas descobertas, corrigindo possíveis erros de tipo I.

6 RESULTADOS

6.1 CONJUNTO AMOSTRAL

A distribuição percentual de *S. punctatissimus* foi de 23,46%, 22,22%, 27,78% e 26,54%, para os períodos de seca, enchente, cheia e vazante, respectivamente. A distribuição do *Spectracanthicus zuanoni* foi de 31,72%, 19,35%, 27,42% e 21,51%, para os mesmos períodos, respectivamente. As maiores coletas foram registradas nos períodos de Seca e Cheia. Além disso, observa-se uma frequência maior de indivíduos pequenos e médios para as duas espécies na amostra (Tabela 1).

Tabela 1: Número de indivíduos de *Spectracanthicus punctatissimus* e *Spectracanthicus zuanoni* coletados entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

Período	Classes de Comprimento						Total
	<i>S. punctatissimus</i>			<i>S. zuanoni</i>			
	P	M	G	P	M	G	
Seca	12	20	6	11	37	11	97
Enchente	14	11	11	13	18	5	72
Cheia	18	14	13	9	37	5	96
Vazante	23	15	5	14	19	7	83
Total	67	60	35	47	111	28	348

6.2 ÍNDICE DE REPLEÇÃO

O teste de Kruskal-Wallis (H) resultou valores similares ($p > 0,05$) entre as classes de comprimento e entre as duas espécies (Figura 6 e 7). Porém, quando o IR foi verificado entre os períodos hidrológicos o resultado do valor de p foi menor que 5% para ambas as espécies. Contudo, quando a diferença entre grupos foi verificada pelo teste de múltiplas comparações com ajuste de Benjamini-Yekutieli (2001), obteve-se similaridade ($p > 0,05$) entre os períodos pareados de *Spectracanthicus punctatissimus*, detectando-se, deste modo, um erro do tipo I na análise de Kruskal-Wallis. A mesma análise foi realizada para a sub-amostra de *Spectracanthicus zuanoni* que resultou em valores diferentes ($p < 0,05$) entre os períodos hidrológicos (Figura 6). O resultado do teste de comparações múltiplas, retornou os valores menores ($p < 0,05$) para os pares combinados do período de Seca com todos os outros períodos. No entanto, entre os demais períodos foram semelhantes entre si.

A análise do índice de repleção através de Permanova (Anderson 2001) também registrou diferenças apenas entre os períodos hidrológicos ($p < 0,05$).

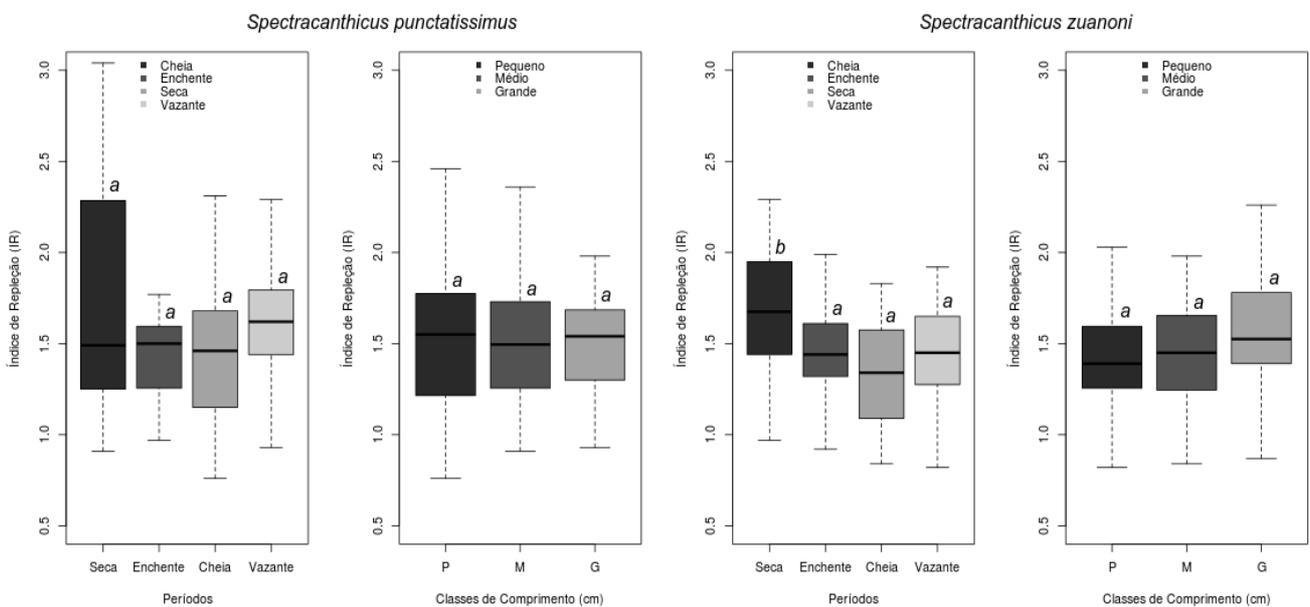


Figura 6: Gráfico do IR de *S. punctatissimus* e *S. zuanoni* por períodos hidrológicos e classes de comprimento. As letras iguais indicam ausência de diferença entre as medianas. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

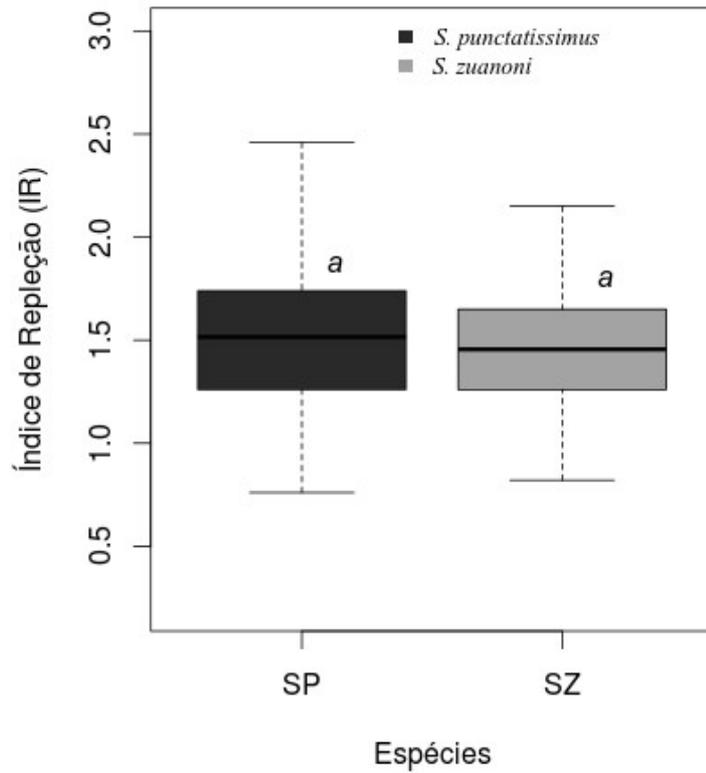


Figura 7: Gráfico do IR analisado entre as espécies *S. punctatissimus* e *S. zuanoni*. As letras iguais indicam ausência de diferença entre as medianas. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

6.3 QUOCIENTE INTESTINAL

Após a verificação de ocorrência de normalidade e homocedasticidade, o quociente intestinal foi analisado por uma Regressão Linear simples entre o Quociente Intestinal (como variável resposta) e o comprimento padrão (variável explicativa). O resultado estimou um valor de p menor que 0,05 evidenciando existência de diferenças entre as classes de tamanho de *Spectracanthicus punctatissimus* e *Spectracanthicus zuanoni* (Figura 8).

Além da regressão linear, foi também realizada a correlação de Pearson para avaliar a força da associação entre as variáveis e foi estimado o valor de $r = 0,7$ para as duas espécies. Este valor foi considerado forte pelo padrão utilizado (Figura 9).

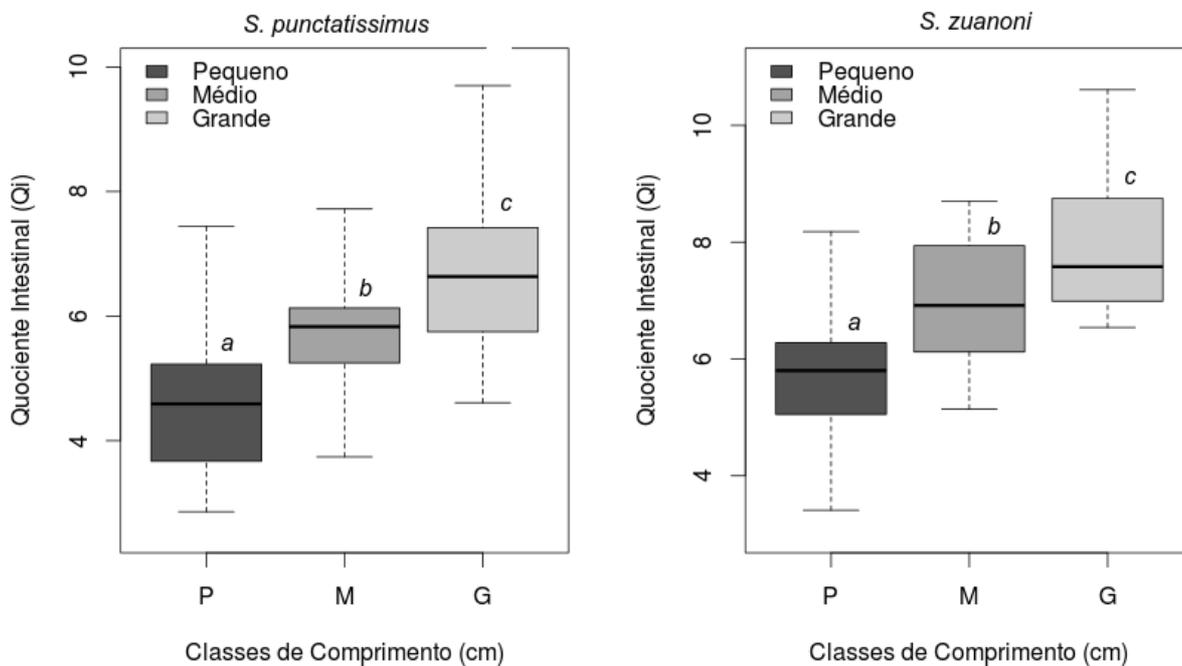


Figura 8: Gráfico do quociente intestinal das duas espécies de acaris por classes de comprimento – pequeno (P), médio (M) e grande (G). As letras a, b e c indicam as diferenças do comprimento médio entre as classes. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

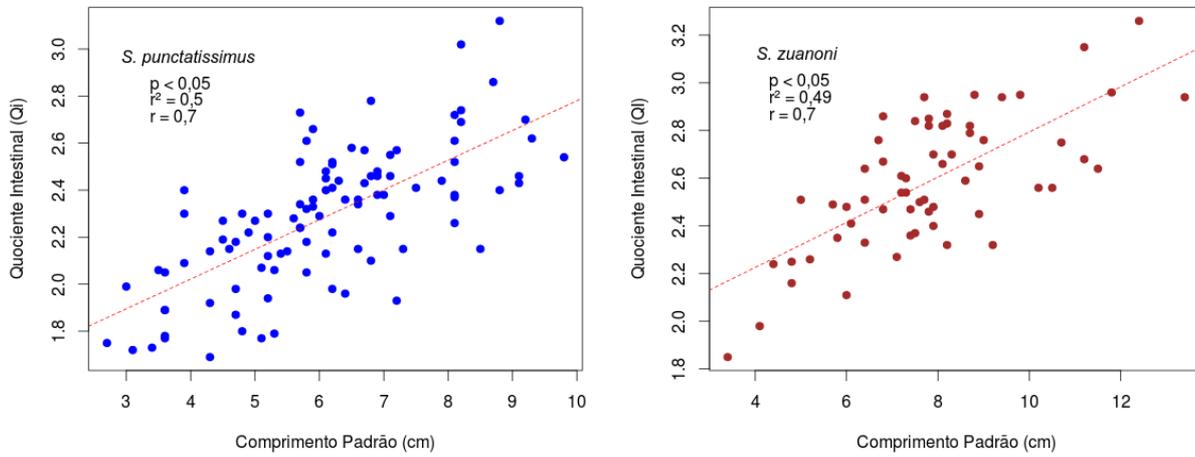


Figura 9: Análise da regressão linear simples (p e r^2) do quociente intestinal em função do comprimento padrão (cm) das duas espécies de *Spectracanthicus*. Coletas realizadas entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

6.4 ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA ALIMENTAR (IRI%)

Os valores do IRI% mostram que as duas espécies apresentam um comportamento alimentar fortemente detritívoro em todos os períodos hidrológicos. Há variações significativas em relação aos outros itens, sendo que, na classificação utilizada, todos os demais itens foram considerados *complementares* em relação às duas espécies (Figuras 10 e 11).

O Índice de Importância Alimentar (IRI%), aplicado para o total de estômagos analisados (n = 60), para cada espécie, também mostrou que o recurso *detritos/sedimentos* é o mais importante para *S. punctatissimus* (IRI% médio = 63,15) e para *Spectracanthicus zuanoni* (IRI% médio = 68,15). Desse modo, os *detritos/sedimentos* foram classificados como o *principal* item da dieta das duas espécies de acarís, em todos os períodos hidrológicos e em todas as classes de comprimento. De acordo com o método adotado para categorizar a importância alimentar, todas as outras categorias alimentares foram classificadas como *complementares*. Além disso, o item alimentar que alcançou o nível mais próximo da categoria *secundário* foi o item *esponjas* (IRI% = 17,38) consumidas por *Spectracanthicus zuanoni* no período da cheia, sendo que todos os outros itens ficaram bem abaixo desse valor, independente do período amostral. Para *S. punctatissimus*, os itens *complementares* mais importantes na Seca foram Dinophyta (IRI% = 8,19), Filamentosas (IRI% = 8,11) e Chlorophyta (IRI% = 7,49), respectivamente. Contudo, na Cheia, o item *complementar* mais importante foi Esponjas (IRI% = 8,30). Para *Spectracanthicus zuanoni*, pode-se observar que, na Seca, os itens *complementares* mais importantes foram, Bacillariophyta (IRI% = 13,79) e Filamentosas (IRI% = 9,72). Porém, na Cheia, os itens alimentares *complementares* que se sobressaíram foram representados por Esponjas (IRI% = 17,38) e Invertebrados (IRI% = 1,12). É importante notar a redução drástica da ocorrência de algas na dieta das duas espécies de acarís, durante a Cheia. (Tabela 2 e 3).

Dentro das categorias alimentares relacionadas, os itens que obtiveram ocorrência mais representativa na dieta dos *Spectracanthicus* foram:

Bacillariophyta (33 espécies) - *Aulacoseira granulata*, *Surirella* sp., *Asterionella* sp., *Pinnularia* sp.

Chlorophyta (21 espécies) - *Cosmarium* cf. *quadrum*, *Euastrum* sp., *Golenkinia* sp., *Echinosphaeridium* sp.

Algas Filamentosas (11 espécies) - *Spyrogira* sp. e *Oedogonium* sp.

Invertebrados (6 grupos)- Larva de Ephemeroptera, Larva de Chironomidae, Cladocera, Ostracoda, Rotífero *Keratella* sp. e Tecameba.

Esponja (3 espécies) - *Oncosclera navicella*, *Metania* sp. e *Drulia* sp.

Dinophyta (1 espécie) - *Peridinium* sp.

Tabela 2: Estimativa do IRI% dos itens alimentares da dieta de indivíduos de *Spectracanthicus punctatissimus* durante os períodos do ano coletados entre setembro/2012 e junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

	Bacillariophyta	Chlorophyta	Detritos	Dinophyta	Esponjas	Filamentosas	Invertebrados
Seca	7,48	7,49	57,02	8,19	6,42	8,11	5,29
Enchente	7,90	7,01	56,17	9,05	6,26	8,26	5,35
Cheia	0,98	1,59	80,39	1,82	8,30	4,17	2,76
Vazante	8,25	6,58	59,04	7,47	6,48	7,84	4,34

Tabela 3: Estimativa do IRI% dos itens alimentares da dieta de indivíduos de *Spectracanthicus zuanoni* durante os períodos do ano coletados entre setembro/2012 e junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

	Bacillariophyta	Chlorophyta	Detritos	Dinophyta	Esponjas	Filamentosas	Invertebrados
Seca	13,79	6,40	62,19	2,00	3,96	9,72	1,94
Enchente	13,24	8,49	63,03	0,68	5,92	7,32	1,31
Cheia	0,19	0,50	80,71	0,00	17,38	0,11	1,12
Vazante	10,76	5,02	68,21	0,33	8,84	4,65	2,21

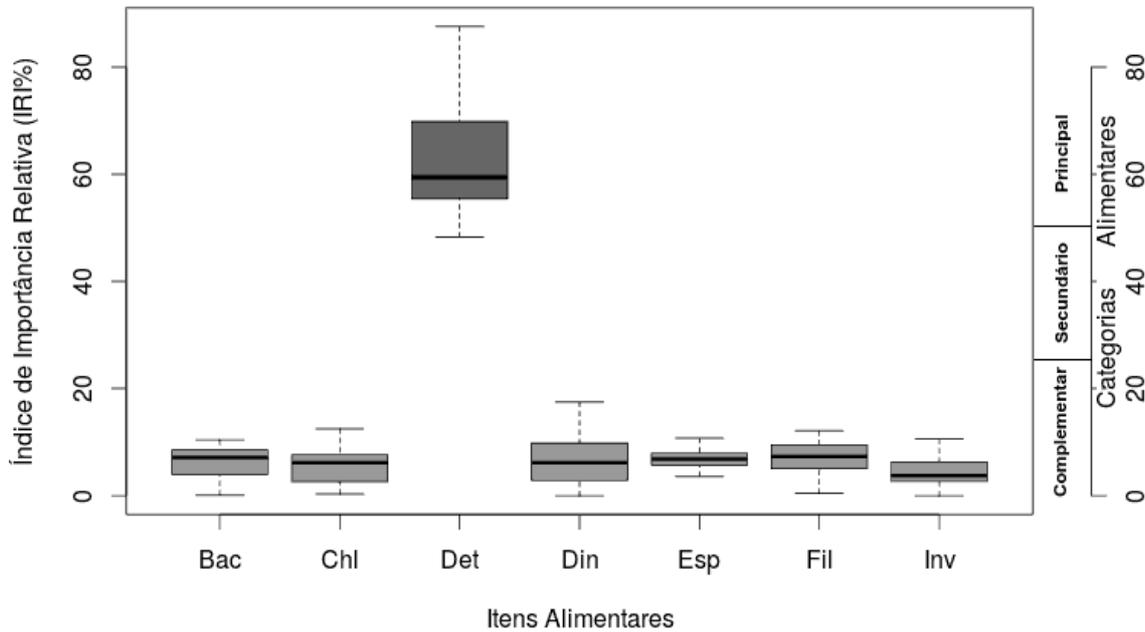


Figura 10: Gráfico da dieta de *Spectracanthicus punctatissimus* evidenciando as categorias alimentares (Bac=Bacillariophyta, Chl=Chlorophyta, Det=Detritos, Din=Dinophyta, Esp=Esponja, Fil=Filamentosas e Inv=Invertebrados), de acordo com o IRI% e a variação de todos os itens consumidos pela espécie em todo o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013 no rio Xingu, Altamira, Pará.

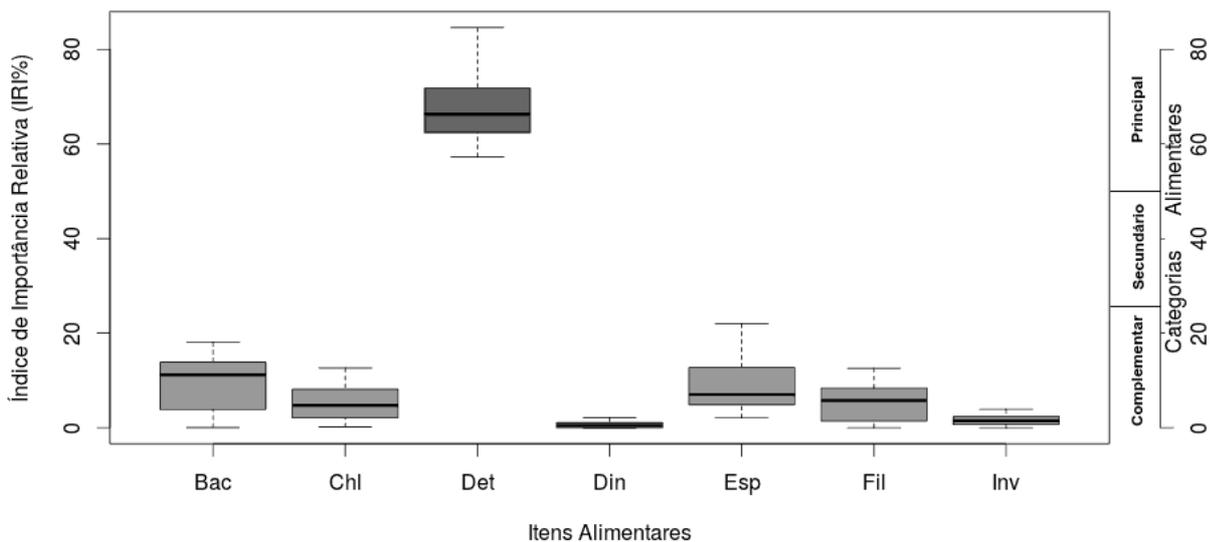


Figura 11: Gráfico da dieta de *Spectracanthicus zuanoni* evidenciando as categorias alimentares (Bac=Bacillariophyta, Chl=Chlorophyta, Det=Detritos, Din=Dinophyta, Esp=Esponja, Fil=Filamentosas e Inv=Invertebrados), de acordo com o IRI% e a variação de todos os itens consumidos pela espécie em todo o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013 no rio Xingu, Altamira, Pará.

Com relação às classes de comprimento, não foram observadas, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), diferenças estatísticas quanto ao IRI% para nenhuma das categorias da dieta de *Spectracanthicus* (Figuras 12 e 13).

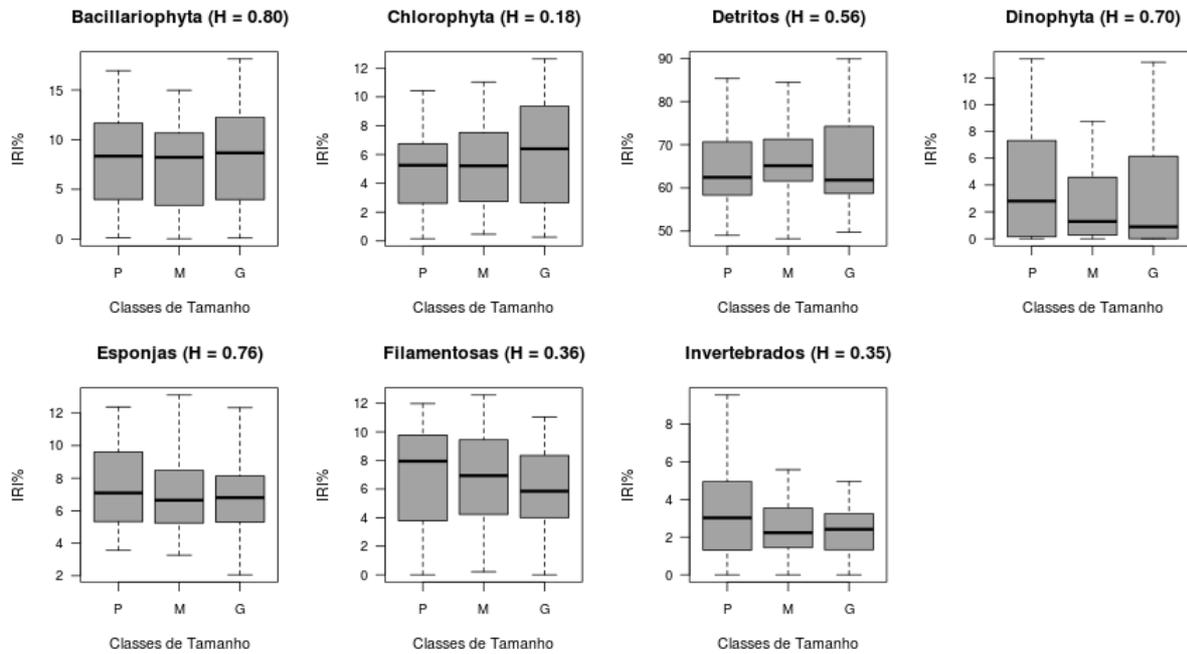


Figura 12: Gráfico da variação do IRI% em relação às classes de tamanho de *Spectracanthicus punctatissimus*.

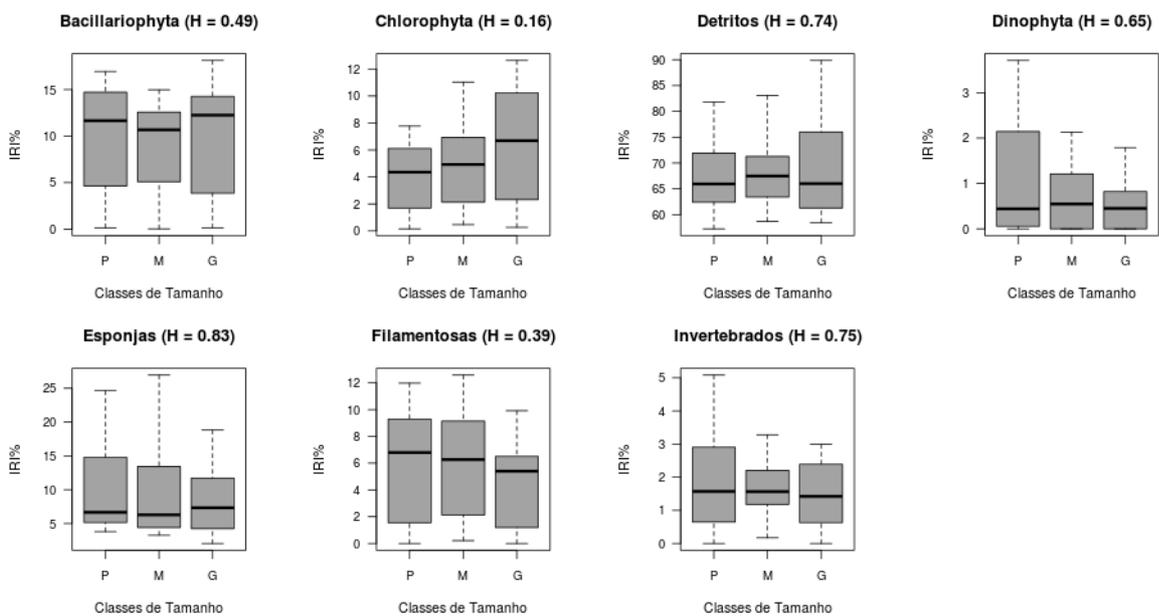


Figura 13: Gráfico da variação do IRI% em relação às classes de tamanho de *Spectracanthicus zuanoni*

As variações do Índice de Importância Alimentar (IRI%) foram também verificadas através de Anova Multivariada Permutacional (Permanova) e Análise de Coordenadas Principais (PCO) entre os períodos hidrológicos e espécies (Figura 14). A análise de Permanova resultou em valores de p menores que 0,05 para os fatores Períodos e Espécies, contudo, ficaram maiores que 5% para o fator Classes de Comprimento. No resultado da PCO, de maneira geral, nota-se uma nítida separação dos estômagos entre os períodos de ambas as espécies. No entanto, os períodos hidrológicos apresentaram ordenações distintas nas duas espécies. Os períodos de Cheia se agrupam do lado direito do espaço dimensional, enquanto os períodos de Seca, Enchente e Vazante, posicionam do lado esquerdo do gráfico. Esse últimos três períodos se apresentam com uma sobreposição acentuada entre si no *S. punctatissimus*. Na ordenação geral dos períodos a separação é mais evidenciada em *Spectracanthicus zuanoni*. Os períodos transicionais (Enchente e Vazante) tendem a se relacionar mais com a Seca do que com a Cheia. Observa-se também que, os períodos de Cheia possuem, de forma bem evidente, apenas dois itens alimentares mais próximos, Detritos e Esponjas. Nota-se também, que os itens Cholorophyta e Bacillariophyta estão mais relacionados a Seca, Enchente e Vazante, evidenciando a ocorrência e importância diferenciada das categorias alimentares durante os ciclos hidrológicos. Além disso, observa-se na ordenação que os estômagos do período de Cheia de *Spectracanthicus zuanoni* estão mais distantes dos outros períodos, diferente do que acontece com o *Spectracanthicus punctatissimus*, onde o período de Cheia está mais próximo do grupo sobreposto (Figura 14). Pode-se evidenciar que não há uma grande diferença nas distâncias entre as classes de comprimento dentro de cada espécie nos seus respectivos períodos. O resultado da Permanova mostrou um valor de p maior que 5% para o fator Classes de Comprimento, confirmando as similaridades presentes dentro desse fator (Figura 15).

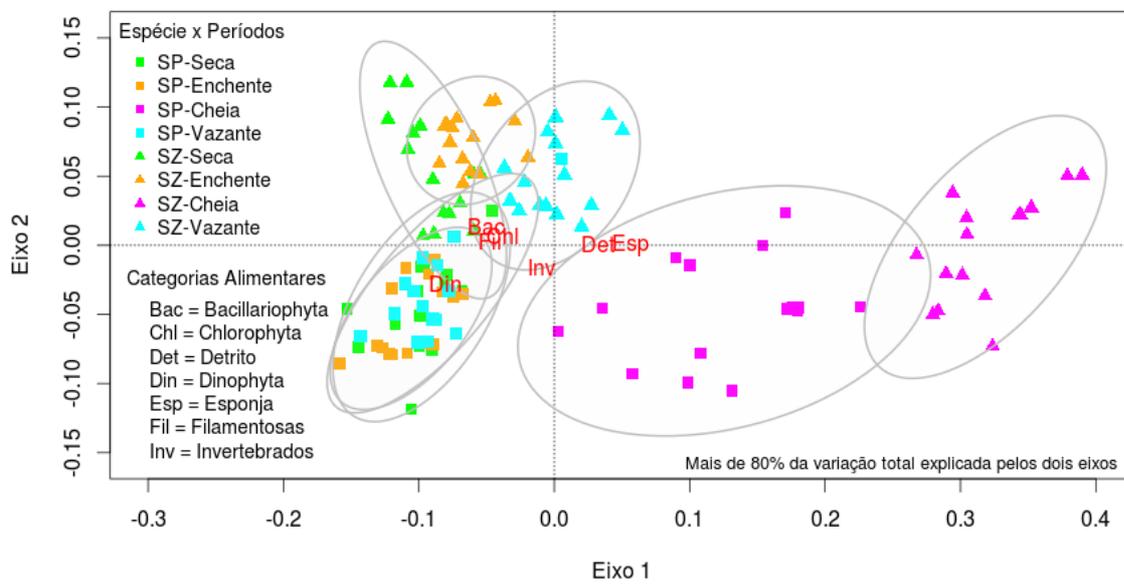


Figura 14: Gráfico da análise PCO dos valores do índice alimentar (IRI) de *Spectracanthicus punctatissimus* (SP) e *Spectracanthicus zuanoni* (SZ), indicando a separação das amostras por espécie e períodos hidrológicos. Coleta realizada entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

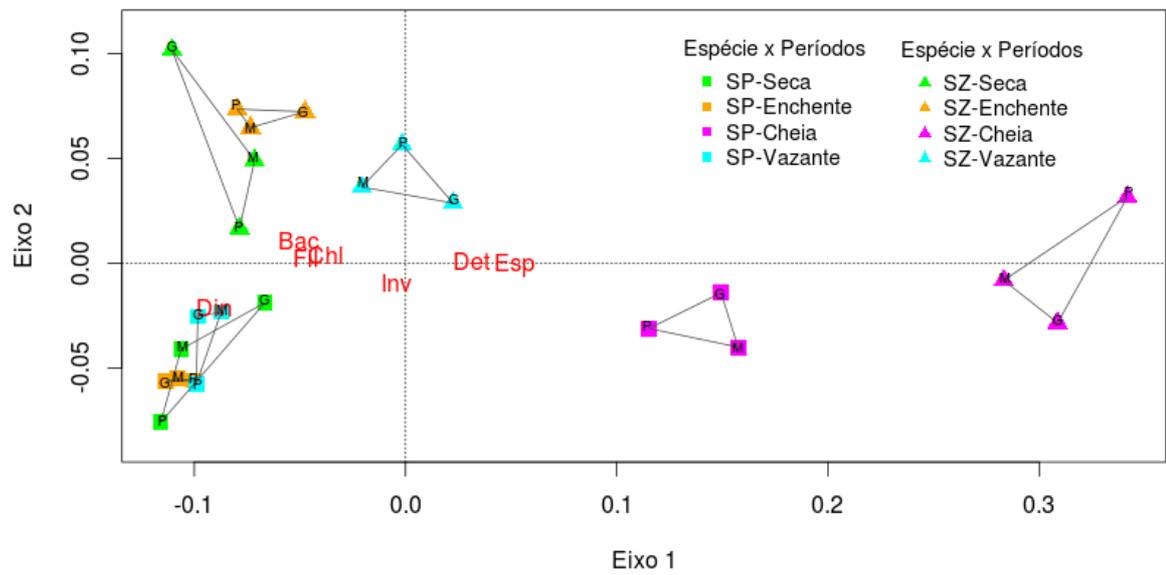


Figura 15: Gráfico da análise PCO (resumido) dos valores médios do índice alimentar (IRI) de *Spectracanthicus punctatissimus* (SP) e *Spectracanthicus zuanoni* (SZ), indicando a separação das amostras por espécie, períodos hidrológicos e classes de comprimento. Coleta realizada entre setembro/2012 e junho de 2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

6.5 AMPLITUDE DE NICHOS

A análise da amplitude de nicho baseada no índice de Levin padronizado caracterizou valores menores que ($BA < 0,4$) para as duas espécies em todos os períodos. A amplitude de nicho média foi de $BA = 0,28$ para *Spectracanthicus punctatissimus* e $BA = 0,19$ para *Spectracanthicus zuanoni*. Portanto, a amplitude foi classificada como baixa, segundo os critérios adotados. Isso indica especialização da dieta para a captura de detritos, como já foi detectado nas análises anteriores. Posteriormente, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis (H) para testar possíveis diferenças entre os períodos amostrais, contudo o resultado ($H = 0,3$) não foi significativo para nenhuma das espécies (Tabela 4).

Tabela 4: Resultado da amplitude de Nicho de Levin padronizado (BA) para as duas espécies de acarís durante o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

Amplitude de Nicho (BA)				
Espécies	Seca	Enchente	Cheia	Vazante
<i>S. punctatissimus</i>	0,28	0,31	0,07	0,27
<i>S. zuanoni</i>	0,22	0,22	0,08	0,16

6.6 SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS

A análise da sobreposição de nicho pelo método de Pianka (1973) retornou valores de sobreposição de nicho de $O > 0,6$ sendo O médio = 0,96 para todo o ciclo hidrológico. Estimou-se que o menor valor de sobreposição aconteceu no período de Seca (Tabela 5). Portanto, de acordo com os critérios estabelecidos a sobreposição foi considerada bastante elevada entre as duas espécies.

Tabela 5: Resultado da sobreposição de Nicho de Pianka (O) para as duas espécies de acaris durante o período hidrológico de setembro/2012 a junho/2013, rio Xingu, Altamira, Pará.

Espécies	Períodos Hidrológicos			
	Seca	Enchente	Cheia	Vazante
<i>S. punctatissimus</i>				
x	0,98	0,98	0,99	0,98
<i>S. zuanoni</i>				

7 DISCUSSÃO

As condições ambientais são muito importantes para a espécie Loricariidae, pois sua alimentação está associada ao substrato e a matéria orgânica (detritos) disponível, de acordo com Casatti *et al.* (2005) e Cardone *et al.* (2006). Portanto, os detritos superam todos os outros itens com valores elevados em todos os períodos, isso também foi observado com outra espécie na região amazônica. Sá-Oliveira e Isaac (2013) também relatam a predominância de detritos/sedimentos na dieta dos loricarídeos *Hypostomus plecostomus* e *Hypostomus emarginatus*, de um reservatório no estado do Amapá.

A composição da dieta do acaris estudados corrobora os resultados obtidos por outros estudos com loricarídeos, no que se refere a presença de algas, como diatomáceas, clorofíceas, e algas filamentosas na dieta indicando um modesto hábito herbívoro (HAHN *et al.* 1997a; BRANDAO-GONCALVES *et al.* 2010; SÁ-OLIVEIRA e ISAAC 2013). Os dados obtidos nas análises de *Spectracanthicus*, posicionam as algas como itens *complementares* na dieta e associados a invertebrados apontando também para a onivoria, um hábito já referenciado para a família Loricariidae (AGOSTINHO *et al.* 1997; DELARIVA e AGOSTINHO 2001; CASATTI *et al.* 2005; LUJAN *et al.* 2012). Outro recurso importante apesar de ser classificado como *complementar*, nesse estudo, é a presença constante de espículas de esponjas no substrato pastado pelos acaris, em todos os períodos hidrológicos. Esta ocorrência é apoiada pelos registros realizados por Zuanon (1999) na mesma região do rio Xingu.

A intensidade alimentar de *Spectracanthicus punctatissimus* e *Spectracanthicus zuanoni*, analisada a partir dos dados do índice de repleção, mostrou-se relativamente constante ao longo de todo ciclo hidrológico, sendo observada uma variação estatisticamente significativa apenas no período de seca para *Spectracanthicus zuanoni*. Esses resultados podem indicar que esse período apresenta maior disponibilidade de recursos no perifíton, como pode ser observado nas tabelas 3 e 4, quanto à composição da dieta. Esse comportamento não se repetiu com *Spectracanthicus punctatissimus* pelos dados do índice de repleção. De acordo com Hyslop (1980), modificações na quantidades dos conteúdos estomacais durante o ciclo anual, evidenciam diferenças na intensidade da alimentação. Essa diferença pode estar ligada a outro aspecto da biologia dos acaris como sua reprodução ou mesmo a maior oferta de alimento disponível no meio.

De acordo com Lowe-McConnell (1999), a maioria das espécies da ictiofauna possui certa flexibilidade nos hábitos alimentares ligados à morfologia, comportamento e alterações no percurso do seu desenvolvimento. Neste sentido, as espécies de *Spectracanthicus* não apresentaram diferenças significativas na dieta, uma vez que os detritos constituem o item alimentar mais

importante e distribuído de forma equitativa entre as três classes de comprimento analisadas. Além disso, a distribuição dos outros itens alimentares apresentaram uniformidade entre as três classes nas duas espécies. Isso se deve, possivelmente, a pouca variação na estrutura bucal durante o crescimento e seu comportamento raspador de perifíton (APÊNDICE A). Essa ocorrência é também corroborada por estudos realizados na região por Py-Daniel e Zuanon (2005), onde os loricarídeos do gênero *Baryancistrus*, que apresentam estrutura bucal e hábitos alimentares similares, também apresentam dieta muito semelhante aos acaris analisados.

Com relação a análise do quociente intestinal, este foi caracterizado por um aumento do índice a medida que o crescimento do indivíduo ocorre. De acordo com Ward-Campbell *et al.* (2005), o quociente intestinal abaixo de 1,0 pode indicar uma dieta carnívora. Valores entre um e três evidenciam uma dieta onívora e mais de três uma dieta herbívora ou detritívora. Desse modo, isso pode indicar, de acordo com Barbieri (1994), que à medida que os indivíduos crescem, há uma adaptação do trato intestinal dos acaris para a utilização de recursos alimentares de natureza vegetal e de difícil digestão, como diatomáceas, algas verdes, algas filamentosas raspadas do perifíton (APÊNDICE B). O aumento da abertura bucal, que acompanha o crescimento, pode proporcionar maior amplitude da área de “raspagem”, incrementando assim o hábito detritívoro, porém, como são acrescentados outros itens, como invertebrados, isso os enquadraria também como onívoros. Contudo, segundo estudo de Barbieri *et al.* (1994), com os valores médios obtidos de *Spectracanthicus punctatissimus* ($Q_i = 7,4$) e de *Spectracanthicus zuanoni* ($Q_i = 6,0$), essas espécies de acaris deveriam ser posicionadas como detritívoras. De acordo com Zavala-Camin (1996), apesar da presença frequente de alimento de natureza vegetal como, diatomáceas, clorofíceas e algas filamentosas, não se deveria caracterizá-los como herbívoros, pois, os peixes que possuem esse hábito alimentar selecionam material vegetal vivo e multicelular. No entanto, os acaris estudados consomem principalmente itens vegetais unicelulares presentes no perifíton que são raspados no processo de alimentação de forma, aparentemente, aleatória. Isso é corroborado pela não observação de diferença estatística da dieta em nenhum dos itens entre as classes de comprimento nas duas espécies.

De modo geral, também é comum observar, a presença de invertebrados como microcrustáceos, tecamebas, larvas de insetos aquáticos como Chironomidae e Ephemeroptera, confirmando o aspecto onívoro associado. Essa característica pode ser encontrada em acaris com hábitos semelhantes, onde há uma certa diversidade de invertebrados na dieta dos loricarídeos do gênero *Parancistrus*, analisados por Py-Daniel e Zuanon (2005), na mesma região. Embora estes itens possam ser considerados secundários, diante da grande e consistente dependência dos recursos oriundos dos detritos/sedimentos na dieta, a sua presença nos *Spectracanthicus* analisados indica a

possibilidade de outras opções de diversificação na dieta.

Um aspecto fundamental observado nos estudos de ecologia trófica é o papel da amplitude de nicho alimentar na determinação do regime trófico da espécie. Os resultados observados nesse estudo ressaltam e corroboram trabalhos realizados na região amazônica com outros loricarídeos. Mérona e Rankin-de-Mérona (2004) encontraram um alto nível de especialização em *Hypostomus plecostomus* e *Glyptoperichthys joselimaianus* na captura de detritos, em estudo realizado na região do Rio Negro, estado do Amazonas. Em estudos mais recentes, Sá-Oliveira e Isaac (2013) observaram uma baixa amplitude de nicho na dieta dos loricarídeos detritívoros *Hypostomus plecostomus* e *Hypostomus emarginatus*, que habitam um reservatório muito antigo no estado do Amapá. Os resultados da amplitude de nicho trófico encontrados nas espécies estudadas de *Spectracanthicus*, relataram valores de amplitude bastante baixos o que reforça o comportamento alimentar especializado na alimentação de detritos/sedimentos dessas espécies. Isso talvez possa explicar a ausência de diferença entre as classes de comprimento nas duas espécies em relação às sete categorias alimentares analisadas.

Winemiller *et al.* (2001) sugere que, de modo geral, a sobreposição alimentar é maior em sistemas ricos em espécies e, de acordo com Ross (1986), a ocorrência desse processo ecológico é muito comum em assembléias de peixes (ROSS 1986). Nesse sentido, é uma informação apoiada por vários estudos (ZUANON 1999; ISAAC *et al.* 2002; ZORRO *et al.* 2004; PY-DANIEL e ZUANON 2005; CHAMON 2007; CASTILHOS e BUCKUP 2011), que a região dos pedrais no rio Xingu, local do presente estudo, é um ambiente que mantém uma grande comunidade de loricarídeos. Portanto, os resultados das análises de sobreposição de nicho para os *Spectracanthicus* estudados, que observou em média valores altos ($O > 0,6$), corroboram as informações que sugerem esta sobreposição. Contudo, apesar dos valores de sobreposição de nicho entre os acaris se mostrarem altos pelo resultado do índice de Pianka, a análise multivariada realizada com Permanova e PCO evidenciam um detalhamento que estes índices não conseguiram visualizar. A análise de PCO expressa uma evidente separação das estratégias alimentares dessas duas espécies. Pois, apesar de consumirem basicamente as mesmas categorias alimentares, fazem-na de maneiras distintas. Portanto, sob esse ponto de vista, as duas espécies não apresentam uma sobreposição total de nicho alimentar. Nesse sentido, Winemiller *et al.* (2001) também considera que a baixa amplitude e pouca sobreposição de nicho proporcionam a coexistência de espécies semelhantes. Isso é possível se for considerado que há uma grande abundância de algas e invertebrados no perifíton bentônico, durante o período de seca e de transição e detritos durante a cheia. Se for somado, a esse aspecto, a abundância de locais de forrageamento e abrigo, então se teria uma explicação plausível para a co-existência dessas duas espécies nos mesmos habitats (CHAMON e

PY-DANIEL 2014), mesmo com uma dieta muito semelhante .

O debate sobre o perfil trófico de uma espécie sempre é motivo de discordâncias devido as diversas abordagens possíveis em ecologia. Contudo, no caso dos cascudos do gênero *Spectracanthicus* estudados nesse trabalho, é possível obter-se um parecer mais definido, se levarmos em conta os dados estimados neste estudo. Então, analisando de acordo com os resultados obtidos, a estrutura bucal (APÊNDICE A), quociente intestinal, composição da dieta, períodos hidrológicos e classes de comprimento estudadas, podemos inferir com mais precisão sobre o perfil trófico dos acarís:

Seriam herbívoros? Podemos dizer que os dados não apontam nessa direção. Apesar de consumirem algas (diatomáceas, clorófitas, filamentosas e dinofitas), elas entram na dieta de maneira secundária. São algas microscópicas que estão presentes no perifíton e são levadas juntamente no processo de “raspagem” nos pedrais onde pastam (WINEMILLER e JEPSEN 1998; CHAMON e PY-DANIEL 2014). Junto com as algas vão invertebrados que habitam no mesmo local como tecamebas, larvas de Ephemeroptera e Chironomidae, microcrustáceos (Ostracoda e Cladocera), rotíferos e esponjas. De acordo com Zavalla-Camin (1996) os peixes herbívoros caracterizam-se por selecionar o material vegetal vivo e pluricelular. O que não acontece com os acarís em estudo. A morfologia dentária de *Spectracanthicus* também não é típica de raspadores de madeira, segundo Chamon (2012), o que neste ponto de vista, também os retiraria do grupo dos herbívoros.

Seriam onívoros? Como já foi citado anteriormente, há organismos de natureza animal encontrados na dieta desses acarís. Contudo, assim como as algas, eles também foram capturados aleatoriamente no processo de raspagem do perifíton. Zuanon (1999) em estudos na região do Xingu, considerou *Spectracanthicus punctatissimus* onívoro quanto a dieta. Do ponto de vista conceitual, pode-se até considerar sua onivoria, mas funcionalmente seria inadequado. Primeiro, porque a representação dos itens não é equilibrada, sendo muito maior a presença de detritos em relação aos outros itens. Segundo, porque, durante o período de cheia, a dieta dos acarís consiste quase que totalmente de detritos. Se eles dependessem de algas e invertebrados provavelmente suas funções nutricionais e reprodutivas seriam seriamente afetadas pela falta desses itens durante o tempo de cheia. Contudo, aparentemente, isso não ocorre, pois durante todos os períodos os acarís são encontrado em processo reprodutivo e alimentar nos pedrais do Xingu (ELETROBRÁS 2008).

Seriam detritívoros? Segundo os parâmetros utilizados no estudo, pode-se dizer que eles são consistentemente detritívoros. A maioria absoluta do conteúdo estomacal é composta de detritos e sedimentos. Detritos são constituídos principalmente por matéria orgânica particulada fina que se origina do processo de ciclagem da matéria ao longo do rio (VANOTTE *et al.* 1980; LUJAN *et al.*

2012). Esse material é transportado rio abaixo desde as suas nascentes, onde começa o processo de fragmentação até se tornar um recurso muito importante para os organismos detritívoros no terço médio do rio (VANOTTE *et al.* 1980). Há quatro aspectos resultantes do trabalho que apontam para esse perfil trófico. O primeiro é o comportamento raspador não-seletivo dos acarís estudados. Sua morfologia dentária e bucal (dentes robustos sem forma de colher), determina o hábito raspador de epilítion (CHAMON 2012; APÊNDICE A). Não foi observado em nenhum dos estômagos consistente presença de material vegetal superior o que indicaria a raspagem de trocos e galhos submersos. O hábitat onde os acarís são encontrados é a estrutura rochosa do leito do rio e, nesse local, sua estratégia de forrageamento é caracterizada pela raspagem do epilítion (ZUANON 1999, PY-DANIEL, ZUANON e OLIVEIRA 2011). Os integrantes do epilítion possuem um ciclo biológico curto. Portanto, reagem rapidamente às alterações no ambiente, fornecendo, portanto, ótimos indicadores ambientais do estado alimentar e da qualidade do meio aquático, esse aspecto está de acordo com Rodrigues 2003 e Hermany *et al.* 2006). Isso pode ser estimado pelas diferenças efetivas entre os ciclos hidrológicos e o efeito destas alterações sobre a dieta dos acarís. O segundo aspecto é a composição da dieta. A maior contribuição obtida pelo índice alimentar aponta para uma dieta rica em detritos e sedimentos em todo o ciclo hidrológico e em todos os tamanhos de cada espécie. Outro aspecto é a dependência absoluta dos detritos nos meses de cheia. Sem os detritos e sedimentos, provavelmente os acarís teriam sérios problemas nutricionais por conta da sua alta especialização bucal para raspar o substrato rochoso (APÊNDICE A). Uma vez que os outros itens tem baixa contribuição nesse período e mesmo assim os acarís continuam desenvolvendo suas funções biológicas de reprodução, crescimento e alimentação normalmente (ELETROBRÁS 2008), portanto, a energia necessária para todos esses processos deve ser, em sua maior parte, oriunda da alimentação de detritos e sedimentos. Por último, um dado complementar é o aumento do quociente intestinal e o longo intestino enrolado dos acarís analisados. De acordo com os estudo realizados por Barbieri (1994), o aumento do quociente intestinal reforça a ocorrência do hábito detritívoro. Além deste autor, este aspecto é enfatizado por Ward-Campbell *et al.* (2005) onde ressalta que valores acima de 3,0 caracterizam o hábito herbívoro ou detritívoro. Portanto, o aumento do quociente intestinal, dos acarís em questão, mostra que o caráter detritívoro é incrementado com o aumento de tamanho. Isso provavelmente ocorre visando uma utilização otimizada do aporte energético contido nesse material de difícil digestão.

De acordo com Esteves (1998), durante o período de Cheia, a alta precipitação influencia diretamente a transparência da água (turbidez) e esta a penetração da radiação solar. Além disso, a profundidade, que aumenta muito nesse período, proporciona menos luminosidade nas regiões mais profundas, assim, podemos supor que nesse período ocorre um ambiente com uma forte diminuição

da riqueza de algas perifíticas, o que é corroborado pelo Ibama-Relatório Perifiton (2007) e HERMANY *et al.* (2006) que caracterizou o gradiente de luz como uma das principais variáveis que determinam a distribuição e abundância das algas no perifiton. Essas mudanças provocam alteração na dieta dos *Spectracanthicus* durante o tempo em que o nível das águas está alto. Esse processo tem proporcionado por muito tempo, dois cenários no ambiente do perifiton bentônico durante o ciclo hidrológico no rio Xingu. Um com abundância e riqueza de algas (seca, enchente, e vazante) e o outro com reduzida biodiversidade. Esses cenários perderão sua dinâmica com a barragem da hidrelétrica de Belo Monte. Após o barramento das águas, só haverá dois cenários hidrológicos na região, um de seca a jusante e um de cheia a montante da barragem na área do reservatório. Desse modo, os acaris *Spectracanthicus* estarão permanentemente submetidos a esses dois cenários com dinâmicas tróficas completamente diferentes no ambiente do perifiton bentônico.

Segundo Pianka (1973), as espécies podem compartilhar alimento e espaço. Portanto, com base nos resultados deste estudo, pode-se sugerir que a partilha de recursos e a grande disponibilidade de alimentos são os processos fundamentais que estão proporcionando a co-existência dessas duas espécies de loricarídeos no rio Xingu, apesar de serem potencialmente competidoras.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1) Os acarís do gênero *Spectracanthicus* desse estudo, alimentam-se basicamente de detritos/sedimentos na região de pedrais onde habitam e tem como recursos alimentares complementares diatomáceas, clorofíceas, algas filamentosas, dinoflagelados, invertebrados e esponjas;
- 2) As algas (clorofíceas, diatomáceas e filamentosas) são pouco representativas no período de cheia, sendo abundantes na seca;
- 3) Não foram detectadas variações ontogênicas na dieta dos acarís entre os diferentes tamanhos, o que parece indicar que a pouca variação morfológica da estrutura bucal determina uma certa homogeneidade de alimentação, também, possivelmente, devido ao hábito especializado de raspar o perifíton;
- 4) Apresentam intensidade alimentar relativamente constante em todo ciclo hidrológico, não sendo afetados pela variação no regime hidrológico nem no tamanho quanto a esta atividade;
- 5) A amplitude de nicho estimada indica um perfil trófico especialista na captura de detritos raspados do perifíton complementado com outros itens presentes nesse ambiente;
- 6) Os valores crescentes do quociente intestinal, a medida que os acarís crescem de tamanho, indicam uma tendência à herbivoria ou à detritivoria, esta última é a que encontra mais evidência e apoio no presente estudo;
- 7) Os acarís estudados apresentam alta sobreposição de nicho trófico, mas esta é atenuada pela partilha de recursos utilizados pelas duas espécies que se encontram em grande abundância nos pedrais do rio Xingu;
- 8) Os cenários de alimentação experimentados pelos acarís são muito parecidos com o cenário hidrológico que se estabelecerá com a barragem da UHE Belo Monte. Sendo seca a jusante e cheia a montante da barragem.

9 APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTRUTURA BUCAL DE *SPECTRACANTHICUS*

A boca está localizada ventralmente e circundada por lábios em forma de abas. Os dentários são agudos ou retos (geralmente perto de 80 graus). A forma do maxilar é alongada e estreita, larga e uniforme distalmente. Os maxilares se apresentam bastante angulados ventralmente, quase formando um angulo reto. A forma do pré-maxilar é moderadamente estreita e alongada. Apresenta entre seis e 25 dentes em cada pré-maxilar. Os dentes são robustos, mas não em forma de colher, bicuspidados com cúspide grande (CHAMON 2012).



Figura 16: Estrutura bucal de exemplar de *S. punctatissimus* (CP = 5,7 cm), coletado no rio Xingu, Altamira - Pará.



Figura 17: Estrutura bucal de exemplar de *S. zuanoni* (CP = 5,2 cm), coletado no rio Xingu, Altamira - Pará.

APÊNDICE B – MORFOLOGIA DO TRATO INTESTINAL DE *SPECTRACANTHICUS*

- Intestino enrolado e longo (a)
- Apresenta estômago definido em forma de bolsa ou saco (b)
- Fígado envolto pelas dobras intestinais.



Figura 18: Trato intestinal de *S. punctatissimus* (CP = 5,7 cm), em destaque (a) intestino em dobras circulares e (b) estômago definido.



Figura 19: Estômagos de *Spectracanthicus zuanoni*, onde (A) porção anterior e (P) porção posterior do trato intestinal de dois indivíduos pequenos 4,3 cm (direita) e 5,2 cm (esquerda).

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v. 26, p. 32–46.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. 1997. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. New York: Columbia University Press. 191 p.
- BARBIERI, G.; PERET, A.C.; VERANI, J.R. 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies de peixes da região de São Carlos (SP), 1- Quociente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia*, n. 54, v. 1, p. 63-69.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições). São Carlos: 2 ed. Rima. 502 p.
- BRANDAO-GONCALVES, L.; OLIVEIRA, S.A. de; LIMA-JUNIOR, S.E. 2010. Hábitos alimentares da ictiofauna do córrego Franco, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 2.
- CAMARGO, M. 2004. A comunidade ictíca e suas interrelações tróficas como indicadores de integridade biológica na área de influência do projeto hidrelétrico Belo Monte, Rio Xingu. Tese de doutorado. Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. 184 p.
- CARDONE, I.B.; LIMA-JUNIOR, S.E.; GOITEIN, R. 2006. Diet and capture of *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricariidae) in a small brazilian stream: relationship with limnological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, n. 1, v. 66, p. 25-33.
- CASATTI, L.; ROCHA, F.C.; PEREIRA, D.C.; 2005. Habitat use by two species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian streams. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, p. 1-9.
- CASTILHOS, Z.C.; BUCKUP, P.A, (eds). 2011. Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Rio de Janeiro: CETEM. 246 p.
- CHAMON, C.C. 2007. Revisão taxonômica e relações filogenéticas do gênero *Leporacanthicus* Isbrücker e Nijssen, 1989 (Siluriformes, Loricariidae), São Paulo: USP. 230 p.
- CHAMON, C.C. 2012. Revisão taxonômica e relações filogenéticas do grupo *Acanthicus* (Siluriformes, Loricariidae). Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- CHAMON, C.C.; PY-DANIEL, L.H.R. 2014. Taxonomic revision of *Spectracanthicus* Nijssen & Isbrücker (Loricariidae: Hypostominae: Ancistrini), with description of three new species. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 1-25.
- CORTÉS. E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of

- stomach contents: application to Elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 54, p.726-738.
- DANCEY, C; REIDY, J. 2006. *Estatística sem matemática para psicologia: Usando SPSS para Windows*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 608 p.
- DELARIVA, R.L.; AGOSTINHO, A.A. 2001. Relationship between morphology and diets of six neotropical loriciids. *Journal of Fish Biology*, London, v. 58, p. 832-847.
- ELETROBRÁS. 2007. *Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu*. Ministério de Minas e Energias. Brasília. 44 p.
- ELETROBRÁS. 2008 - *Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. Relatório Ictiofauna e Pesca*. v.19, p. 229.
- ELETROBRÁS. 2009. *Áreas de influência e área de abrangência regional (Físico e Biótico) – Área de Abrangência Regional Meio Físico. Estudo de Impacto Ambiental – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte*. Brasília, v. 5, 107 p.
- ELETRONORTE. 2002. *Estudo e relatório de impacto ambiental CHE. Belo Monte. Convênio – Fundação do Amparo ao desenvolvimento da pesquisa - FADESP- ELETRONORTE*, Brasília.
- ESTEVES, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/Finep, Rio de Janeiro, 604p.
- FEARNSIDE, P.M.; MILLIKAN, B. 2012. Hidrelétricas na Amazônia: Fonte de energia limpa? In: P.F. Morera (ed.) *Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios*. Brasília: 2ª ed. Rios Internacionais. 100 p. ISBN 978-85-99214-03-9. p. 47-54; 93-99.
- FERNANDO, C.H. 2002. *Guide to tropical freshwater zooplankton: identification, ecology and impact on fisheries*. Leiden: Backhuys Publishers. 307 p.
- FUGI, R.; LUZ-AGOSTINHO, K.D.G.; AGOSTINHO, A.A. 2008. Trophic interaction between an introduced (peacock bass) and a native (dogfish) piscivorous fish in a Neotropical impounded river. *Hydrobiologia*, v. 607, p. 143–150.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Anna Emília A. M. Vazzoler; Angelo Antonio Agostinho; Patrícia T. M. Cunningham, São Paulo: EDUSP, n. 9, 535 p.
- GERKING, S.D. 1994. *Feeding ecology of fish*. 1st edition. San Diego: Academic Press, 416 p.
- GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. 2011. *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed, Porto Alegre.
- HAHN, N.S.; ANDRIAN, I.F.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L. 1997a. *Ecologia trófica*. In: VAZZOLER; A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). *A planície de inundação do Alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM/Nupélia, p.

209-228. 460 p.

HAHN, N.S.; AGOSTINHO, AA.; GOITEIN, R. 1997b. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 9, p. 211-221.

HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L. 2003. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando? *Interciência*, v. 28, n. 2, p. 100-104.

HERDER, F.; FREYHOF, J. 2006. Resource partitioning in a tropical stream fish assemblage. *J. Fish Biol.*, v. 69, p. 571-589.

HERMANY, G., SCHWARZBOLD, A., LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A. 2006. Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas de um sistema de rio de baixa ordem da Região Hidrográfica do Guaíba: subsídios ao monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos sul-brasileiros. *Acta Limnologica Brasiliensia*, n.18, v.1, p. 9-27.

HURLBERT, S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, v. 59, p. 67-77.

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

ISAAC, V.; CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; MOURÃO, M.; CARVALHO, J.R.; ZUANON, J.A.S. 2002. Levantamento da ictiofauna na região da UHE Belomonte, Altamira, PA. *Eletronorte*.

JUNK, W.J. 2001. The flood pulse concept of large rivers: Learning from the tropics. *Verrh. Internat. Verein. Limol.*, v. 27, p. 385-395.

JUNK, W.J.; WANTZEN K.M. 2004. The flood pulse concept: New aspects, approaches, and applications—an update. In Welcomme, R. & T. Petr (eds), *Proceedings of the 2nd Large River Symposium (LARS)*, Pnom Penh, Cambodia. Bangkok. RAP Publication. p. 117–149.

KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York, Harper Collins Publishers, 654 p.

LUJAN, N.K.; WINEMILLER, K.O.; ARMBRUSTER, J.W. 2012. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BMC Evolutionary Biology*, v. 12, n. 1, p. 124.

MAZZONI, R.; REZENDE, C.F.; MANNA, L.R. 2010. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 3, p. 569-574.

MÉRONA, B.; RANKIN-DE-MÉRONA, J. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, v. 2, n. 2, p. 75-84.

MMA (Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2008. Instrução Normativa IBAMA 204, de 22 de outubro de 2008. Ministério do Meio Ambiente. *Diário Oficial da União* n. 207, v. 1, p. 91-92.

- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 174 p.
- NOVAKOWSKI, G.C., N.S. HAHN; FUGI, R. 2008. Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. *Neotropical Ichthyology*, n. 6 v. 4, p. 567-576.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* v. 4, p. 53-74.
- PRANG, G. 2007. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the UK market. *Revista Uakari*, n. 3, v. 1, p. 7-51.
- RAPP PY-DANIEL, L.H.; ZUANON, J.A.S. 2005. Description of a new species of *Parancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Xingu, Brasil. *Neotropical Ichthyology*, n.3, v. 4, p. 571-577.
- R CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. 2003 Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 742.
- RESENDE, E.K.; PEREIRA, R.A.C. 2007. Metodologia para determinação de dieta alimentar de peixes detritívoros. Corumbá: Embrapa Pantanal, Circular Técnica, n. 72, 4 p.
- RODRIGUES, L. 2003. O papel do epilítton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Ed.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem. P. 211-229.
- RODRIGUES, S.K. 1993. Neotectônica e sedimentação quaternária da região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 106 p.
- ROSS, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia*, v. 2, p. 352-388.
- SANTOS, G.M.; MÉRONA, B.J.; ANASTÁCIO, A.; JÉGU, M. 2004. Peixes do Baixo Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Brasília: ELETRONORTE, 216 p.
- Sá-OLIVEIRA, J.; ISAAC, V. 2013. Diet breadth and niche overlap between *hypostomus plecostomus* (LINNAEUS, 1758) and *hypostomus emarginatus* (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES) from the coaracy nunes hydroelectric reservoir in ferreira gomes, Amapá-Brazil. *Biota Amazônia*, ISSN 2179-5746, v. 3, n. 2, p. 116-125.
- SILVA, C.P.D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, n. 23, v. 2-3, p. 271-285.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.G. 2012. *Biometry*. 4th, ed. Freeman and Company, New York. ISBN

978-0-7167-8604-7

UIEDA, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. Rev. Brasil. Biol. v. 44, p. 203-213.

VITULE, R.S.; BRAGA, M.R.; ARANHA, J.M.R. 2008. Ontogenetic, spatial and temporal variations in the feeding ecology of *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Teleostei: Characidae) in a Neotropical stream from Atlantic rainforest, southern Brazil. Neotropical Ichthyology, v. 6, n. 2, p. 211-222.

WINEMILLER, K.O.; JEPSEN, D.B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. Journal of Fish Biology, v. 53, n. sA, p. 267-296.

WINEMILLER, K.O.; PIANKA, E.R.; VITT, L.J.; JOERN, A. 2001. Food web laws or niche theory? Six independent empirical tests. American Naturalist, n. 158, p. 193-199.

WATTS, J.E., MCDONALD, R., DANIEL, R.; SCHREIER, H.J. 2013. Examination of a culturable microbial population from the gastrointestinal tract of the wood-eating loricariid catfish *Panaque nigrolineatus*. Diversity, v. 5, n. 3, p. 641-656.

WOOTTON, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall, 404 p.

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

ZORRO, M.C.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V.J. 2004. Review on geographic distribution of the fish fauna of Xingu River basin - Brazil. Bonn: Ecotropica, v. 10, n. 2, p. 123-147.

ZUANON, J.A.S. 1999. História natural da ictiofauna de corredeiras do rio Xingu, na região de Altamira, Pará. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 197 p.