

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS

**ALIMENTAÇÃO E ANÁLISE MORFOLÓGICA DE
QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES (*Astyanax altiparanae*,
Parauchenipterus galeatus, *Serrasalmus marginatus* e
Hoplias aff. malabaricus) NA PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL.**

DANIELLE PERETTI

**MARINGÁ/PARANÁ
2006**

DANIELLE PERETTI

**ALIMENTAÇÃO E ANÁLISE MORFOLÓGICA DE
QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES (*Astyanax altiparanae*,
Parauchenipterus galeatus, *Serrasalmus marginatus* e
Hoplias aff. malabaricus) NA PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Izabel de Fátima Andrian

Maringá/Paraná

2006

*A imensa satisfação intelectual, o imenso prazer de poder de fato entender por que as coisas são como são na natureza, nos abrem as portas para um eterno, inesgotável caso de amor com o mundo natural. (Fernando Fernandez em sua obra *O Poema Imperfeito: Crônicas de Biologia, Conservação da Natureza e seus Heróis*).*

À Deus e a todos aqueles que me incentivaram, com carinho, amor e paciência a concluir mais esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dra. Izabel de Fátima Andrian pela orientação, incentivo, apoio e paciência durante toda a minha vida acadêmica e por me ensinar os primeiros passos no mundo científico.

À Prof^a. Dra. Maria Raquel Marçal Natali pela co-orientação e que com toda sua paciência e entusiasmo me auxiliou no desenvolvimento da análise histológica.

Às técnicas do laboratório de histotécnica Maria Eurides Carlos Cancino e Maria dos Anjos Moreira Fortunato pelo auxílio na confecção das lâminas.

Ao Dr. Luiz Felipe Machado Velho e ao Leandro do laboratório de zooplâncton pelo auxílio no uso do fotomicroscópio.

À Gisele Caroline Novakowski pelas explicações iniciais para o uso da câmara clara.

Ao Jaime Luiz Lopes pela confecção do mapa.

Às amigas Ana Cristina Petry e Fabiane Abujanra pelos momentos divertidos nos trabalhos de campo. Em especial à Milza Celi Fedatto Abelha por toda a paciência e boas palavras que serviram de grande incentivo para a realização deste trabalho. E a todos os amigos que me ajudaram.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, principalmente à Prof^a. Dra. Liliana Rodrigues quando coordenadora, pelo apoio e incentivo a todas as atividades por mim desenvolvidas.

Ao Nupélia pelo apoio logístico.

Ao projeto PELD e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa.

Aos meus pais pelo estímulo e confiança, aos meus irmãos queridos Itairi e Inajai e ao Raffaele Montuoro por todo incentivo, confiança e amor.

Trabalho formatado segundo as normas do periódico *Journal of Fish Biology* e será dividido nos seguintes artigos:

- Alimentação e análise morfológica do trato digestório de duas espécies de peixes insetívoros (*Astyanax altiparanae* e *Parauchenipterus galeatus*) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.
- Alimentação e análise morfológica do trato digestório de duas espécies de peixes piscívoros (*Serrasalmus marginatus* e *Hoplias* aff. *malabaricus*) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.

Alimentação e análise morfológica de quatro espécies de peixes (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* e *Hoplias aff. malabaricus*) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.

RESUMO

As espécies foram agrupadas em duas categorias tróficas – insetívoros (*Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) e piscívoros (*Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 e *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). Os dois primeiros, embora consumidores de insetos, exploraram grupos alimentares diferentes, destacando-se Hymenoptera para *A. altiparanae* e Coleoptera para *P. galeatus*. *Serrasalmus marginatus* e *H. aff. malabaricus* consumiram peixes, entretanto apenas pedaços de presas foram mais freqüentes para a primeira e peixes inteiros para a segunda. A morfologia do trato digestório foi importante para se fazer inferências quanto à obtenção e o aproveitamento do alimento. *Astyanax altiparanae* exibiu características para obter o alimento em vários compartimentos da coluna d'água de acordo com a posição da boca e o tipo de alimento explorado associado a características como dentes, rastros branquiais e cecos pilóricos. Da mesma forma, *P. galeatus* aproveita os recursos disponíveis em todo o ambiente aquático, porém as características para capturar, manipular e aproveitar o alimento diferiram e para essa espécie ressalta-se a importância das placas dentígeras e dentes faríngeos. *Serrasalmus marginatus* e *H. aff. malabaricus* embora se assemelhando em muitos aspectos da morfologia do trato digestório diferiram nas estratégias de captura das presas. Destaca-se ainda, como um dos vários mecanismos para evitar a fuga da presa quando já dentro das estruturas do trato digestório, a presença de músculo estriado na porção inicial do estômago de *H. aff. malabaricus*.

Palavras-chave: peixes, região tropical, espectro alimentar, morfologia, histologia.

ABSTRACT

The species was set in two trophic guilds - insectivores (*Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) and piscivores (*Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 and *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794). The first two, although consumers of insects, explored different alimentary groups, standing out the Hymenoptera to *A. altiparanae* and Coleoptera to *P. galeatus*. *Serrasalmus marginatus* and *H. aff. malabaricus* consumed mainly fishes, however just pieces of preys were more often found in the first specie stomach content and whole fishes in the second one. The morphology of the digestive tract was important to do inferences as how the predators obtain and use food resources. *Astyanax altiparanae* exhibited characteristics that allowed it to obtain food in several compartments of the water column according to mouth position and the type of food explored associated with characteristics as teeth, gill rakers and pyloric cecum. Also *P. galeatus* consumed food resources that are available in all aquatic compartments, however the characteristics to capture, to manipulate and to absorb food differed, being evidenced the importance of teeth plates and pharyngeal teeth. *Serrasalmus marginatus* and *H. aff. malabaricus* although resembling each other in many aspects of the digestive tract morphology they differed in the strategies to capture preys. It still stands out, as one of the several mechanisms to avoid the prey escape when already inside the digestive tract structures, the presence of striated muscle in the initial portion of the *H. aff. malabaricus* stomach.

Key words: fishes, tropical region, alimentary spectrum, morphology, histology.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
MATERIAL E MÉTODOS	03
DESCRIÇÃO DA ÁREA	03
COLETA	04
DIETA	04
ANÁLISE MORFOLÓGICA	05
ANÁLISE MICROSCÓPICA	06
ANÁLISE ESTATÍSTICA	07
RESULTADOS	07
DIETA	07
ANÁLISE MORFOLÓGICA	15
ANÁLISE MICROSCÓPICA	26
DISCUSSÃO	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44

INTRODUÇÃO

O estudo da ecologia trófica de peixes desperta muito interesse e engloba diversos aspectos. A grande riqueza de espécies encontradas em rios, lagos e mares, e as diversas formas e cores por elas exibidas, estimula a curiosidade de saber o papel que exercem na natureza. Para tal investigação, não apenas conceitos e técnicas da ecologia merecem atenção, mas o conhecimento de aspectos de outras áreas da biologia, como zoologia e anatomia, também se fazem necessárias. Wootton (1990) sugere que para se conhecer a biologia dos peixes, no que concerne a sua alimentação, algumas questões básicas merecem ser investigadas como: o quê, quando, onde e o quanto pode ser consumido.

Segundo Zavala-Camin (1996), dados relacionados à alimentação fornecem subsídios à compreensão de temas como (i) a nutrição, incluindo a necessidade e a assimilação de alimentos; (ii) os levantamentos faunísticos e florísticos, quando se considera o predador como meio de coleta; e (iii) a transferência de energia no ecossistema. A atividade alimentar gera elementos para se entender a relação entre os componentes da ictiofauna e os demais organismos da comunidade aquática (Hahn *et al.*, 1991; Hahn *et al.*, 1997). Além disso, deve-se levar em conta que estudos sobre alimentação de peixes são indispensáveis para um efetivo manejo da população, além de contribuir para o entendimento da biologia da espécie (Hahn *et al.*, 1992).

Uma análise bastante relevante para responder as questões: como, o quê e onde o alimento é ingerido é a morfologia que, associada aos estudos da dieta, elucida a biologia das espécies e o enquadramento em categorias tróficas.

Em geral, as atribuições das categorias tróficas se baseiam somente na dieta, podendo incorrer em erros. Nesse contexto, Barbieri *et al.*, (1994) afirmam que interpretações isoladas da composição do conteúdo alimentar podem levar a conclusões ecológicas incorretas, pois existe uma multiplicidade de fatores (ontogenéticos e ambientais) que interferem na dieta.

Em corpos de águas tropicais, apesar de as espécies possuírem adaptações do trato digestório, muitas delas mostram certa plasticidade em suas dietas, a qual pode estar relacionada a diversos fatores (espaciais, sazonais, ontogenéticos e comportamentais), que levam a inconsistências quanto às atribuições das guildas, se baseadas somente na dieta (Agostinho *et al.*, 1997).

Do mesmo modo, não se recomenda fazer inferências a respeito do hábito alimentar da espécie baseando-se apenas em aspectos morfológicos. Uma espécie pode mostrar arranjos morfológicos que indicam a exploração de um tipo de alimento, mas ao se fazer à análise da

dieta, pode apresentar hábito alimentar diferente do esperado. É o caso do ciclídeo *Petrotilapia tridentiger*, do Lago Malawi (Bone *et al.*, 1995), cuja dentição indica especialização para raspar algas de rochas, mas o estudo do hábito alimentar mostra sete outras maneiras de explorar itens, diferentes do esperado pelo arranjo morfológico.

Zavala-Camin (1996) faz lembrar que a descrição anatômica adquire maior importância quando é relacionada ao alimento consumido, porque permite a compreensão do funcionamento de cada órgão do trato digestório.

Sobre o tema dieta e características morfológicas de espécies de peixes, se destacam trabalhos como os de Al-Hussaini (1949), Angelescu & Gneri (1949), Luengo (1965), Godinho (1967), Kapoor *et al.* (1975), Verigina (1990), Fugi & Hahn (1991), Lolis & Andrian (1996), Ferretti *et al.* (1996), Hahn *et al.* (2000) e Delariva & Agostinho (2001). Nos cinco primeiros são incluídas também descrições dos órgãos macro e microscopicamente (análise histológica). Todos fazem suas conclusões a respeito do hábito alimentar das espécies baseando-se em dois aspectos – morfologia e dieta. Investigações nesse contexto levam a duas principais implicações: teórica e aplicada.

A implicação teórica em ecologia decorre do fato de que sua importância se reflete no conhecimento do comportamento das espécies e suas funções no ambiente, além de contribuir para a identificação de suas posições nas cadeias e teias alimentares, fornecendo informações prévias de como se dá o fluxo de energia nos ecossistemas. A aplicabilidade se dá por proporcionar maior segurança ao fazer o manejo dos ambientes ou das populações. Além disso, conhecer do quê e como as espécies se alimentam e quais características morfológicas apresentam, é importante para subsidiar técnicas de cultivo. Muitas espécies nativas e de interesse econômico estão sendo criadas em cativeiro, e o conhecimento prévio desses aspectos é essencial para evitar desperdício de tempo e de recursos.

Rotta (2003) faz menção aos reflexos da qualidade do alimento fornecido às espécies em cativeiro sobre os caracteres morfológicos que só podem ser comparados quando se conhece bem a anatomia desses animais. Gargiulo *et al.* (1998) afirmam que o conhecimento da histologia, principalmente do intestino, é importante para compreender alterações patológicas, tanto relacionadas com doenças infecciosas ou com dietas artificiais.

A estrutura histológica da parede do canal alimentar dos peixes é geralmente similar a dos vertebrados superiores, consistindo de quatro camadas básicas, subdivididas em camadas menores e nomeadas como: camada ou túnica mucosa (composta pelo epitélio da mucosa, pela lâmina própria e pela muscular da mucosa); túnica submucosa; túnica muscular externa

(composta pela camada muscular circular e pela longitudinal) e a túnica serosa (Takashima & Hibiya, 1995).

Além da avaliação dos aspectos anatômicos, a morfologia do trato digestório pode se tornar mais elucidada pelos estudos histológicos. Esses possibilitam a obtenção de uma descrição histológica padrão, a qual pode auxiliar em avaliações de impacto ambiental. Por exemplo, em condições experimentais, o pesquisador pode submeter os peixes aos fatores físicos e químicos que venham a interferir na constituição do tecido dos organismos. Uma amostra controle permite saber quais foram essas alterações. Em ambiente natural, muitas vezes os corpos d'água podem estar sujeitos à entrada de efluentes, modificando as qualidades físicas e químicas da água. Então, se os organismos já estiverem expostos a essa condição por um tempo prolongado e as características dos tecidos não tiverem sido previamente investigadas, é muito provável que os pesquisadores não consigam identificar quais foram os males causados nos indivíduos pelos efluentes. Nesse caso, a histologia de peixes é útil para estudos de tecidos que estejam sujeitos a fatores que causem alterações aos mesmos, ou ainda, auxiliar em estudos de patologias em peixes.

O intuito do presente trabalho foi conhecer a morfologia de peixes através do estudo da morfologia do trato digestório e da caracterização histológica do estômago, intestino e cecos pilóricos, associando-os aos dados da dieta; contribuindo para a compreensão da biologia de quatro espécies de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná, em especial na resposta da indagação: dietas semelhantes são reflexos de características morfológicas parecidas?

MATERIAL E MÉTODOS

DESCRIÇÃO DA ÁREA

A pesquisa desenvolvida teve como local de estudo a planície de inundação do alto rio Paraná (Fig. 1). Está compreendida entre as coordenadas 22°40' - 22°50'S e 53°15' - 53°40'W, pertencendo ao trecho superior da bacia do rio Paraná (Maack, 1981; Paiva, 1982). Os exemplares foram coletadas em cinco lagoas permanentes, localizadas em três subsistemas: Subsistema Ivinheima (Lagoa dos Patos e Lagoa Zé do Paco), Subsistema Baía (Lagoa Fechada) e Subsistema Paraná (Ressaco do Pau Veio e Lagoa das Garças).

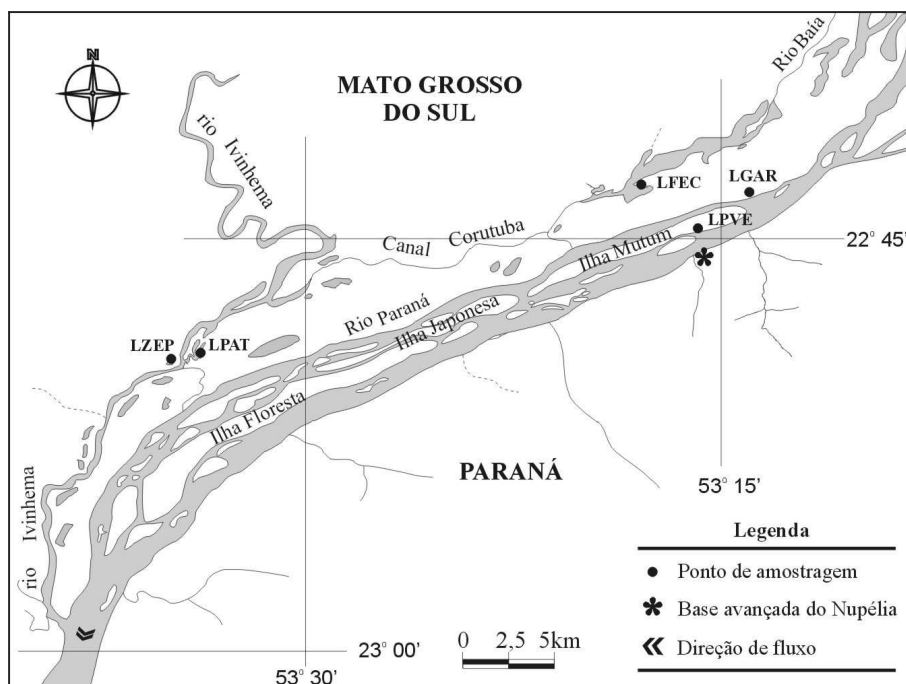


FIG. 1. Locais de coleta. LPAT: Lagoa dos Patos; LZEP: Lagoa Zé do Paco; LFEC: Lagoa Fechada; LPVE: Ressaco do Pau Véio; LGAR: Lagoa das Garças.

COLETA

Para a obtenção dos dados da dieta, as espécies *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766), *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 e *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Fig. 2) foram coletadas trimestralmente, nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro, no ano 2000. Foram utilizadas redes de espera com malhagens variando de 2,4 a 16 cm entre nós não adjacentes.

Depois de obtidos os dados biométricos, peso em gramas e comprimentos total e padrão em centímetros, os estômagos foram retirados e fixados em formalina 10%.

DIETA

Analisou-se 11 indivíduos de *A. altiparanae*, 71 de *P. galeatus*, 52 de *S. marginatus* e 27 de *H. aff. malabaricus*. Os conteúdos estomacais foram investigados sob microscópio estereoscópico. Procurou-se identificar os itens no menor nível taxonômico. Os insetos foram identificados em nível de família e outros agrupados em categorias taxonômicas maiores.

Obteve-se os dados de ocorrência e de volume dos itens componentes da dieta. O volume foi medido em provetas graduadas de 1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 10,0 e 100,0 ml, sendo resultante do deslocamento de líquido. Sobre os dados de ocorrência e volume calcularam-se as frequências de ocorrência (FO) e volumétrica (FV) (Hynes, 1950; Hyslop, 1980). A

associação delas originou o índice alimentar (IAi) (Kawakami & Vazzoler, 1980), cujos valores foram expressos em porcentagem.

$$IAi\% = \frac{FO \times FV}{\sum (FO \times FV)} \times 100$$

Onde: IAi = Índice alimentar

FO = Frequência de ocorrência

FV = Frequência volumétrica

ANÁLISE MORFOLÓGICA

Para a análise morfológica as espécies foram capturadas em frente à base avançada do Nupélia, no Subsistema Paraná, nos meses de março e maio de 2003. Foram utilizados 15 exemplares de *A. altiparanae*, 10 de *P. galeatus*, 11 de *S. marginatus* e 10 de *H. aff. malabaricus*, todos pesados, medidos e considerados adultos, de acordo com os dados disponíveis de comprimento de primeira maturação (Nakatani *et al.*, 2001).

As observações foram feitas em indivíduos frescos e em fixados em formalina 10%. Foi verificada a posição da boca, a presença e a disposição dos dentes (boca e faringe). A análise dos rastros branquiais se deu no primeiro arco do lado direito e os rastros rudimentares tiveram registrada a sua presença. Após incisão ventral, os órgãos foram retirados e medidos. Verificou-se a forma do estômago e a presença e o número de cecos pilóricos.

Do intestino, após observar a quantidade de dobras e desfazê-las, obteve-se o comprimento intestinal (Li), o qual se estende desde a válvula pilórica até o reto (em centímetros). Realizou-se o cálculo do quociente intestinal (QI) (Angelescu & Gneri, 1949; Barbieri *et al.*, 1994) dado por:

$$QI = Li / Ls$$

Onde: QI = quociente intestinal; Li = comprimento do intestino; Ls = comprimento padrão.

O comprimento da cavidade visceral (Cv) em centímetros, utilizado no cálculo do coeficiente celomático (CC) (Angelescu & Gneri, 1949) obtido por:

$$CC = Cv / Ls$$

Onde: CC = coeficiente celomático; Cv = comprimento da cavidade visceral; Ls = comprimento padrão.

Foram apresentados os valores médios do quociente intestinal e do coeficiente celomático.

As estruturas do aparelho digestório foram esquematizadas sob câmara clara acoplada em estereomicroscópico.

ANÁLISE MICROSCÓPICA

Foram utilizados 10 exemplares, por espécie, para a análise das características microscópicas.

Os peixes foram submetidos a uma contenção fisiológica através de uma secção transversal da medula espinhal e então medidos (comprimento total e padrão, em centímetros) e pesados (em gramas).

Foram coletadas amostras, do estômago, dos cecos pilóricos e do intestino, fixadas em solução de Bouin por 8 horas e, posteriormente, conservados em álcool 70%.

As etapas para a execução do procedimento histológico foram:

1) Divisão dos órgãos em suas devidas porções de estudo (Fig. 2).

Para *A. altiparanae* e *P. galeatus* o estômago foi dividido em três porções (inicial, média e fundo) e o intestino na primeira espécie foi dividido em cecos pilóricos, intestino anterior, médio e posterior. Uma das características quanto à morfologia interna de *P. galeatus* é a ausência de cecos pilóricos, dessa forma o intestino foi dividido somente em três porções.

Para *S. marginatus* o estômago foi dividido em três porções (inicial, média e fundo) e em *H. aff. malabaricus* em quatro porções (inicial, média, final e fundo). O intestino foi dividido em cecos pilóricos, intestino anterior, médio e posterior.

2) Para a inclusão em parafina os órgãos foram desidratados em série crescente (álcool 80% a 100%) e diafanizados em xilol, sendo, posteriormente, incluídos em parafina (56° - 58°C).

Foram realizados cortes histológicos transversais com espessura de 5 µm. De cada exemplar foram obtidas duas lâminas de cada órgão, cada uma contendo três cortes. Sobre elas, aplicaram-se as colorações Hematoxilina e Eosina (HE) e Ácido Periódico de Schiff (PAS).

A foto documentação foi realizada em fotomicroscópio Olympus BX-51.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância (ANOVA), modelo nulo, calculada no programa EcoSim700 e testada por 5000 randomizações (Gotelli & Entsminger, 2002) foi usada para verificar se os valores do quociente intestinal (QI) e o coeficiente celomático (CC) diferiram entre as espécies.

Para sumarizar os dados de alimentação usou-se a análise de correspondência destendenciada com remoção do efeito de arco (ACD) (Gauch Jr, 1982; Graham & Vrijenhoek, 1988) baseada nos dados de volume dos itens alimentares, utilizando-se dos programas PC-Ord versão 4.01 e Statistica versão 7.1.

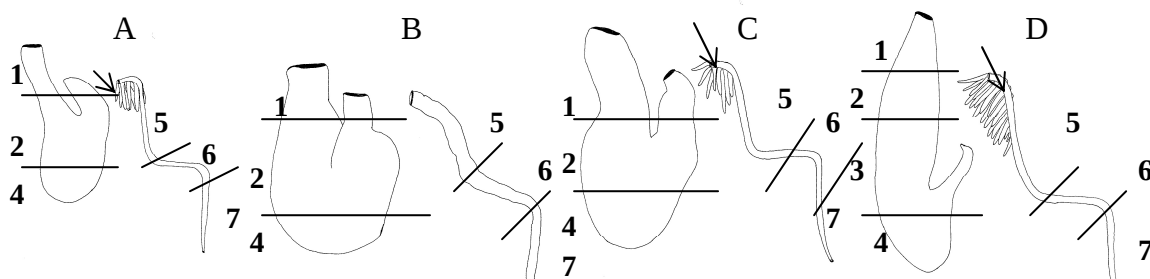


FIG. 2: Pontos de divisão para os cortes histológicos nas quatro espécies estudadas. *Astyanax altiparanae* (A); *Parauchenipterus galeatus* (B); *Serrasalmus marginatus* (C) e *Hoplias* aff. *malabaricus* (D). 1=porção inicial; 2=porção média; 3=porção final; 4=fundo; 5=intestino anterior; 6=intestino médio; 7=intestino posterior. Cecos pilóricos indicados pela seta.

RESULTADOS

DIETA

A dieta de *A. altiparanae* foi composta por insetos, incluindo diversas famílias e estágios de desenvolvimento. Itens como outros invertebrados, microcrustáceos, escamas, algas, vegetal superior e detrito orgânico também compuseram a alimentação (Anexo I). Para a verificação da participação dos itens principais, esses foram agrupados em: insetos, algas e vegetal superior, escamas e outros (outros invertebrados, microcrustáceos e detrito orgânico).

Os insetos contribuíram, de acordo com os valores do IAI, com 65,36% da dieta, seguido de algas-vegetal superior (23,82%), escamas (4,54%) e outros (6,28%) (Fig. 3A).

Entre os componentes da categoria insetos, Hymenoptera contribuiu com 64,22%. Na sequência foram, Ephemeroptera (19,67%), Diptera (5,99%), Coleoptera (5,32%), restos de insetos (3,47%) e Hemiptera (1,33%) (Fig. 3B).

A dieta de *P. galeatus*, comparada a de *A. altiparanae*, foi bastante variada, tendo como itens insetos, moluscos, outros invertebrados, peixes, fungo, alga, vegetal superior, detrito orgânico e detrito/sedimento (Anexo I). Os itens principais foram verificados através do agrupamento em quatro categorias: insetos, outros (moluscos, outros invertebrados, fungo, detrito orgânico e detrito/sedimento), peixes e algas - vegetal superior, os quais apresentaram valores do índice alimentar (IAi) de 52,27%, 35,90%, 7,27% e 4,56%, respectivamente (Fig. 4A).

Entre os insetos, entretanto, enfatiza-se a grande quantidade de ordens e famílias em diversos estágios de desenvolvimento. Os insetos que contribuíram com mais da metade da dieta, foram representados principalmente pelas ordens Coleoptera (39,25%), Ephemeroptera (37,02%), Hymenoptera (16,82%), Hemiptera (2,78%), Odonata (2,16%) e outros insetos (Blattodea, Diptera, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Trichoptera, incluindo ainda ovos e restos de insetos) (1,97%) (Fig. 4B).

O espectro alimentar de *S. marginatus* foi composto de peixes, insetos, outros invertebrados, moluscos, algas, vegetal superior e detrito orgânico (Anexo II). Os itens, agrupados em quatro categorias, foram peixes, representando 94,35% da dieta, seguido por algas - vegetal superior (2,48%), outros (outros invertebrados, molusco e detrito orgânico) (1,59%) e insetos (1,58%) (Fig. 5A). O item principal, peixes, é resultante da reunião dos itens resto de peixes, como pedaços de nadadeiras e músculo (97,79%), *Moenkhausia intermédia* (1,48%) e outros (escamas, *Roeboidea paranensis* e Siluriformes) (0,73) (Fig. 5B).

Hoplias aff. *malabaricus* alimentou-se de insetos, outros invertebrados, representado pelo camarão *Macrobrachium amazonicum*, peixes, alga, vegetal superior e detrito orgânico (Anexo II).

Os peixes perfizeram 81,68% da dieta, seguido do camarão (17,82%) e outros (insetos, alga, vegetal superior e detrito orgânico) (0,51%) (Fig. 6A). Entre os peixes, os restos desses ainda foram relevantes (51,10%), seguido de *Steindachnerina insculpta* (36,66%), *Cyphocharax modestus* (6,38%), *H. aff. malabaricus* (2,39%), *Myloplus laevis* (2,04%) e outros (*Moenkhausia intermedia*, *Satanoperca pappaterra* e escamas) (1,43%) (Fig. 6B).

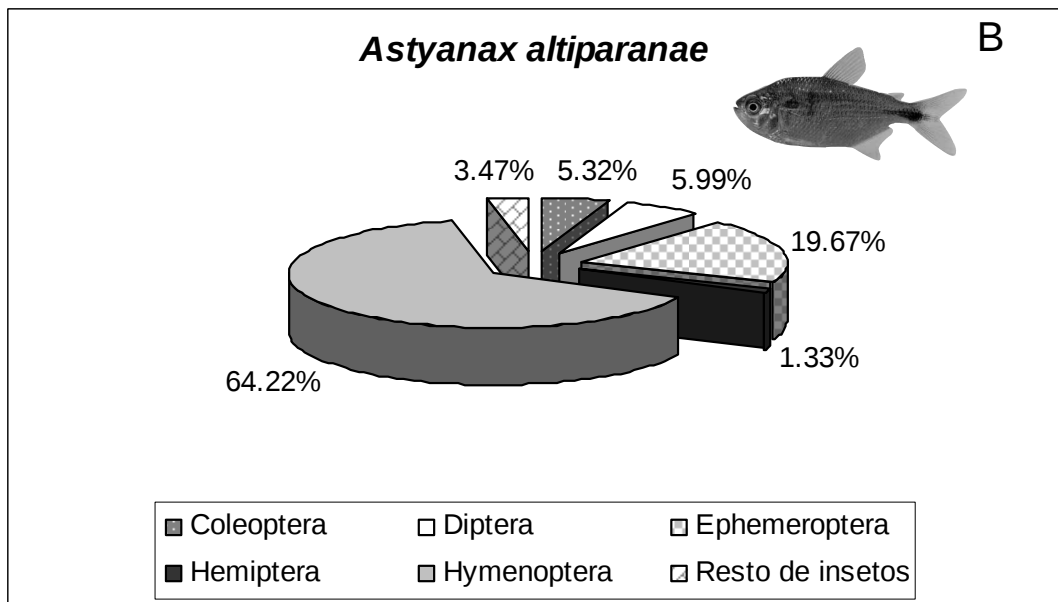
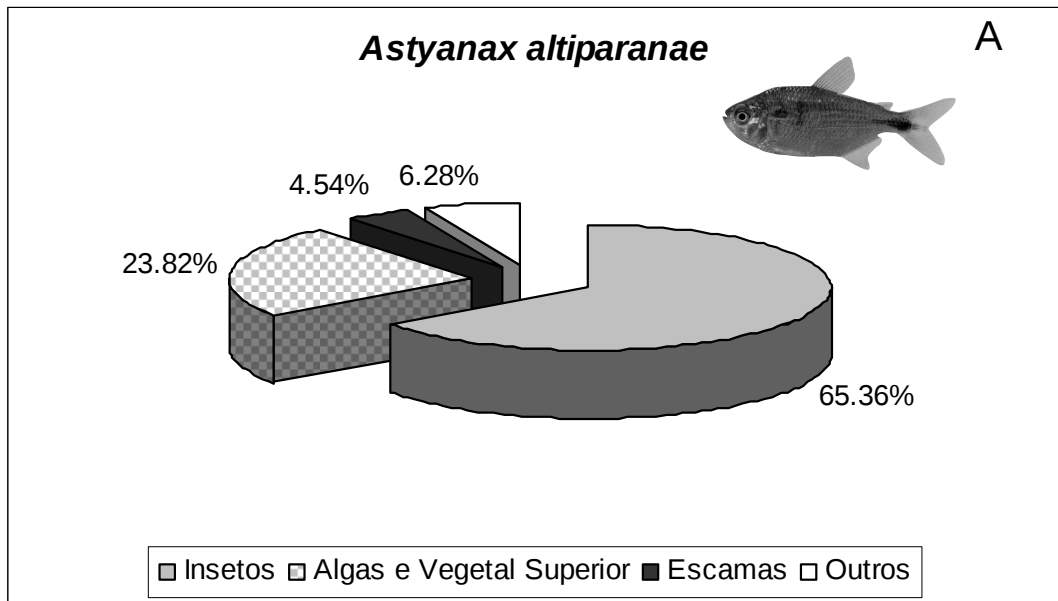


FIG. 3. Dieta (A) e composição do item principal (B) de *Astyanax altiparanae*.

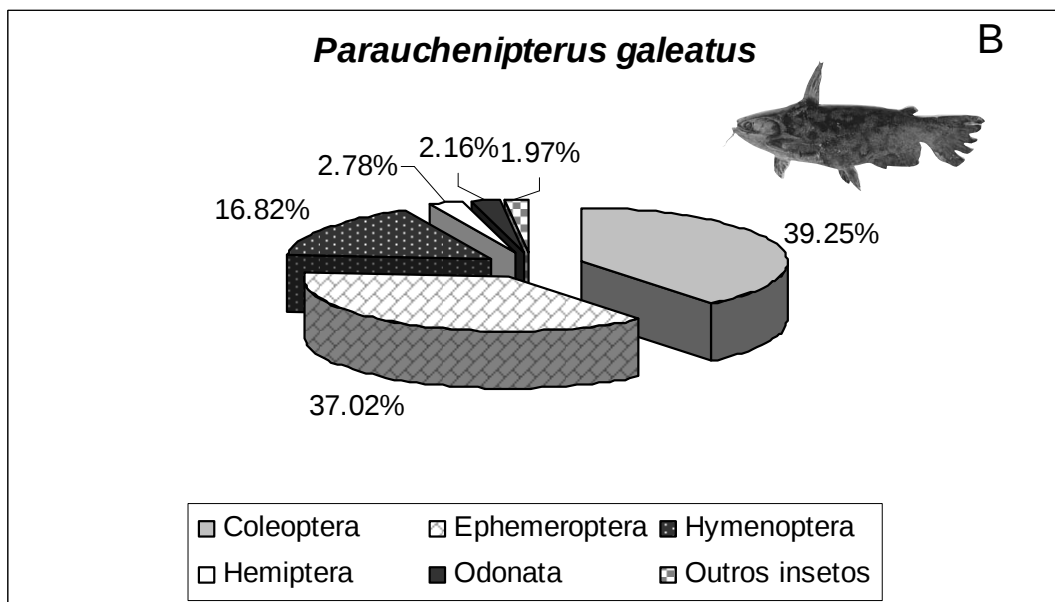
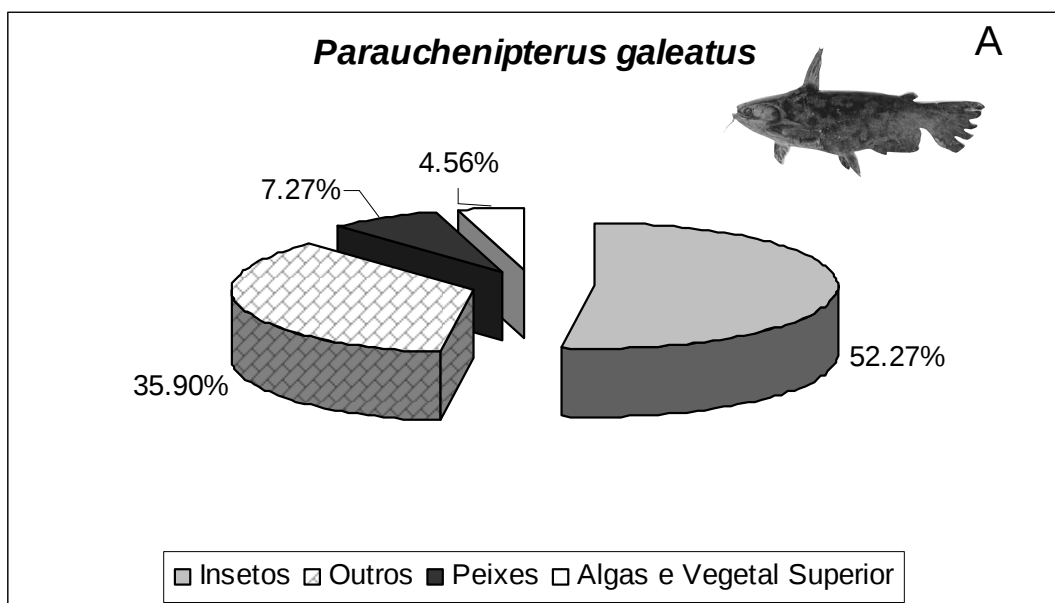


FIG. 4. Dieta (A) e composição do item principal (B) de *Parauchenipetrus galeatus*.

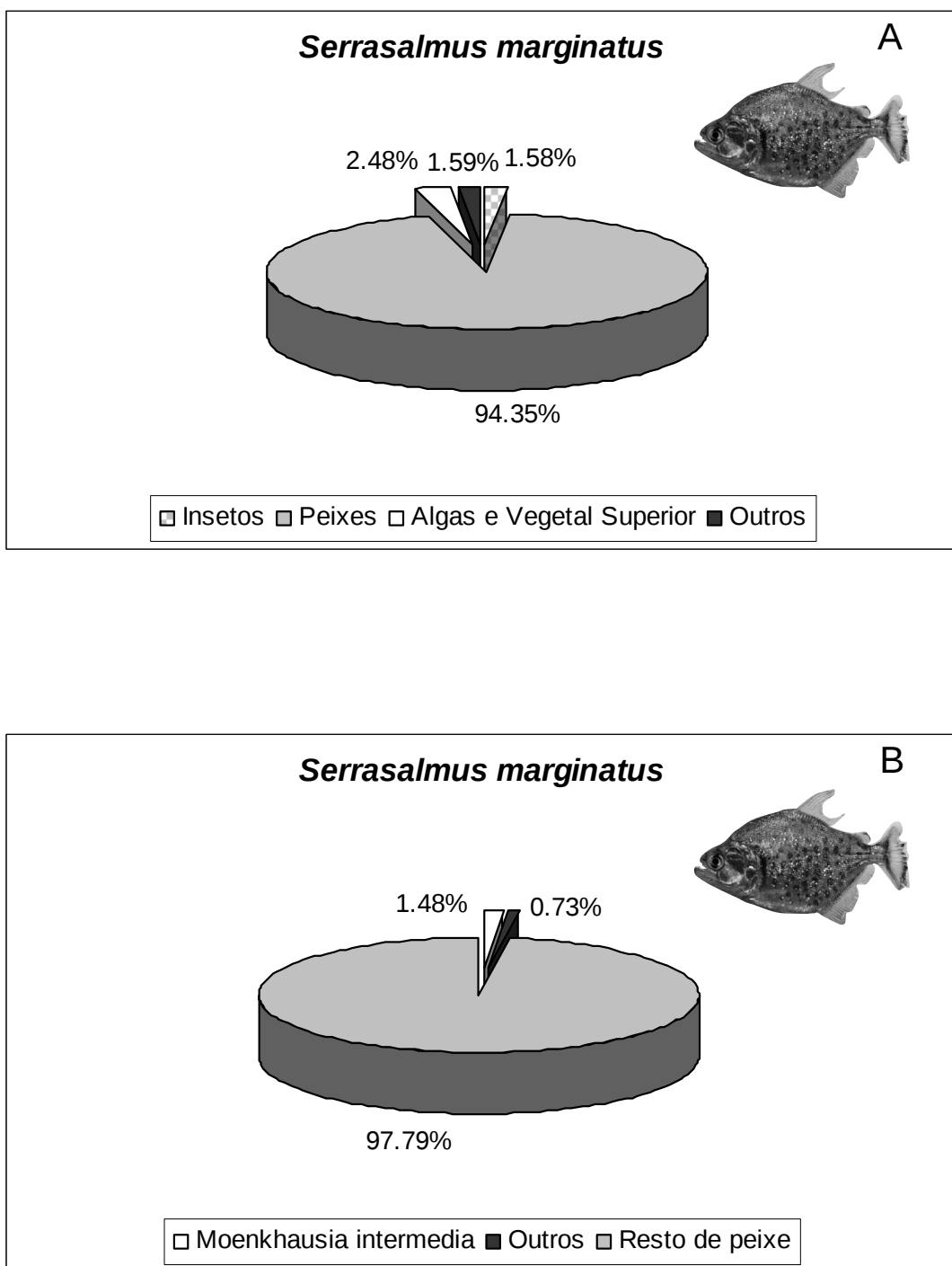


FIG. 5. Dieta (A) e composição do item principal (B) de *Serrasalmus marginatus*.

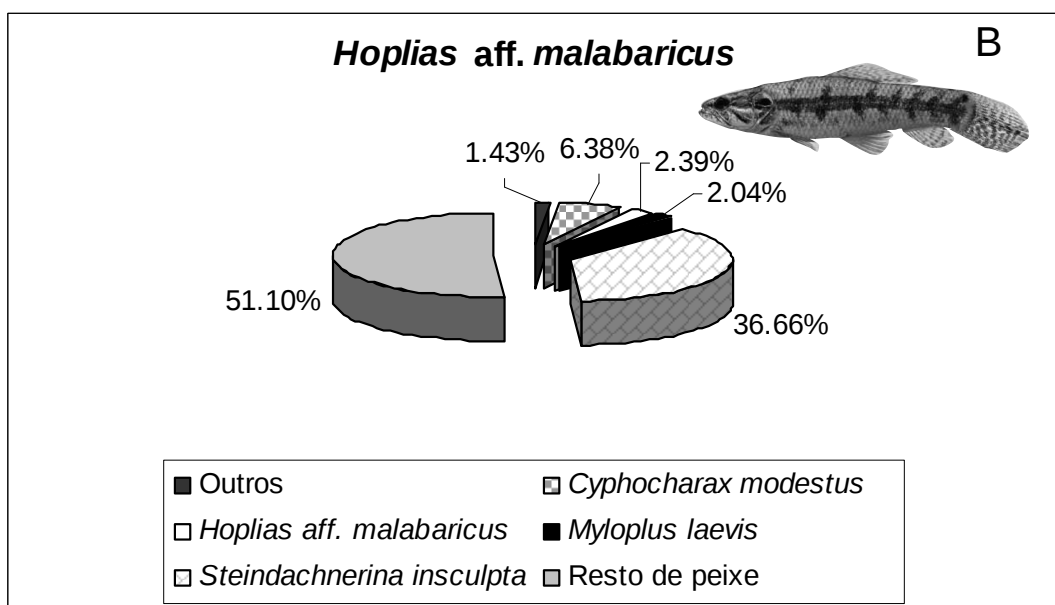
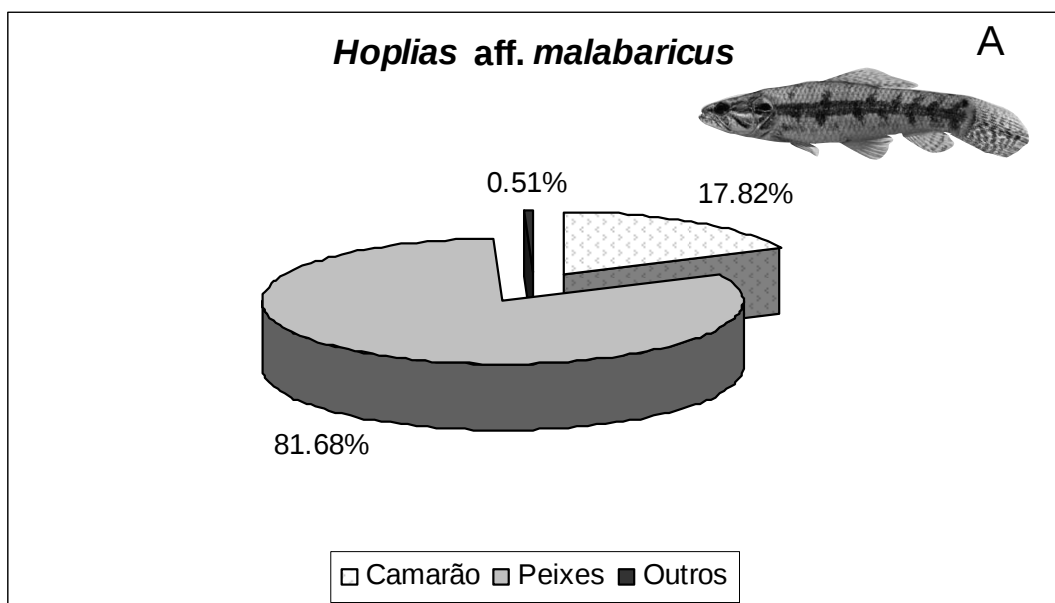


FIG. 6. Dieta (A) e composição do item principal (B) de *Hoplias aff. malabaricus*.

A verificação do quanto a dieta dessas espécies é semelhante, ou seja, como se dá o agrupamento com base no tipo de alimento, foi dada através da análise de correspondência destendenciada com remoção de efeito de arco (DCA) (autovalores para o eixo 1=0,88 e eixo 2=0,64) (Fig. 7A). Os itens foram agrupados em 10 categorias – insetos, outros invertebrados, microcrustáceos, moluscos, camarão, peixes, Basidiomicota, algas, vegetal superior e detrito/sedimento - e os que mais contribuíram para a separação das espécies, devido a uma maior correlação, foram os insetos, camarão e peixes para o eixo 1 e insetos, moluscos, camarão e vegetal para o eixo 2 (Tabela I).

A ordenação das espécies permitiu observar que entre as quatro espécies *P. galeatus* foi a que consumiu maior quantidade de itens, praticamente todos. Ainda evidenciou-se o grande espectro de *A. altiparanae* e de *S. marginatus*. Os piscívoros, apesar de considerados especialistas devido às suas características morfológicas, consumiram itens diversificados. Contudo, nota-se uma nítida segregação entre as espécies ao longo do eixo 1 da figura 7B, dando origem a 2 grupos distintos: 1) *S. marginatus/H. aff. malabaricus* e 2) *P. galeatus/A. altiparanae* proporcionado pela composição principal das dietas (Fig. 7A).

Tabela I: Correlações com os eixos da ordenação.

Itens	DCA 1		DCA 2	
	R de Pearson	τ de Kendall	R de Pearson	τ de Kendall
Insetos	0,324	0,303	0,172	0,255
Outros Invertebrados	0,065	0,102	-0,063	0,046
Microcrustáceos	0,099	0,074	-0,025	-0,031
Moluscos	0,090	0,115	0,215	0,148
Camarão	0,282	0,414	-0,586	-0,519
Peixes	-0,439	-0,712	0,049	-0,007
Basidiomicota	0,118	0,195	0,048	0,067
Algas	-0,012	-0,006	-0,011	-0,088
Vegetal	0,142	0,120	0,407	0,464
Detrito/Sedimento	0,131	-0,005	-0,031	-0,258

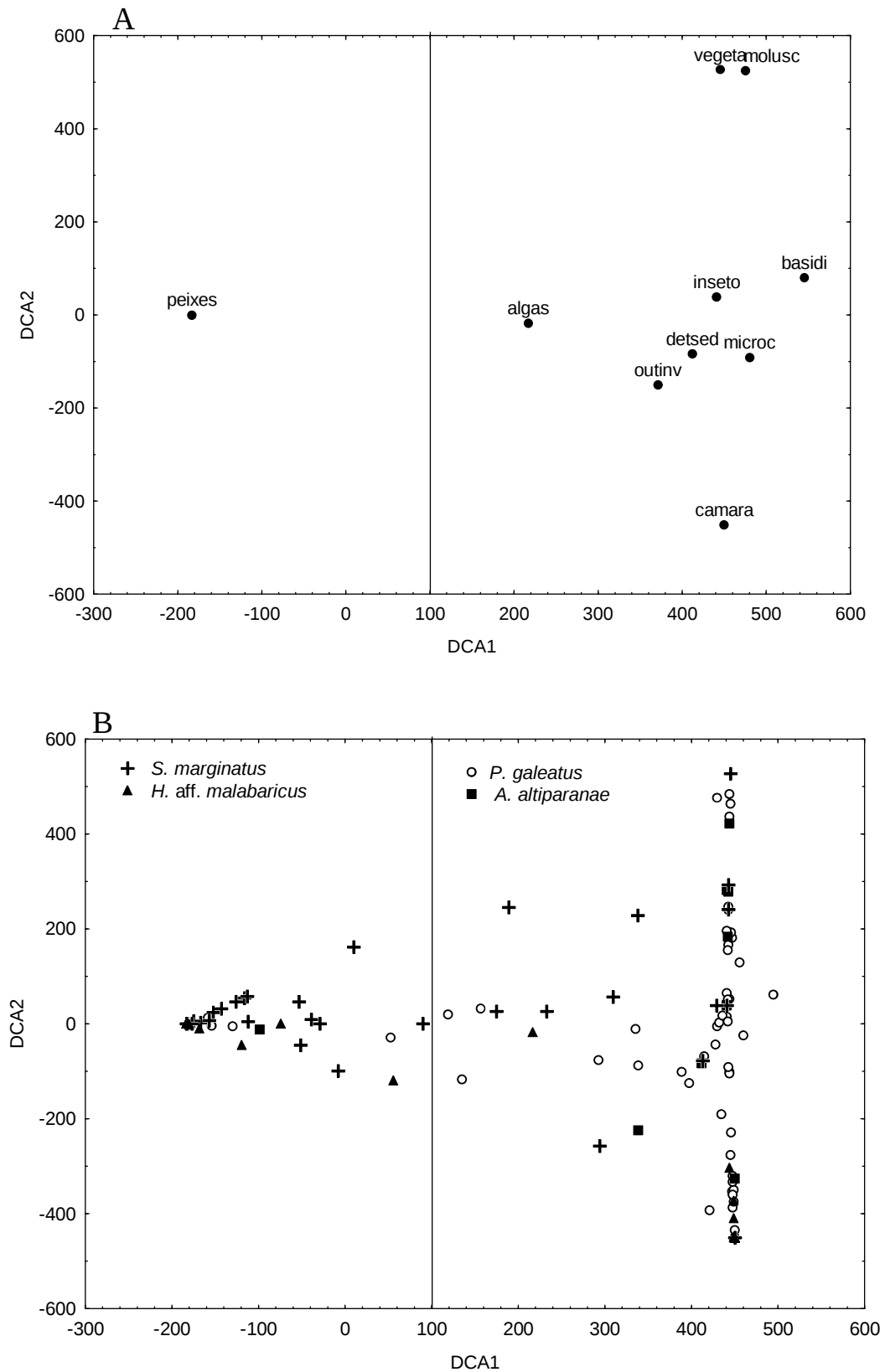


FIG. 7. Eixos 1 (DCA1) e 2 (DCA2) da DCA para itens (A) basidi=Basidiomicota; camara=camarão; detsed=detrimento/sedimento; microc=microcrustáceos; molusc=Mollusca; outinv=outros invertebrados; vegeta=vegetal e para as espécies (B).

ANÁLISE MORFOLÓGICA

Os resultados dos dados morfológicos encontram-se sumarizados na Tabela II.

Tabela II: Valores médios dos comprimentos padrão (Ls) e intestinal (Li), da cavidade visceral, do número de cecos pilóricos, do quociente intestinal (QI) e do coeficiente celomático (CC). Desvio padrão indicado entre parêntese.

Espécie	Ls	Li	Cavidade	Cecos	QI	CC
<i>A. altiparanae</i>	8,19(0,79)	11,29(3,71)	2,53(0,42)	6(0,46)	1,36(0,37)	0,31(0,04)
<i>P. galeatus</i>	12,77(0,60)	12,3(1,17)	4,09 (0,59)	ausente	0,96 (0,09)	0,32(0,04)
<i>S. marginatus</i>	16,48(2,94)	16,32(5,29)	5,36 (1,31)	11 (1,62)	1,07 (0,19)	0,32(0,03)
<i>H. aff. malabaricus</i>	23,88(3,45)	20,01(4,87)	12,42 (1,60)	114 (13,04)	0,83 (0,09)	0,52(0,03)

Foram verificadas diferenças significativas para o quociente intestinal (QI) (I.O.=11,970; $p(o \geq e) < 0,05$) e a cavidade celomática (CC) (I.O.=87,565; $p(o \geq e) < 0,05$) (Fig. 8).

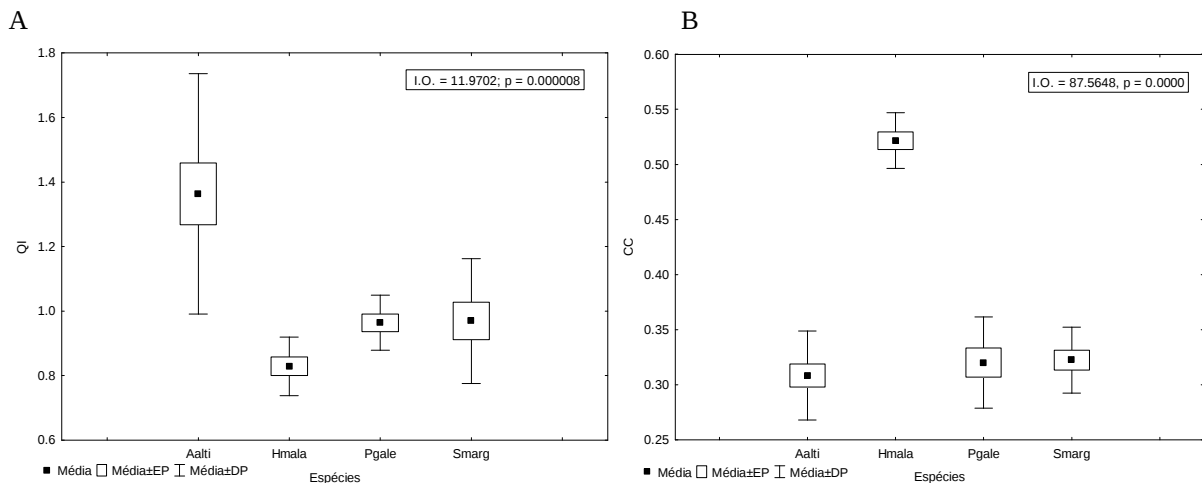


FIG. 8: Análise de variância (ANOVA) dos valores do quociente intestinal (QI) (A) e cavidade celomática (CC) (B) para as quatro espécies de peixes. Aalti=*A. altiparanae*; Hmala=*H. aff. malabaricus*; Pgale=*P. galeatus*; Smarg=*S. marginatus*.

Astyanax altiparanae possui corpo alto e achatado lateralmente, com boca terminal que quando aberta apresenta ligeira protrabilidade (Fig. 9A). Os dentes são pentacuspídeos e dispostos em duas fileiras na maxila superior (uma interna e uma externa) e uma fileira na maxila inferior (Fig. 10A). Não apresenta dentes palatinos ou faríngeos.

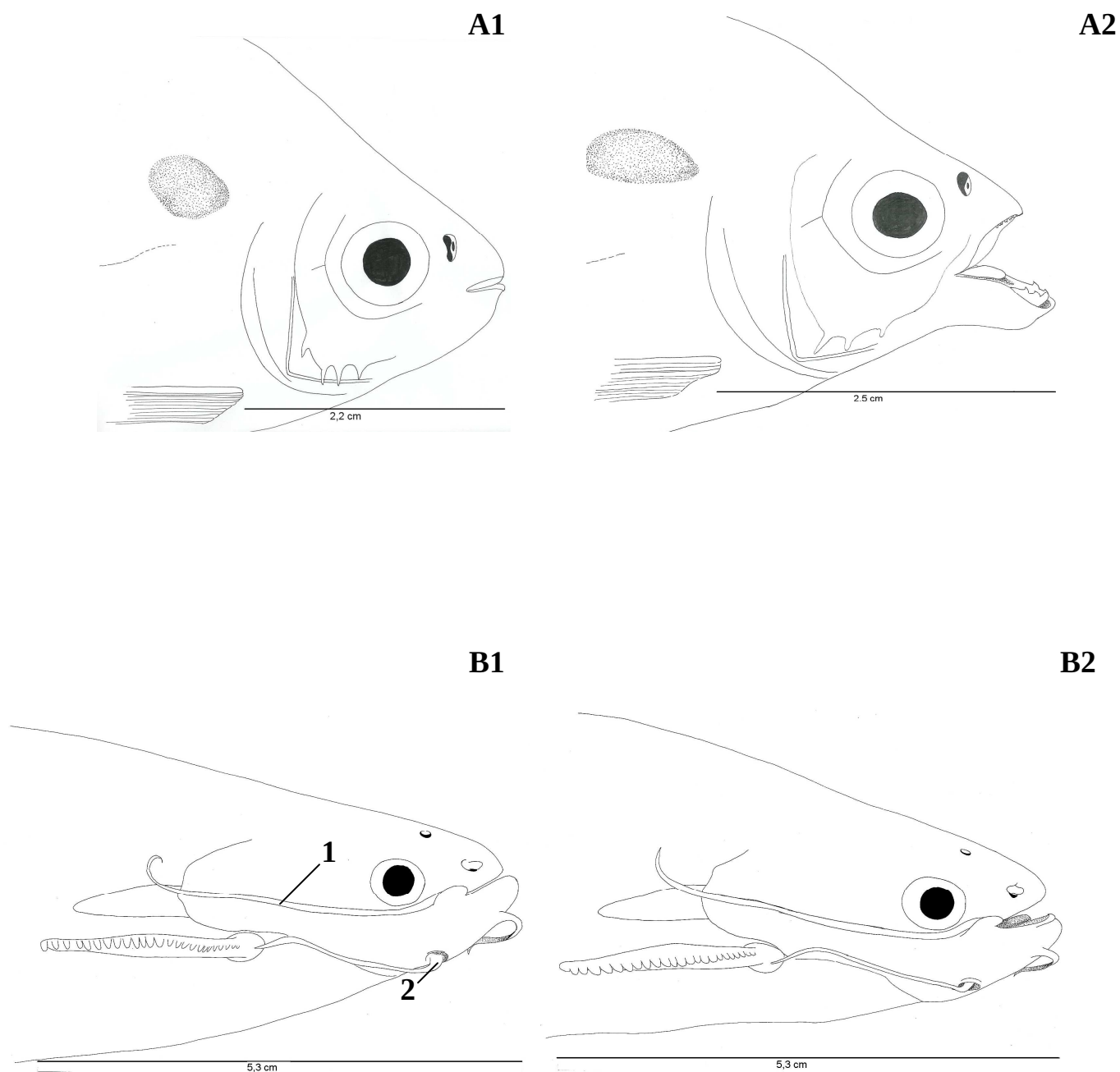


FIG. 9: Esquema da cabeça de *Astyanax altiparanae* (A) e *Parauchenipterus galeatus* (B), com a boca fechada (A1 e B1) e aberta (A2 e B2). 1=barbilhão maxilar; 2=barbilhão mentoniano.

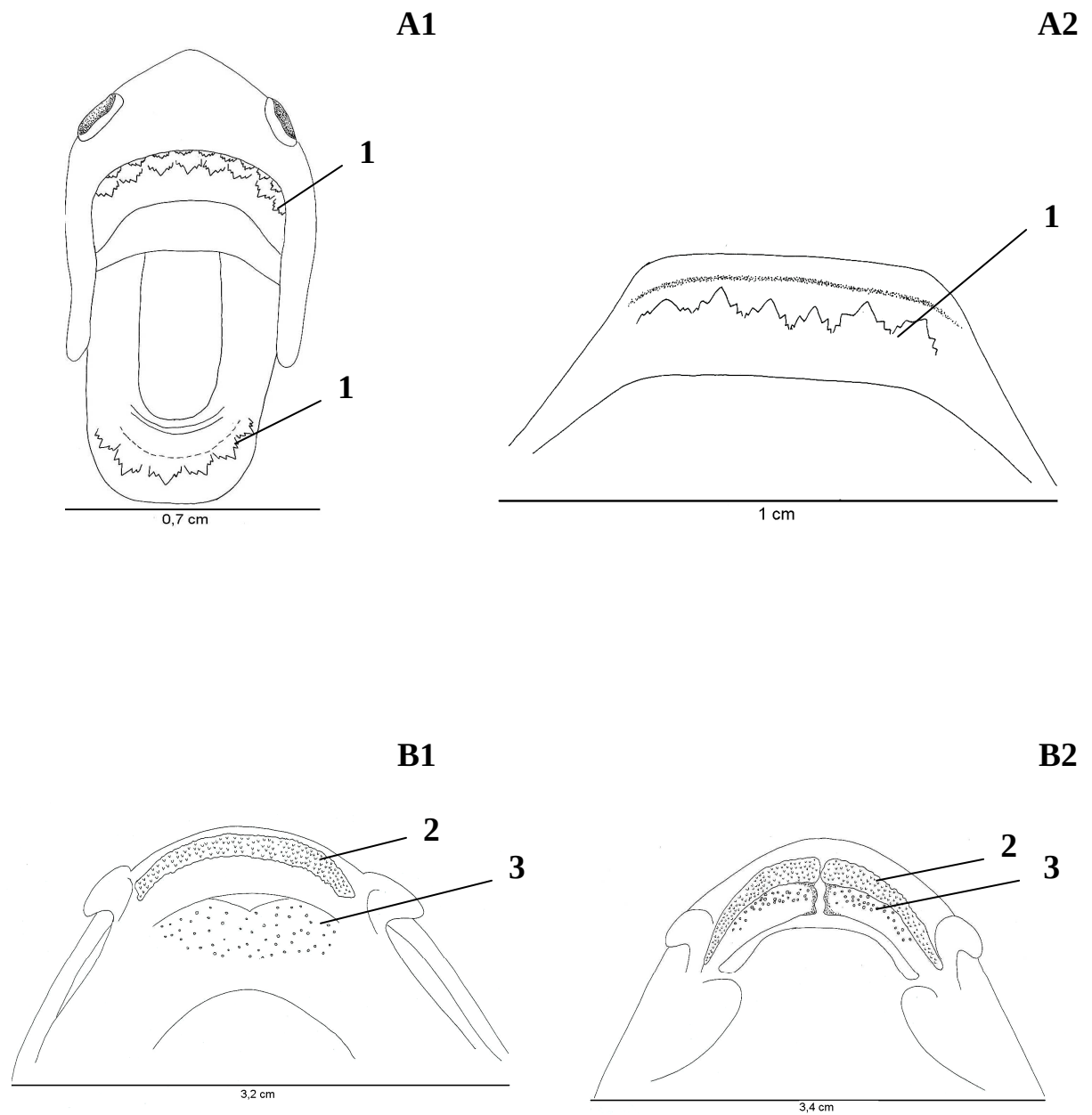


FIG. 10: Esquema da localização dos dentes de *Astyanax altiparanae* (A) e *Parauchenipterus galeatus* (B), na maxila superior (A1 e B1) e na inferior (A2 e B2). 1=dentes pentacuspídeos; 2=placa dentífera; 3=botões gustativos.

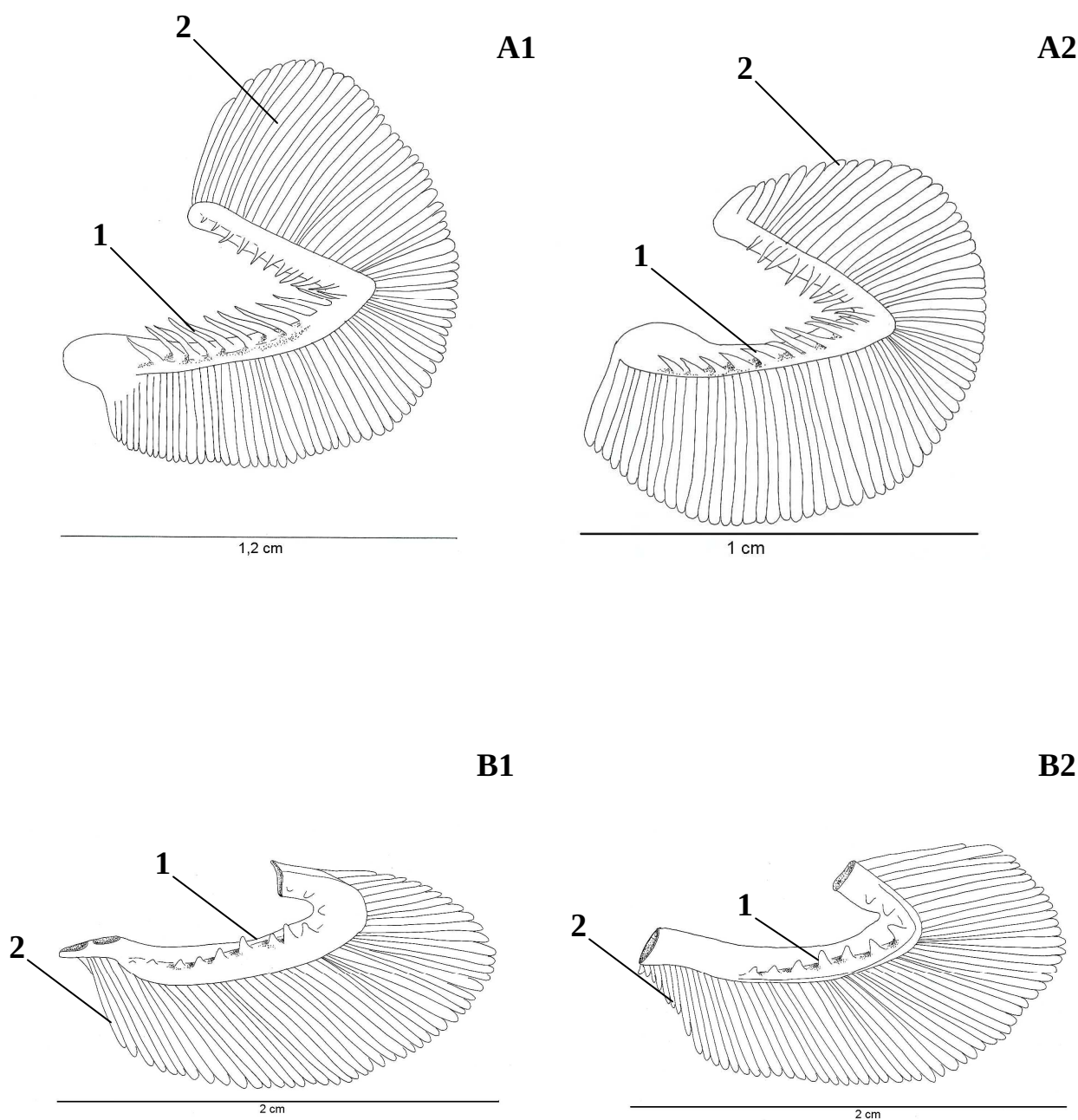


FIG. 11: Esquema dos arcos branquiais de *Astyanax altiparanae* (A) e *Parauchenipterus galeatus* (B). Primeiro arco (A1 e B1) e segundo arco (A2 e B2). 1=rastros branquiais; 2=filamentos branquiais

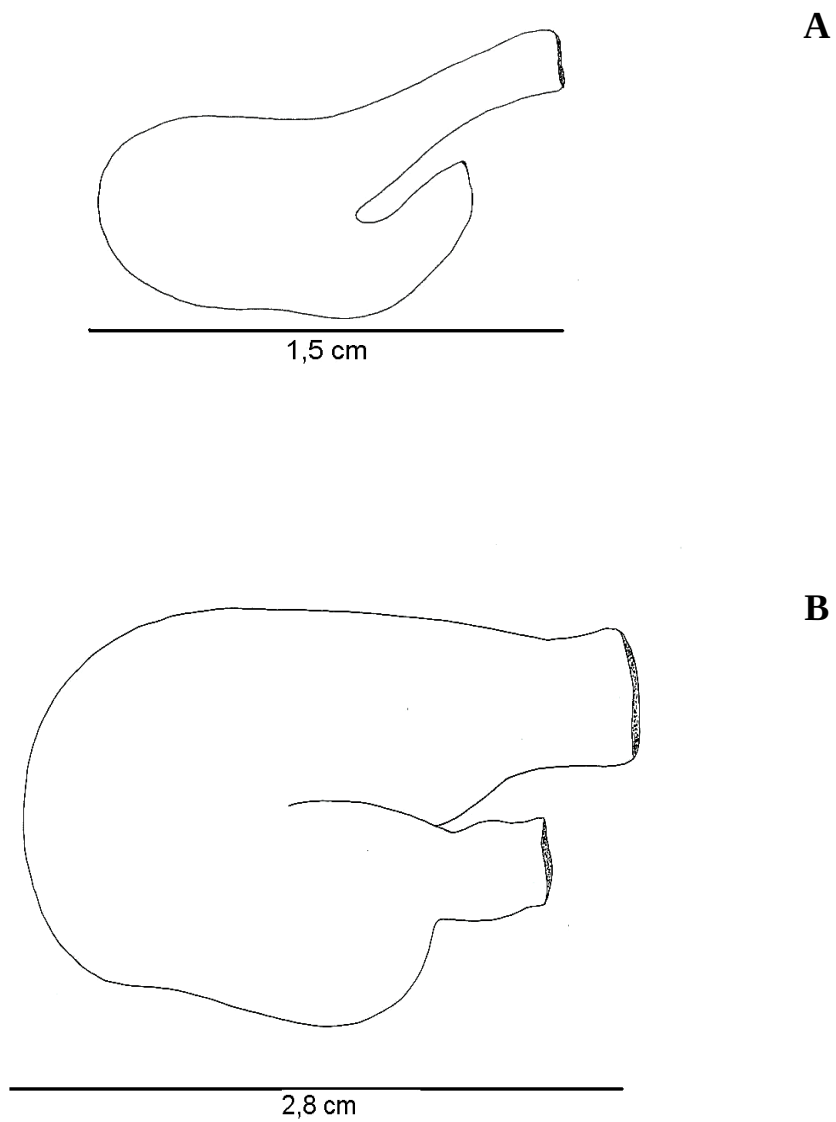


FIG. 12: Esquema do estômago de *Astyanax altiparanae* (A) e *Parauchenipterus galeatus* (B).

Possui quatro arcos branquiais, sendo o último bastante aderido à cavidade branquial. Os rastros são longos e com pouco espaço entre eles (Fig. 11A). O estômago é do tipo saciforme de paredes delicadas (Fig. 12A). Na região do piloro encontram-se os cecos pilóricos.

O intestino possui duas dobras e está incluso numa cavidade que representa cerca de 1/3 do tamanho corporal (Tabela II).

Parauchenipterus galeatus possui corpo cilíndrico e alongado e a cabeça levemente achatada dorso ventralmente. A espécie possui boca terminal, porém ligeiramente superior, sendo considerada do tipo prognata. Ainda na cabeça há a presença de um par de barbilhões maxilares e dois pares de mentonianos (Fig. 9B).

Tanto na maxila superior quanto na inferior possui dentículos curtos e pontiagudos agrupados em placas bem desenvolvidas principalmente na região anterior. Imediatamente atrás da região das placas dentíferas há botões gustativos reunidos (Fig. 10B). A cavidade bucal, próximo à região faríngea, possui duas placas ósseas arredondadas, como duas almofadas, cobertas por dentículos do tipo cônico (dentes faríngeos) (Fig. 13).

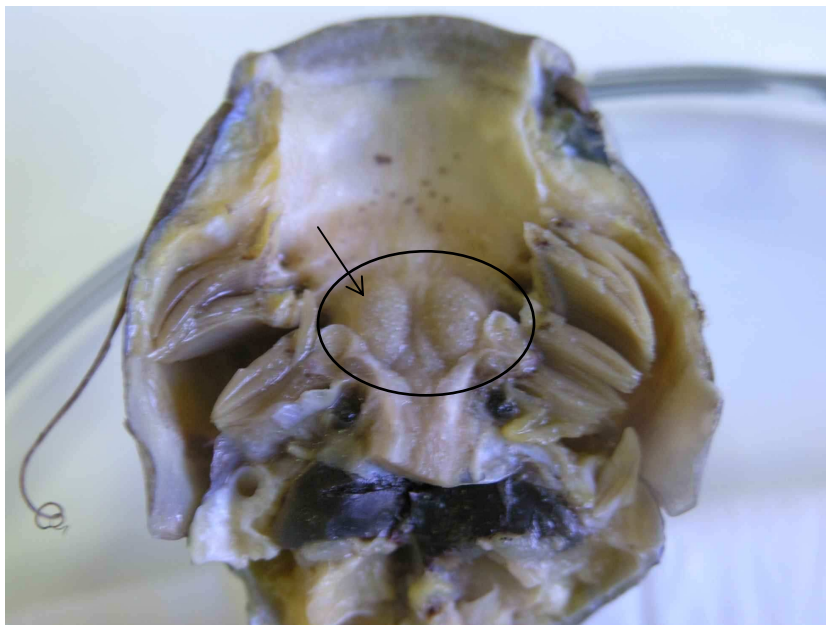


FIG. 13: Dentes faríngeos em *Parauchenipterus galeatus* (seta).

Possui cinco arcos branquiais, o último menor e ligado à parede da cavidade branquial. Os rastros branquiais são curtos e de extremidade arredondada com muito espaço entre eles e com uma camada de muco recobrindo-os (Fig. 11B).

O estômago é saciforme, mas de paredes muito espessas e rígidas (Fig. 12B). Os cecos pilóricos estão ausentes.

O intestino, apesar de possuir apenas duas dobras, é bastante pregueado e essa conformação é sustentada por um mesentério bem desenvolvido. O intestino também possui paredes rígidas e diâmetro amplo comparado à *A. altiparanae*. O coeficiente intestinal indica que o seu comprimento é menor que o tamanho do corpo e a cavidade é cerca de 1/3 do tamanho corporal (Tabela II).

Já *S. marginatus* é um predador de corpo alto e achatado lateralmente. Possui boca superior e com leve protrabilidade quando aberta. Como característica possui, acoplada à frente da narina, uma pele bastante pronunciada em forma de arco (Fig. 14A).

Os dentes tricuspidados estão dispostos em uma fileira, na maxila superior e na inferior. Dentes palatinos triangulares estão presentes na cavidade bucal, dispostos em uma fileira (Fig. 15A).

Essa espécie possui cinco arcos branquiais, com o último aderido. Os rastros branquiais são curtos, pontiagudos e espaçados, estando concentrados na curvatura desse órgão (Fig. 16A). O restante da superfície é recoberto por rastros rudimentares.

O estômago é saciforme de parede fina e elástica (Fig. 17A). Na região do piloro encontram-se os cecos pilóricos.

O intestino possui duas dobras e é praticamente igual ao tamanho do corpo (Tabela II).

Hoplias aff. *malabaricus* possui corpo alongado e cilíndrico. A cabeça é alongada e por toda ela existe a presença de poros sensoriais cefálicos. A boca é ampla e superior (Fig. 14B).

A maxila superior e a inferior possuem, externamente, uma fileira com dentes cônicos pontiagudos com espaçamento irregular entre eles. Os dentes da região anterior da maxila inferior são maiores do que os da região posterior e há depressões em ambas as partes para encaixe dos dentes. Ainda na cavidade bucal, está disposta na região palatina uma fileira de dentes cônicos pequenos com a extremidade voltada para trás (Fig. 15B).

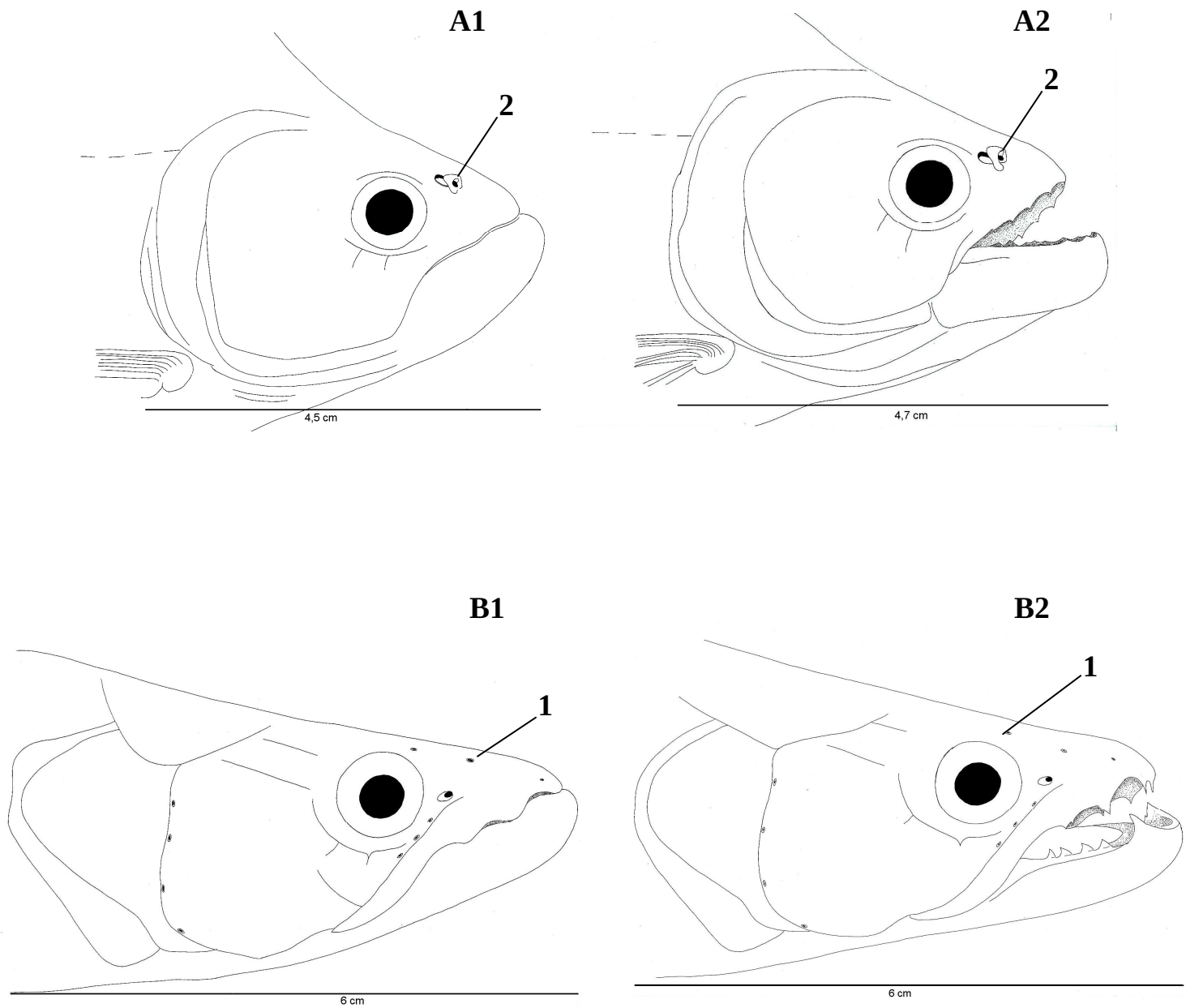


FIG. 14: Esquema da cabeça de *Serrasalmus marginatus* (A) e *Hoplias aff. malabaricus* (B), com a boca fechada (A1 e B1) e aberta (A2 e B2). 1=poro sensorial cefálico; 2=película nasal.

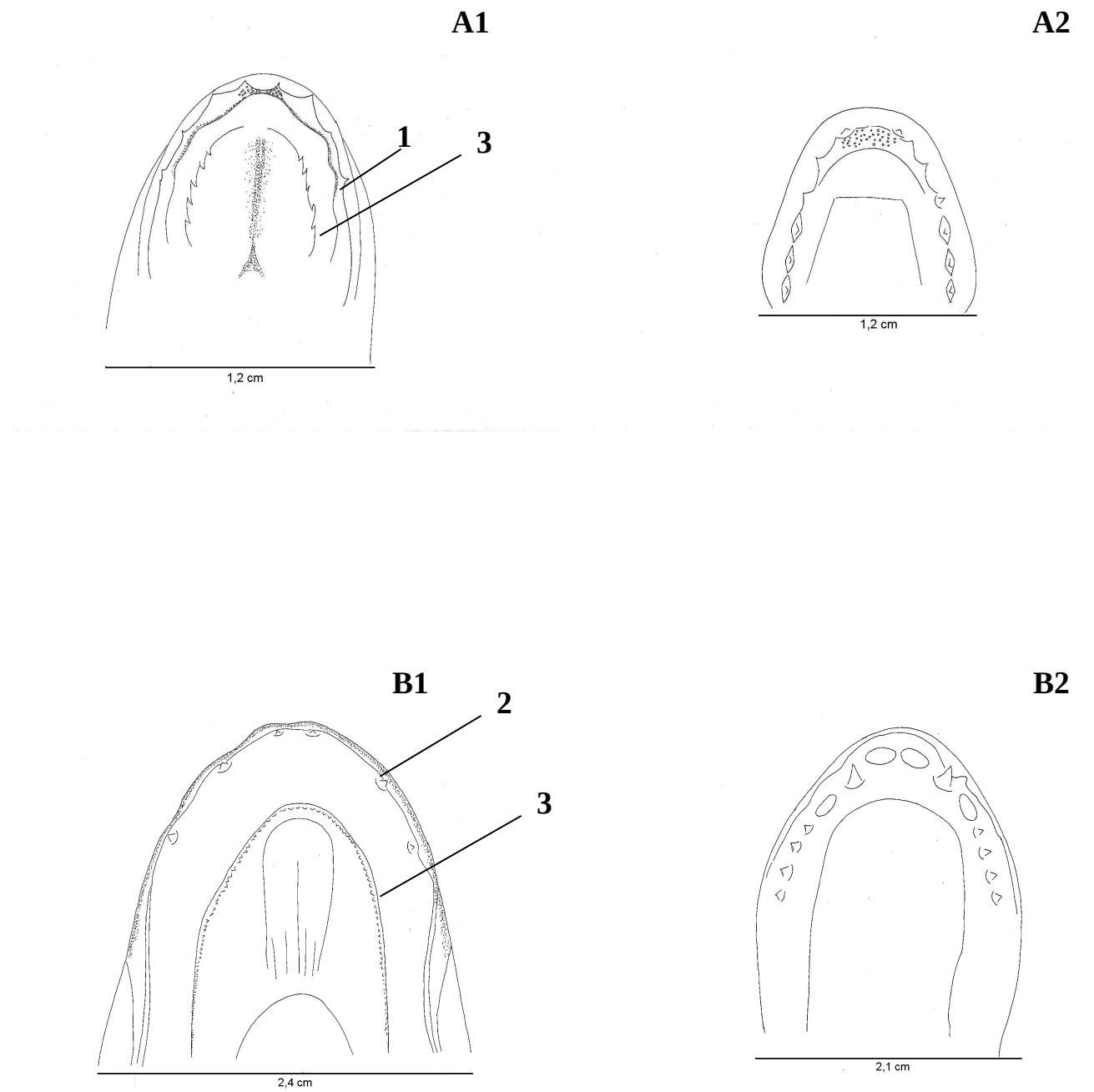


FIG. 15: Esquema da localização dos dentes de *Serrasalmus marginatus* (A) e *Hoplias aff. malabaricus* (B), na maxila superior (A1 e B1) e na inferior (A2 e B2). 1=dente tricuspíado; 2=dente cônico; 3=dentes palatinos.

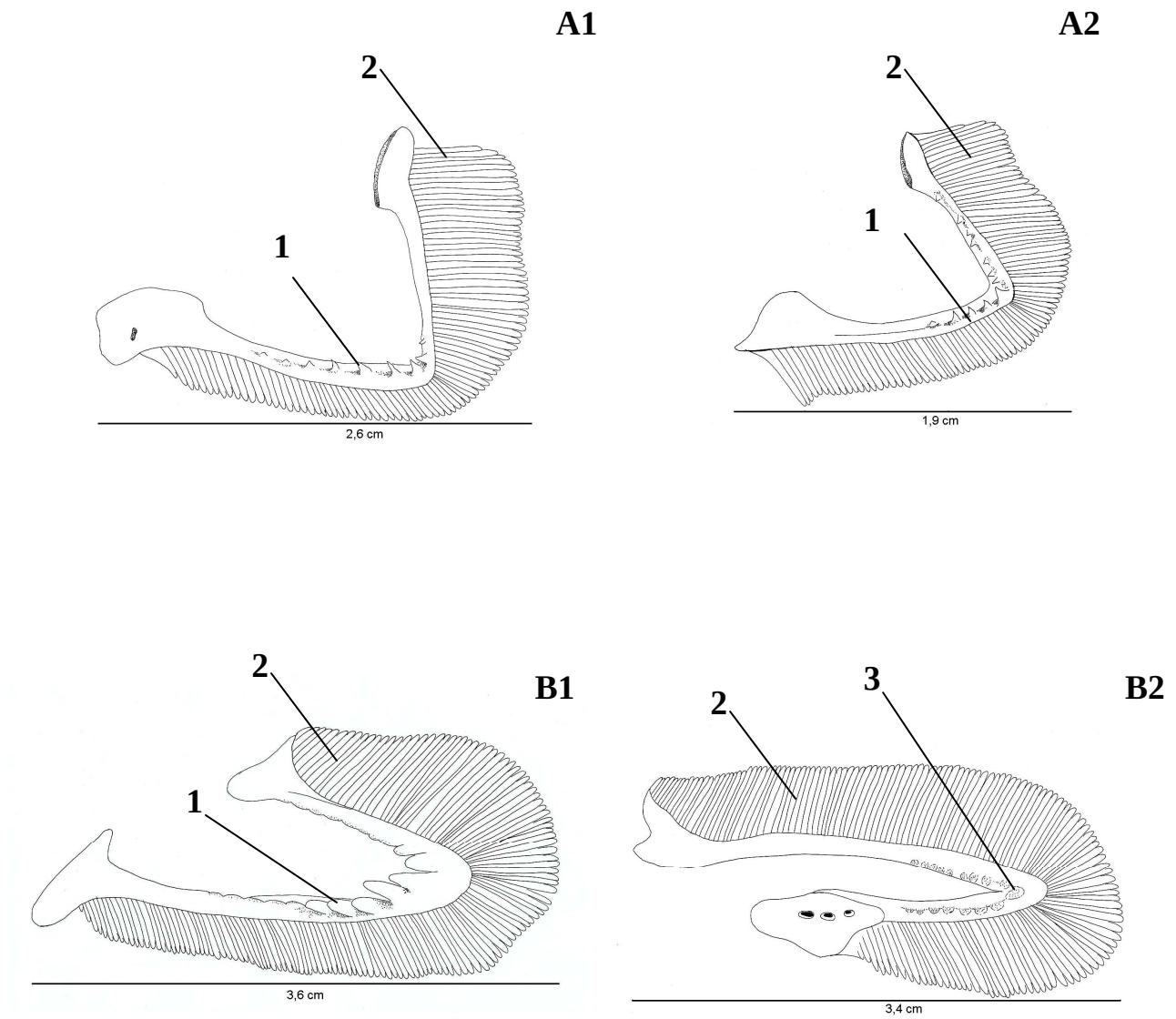


FIG. 16: Esquema dos arcos branquiais de *Serrasalmus marginatus* (A) e *Hoplias aff. malabaricus* (B). Primeiro arco (A1 e B1) e segundo arco (A2 e B2). 1=rastros branquiais; 2=filamentos branquiais; 3=rastros branquiais rudimentares.

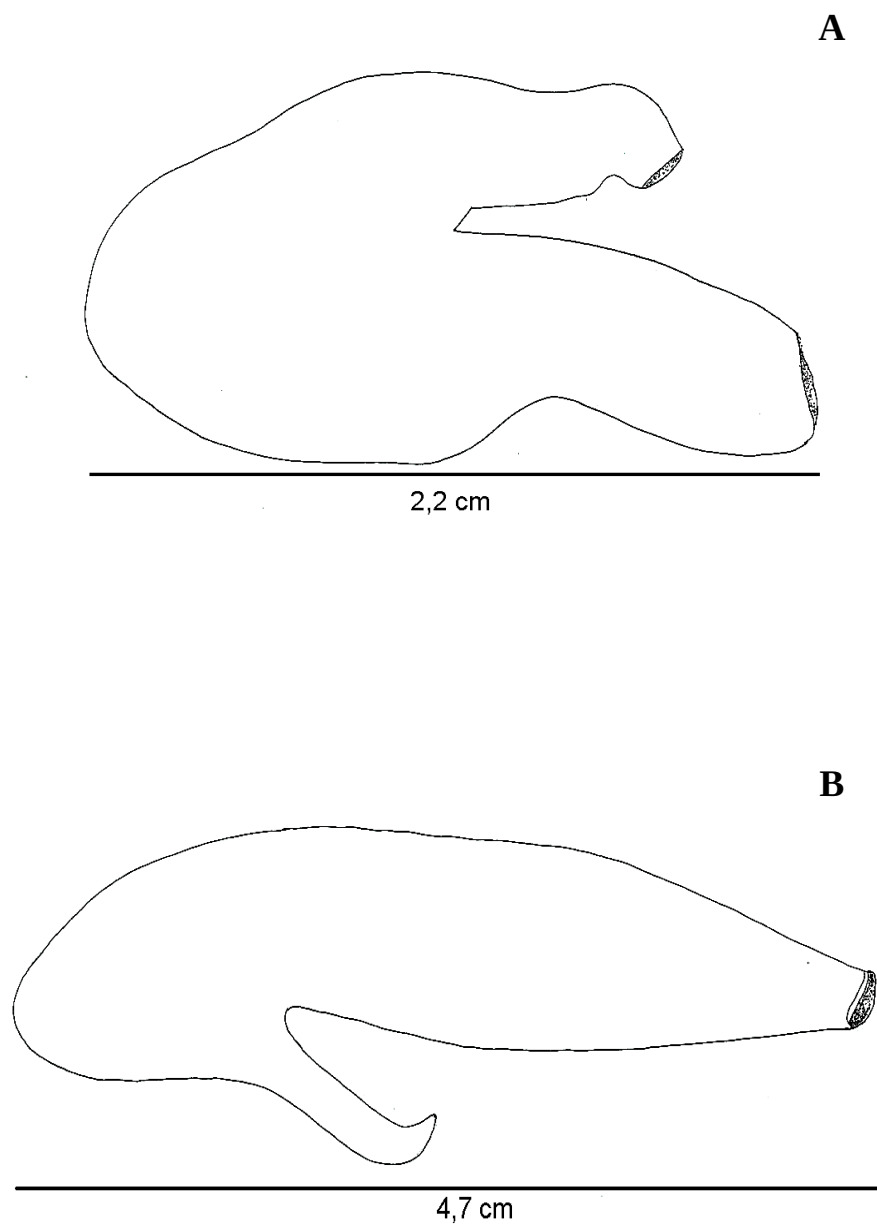


FIG. 17: Esquema do estômago de *Serrasalmus marginatus* (A) e *Hoplias* aff. *malabaricus* (B).

Possui quatro arcos branquiais, sempre o último menor e aderido à parede da cavidade branquial. Os rastros branquiais são bastante pequenos, espaçados e de extremidade arredondada (Fig. 16B). Os rastros se concentram na curvatura do arco branquial e o restante da superfície é coberta por rastros rudimentares, sendo apenas pequenas saliências recobertas por pequenos espinhos.

O estômago possui forma de “J” de paredes rígidas, porém muito elásticas (Fig. 17B). Na região do piloro encontram-se os cecos pilóricos.

O intestino, de diâmetro estreito, possui duas dobras e é menor que o tamanho do corpo. A cavidade é cerca de metade do tamanho do corpo (Tabela II).

ANÁLISE MICROSCÓPICA

O estômago de *A. altiparanae* apresentou-se em forma sacular, com pregas bem desenvolvidas e parede com quatro túnicas distintas: a mucosa, a submucosa, a muscular externa e a serosa. As características da mucosa permitiram dividir o estômago em duas regiões – glandular e aglandular (Fig. 18A). Apenas as porções inicial e média do estômago continham as duas regiões, enquanto o fundo do estômago apresentou-se totalmente glandular (Fig. 19 A-C).

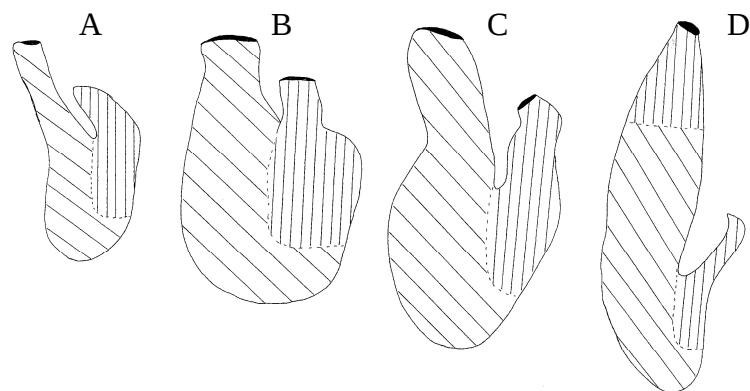


FIG. 18: Provável localização das porções glandular (linhas oblíquas) e aglandular (linhas verticais) no estômago das quatro espécies analisadas. A) *Astyanax altiparanae*; B) *Parauchenipterus galeatus*; C) *Serrasalmus marginatus*; D) *Hoplias* aff. *malabaricus*.

A túnica mucosa, na região glandular, possui pregas relativamente altas e revestidas por epitélio simples cilíndrico, com células mucosas superficiais P.A.S. positivas. Abaixo,

encontra-se a lâmina própria que é constituída de tecido conjuntivo frouxo, contendo fibras colágenas, núcleos de fibroblastos e fibras musculares lisas, que se projetam da muscular da mucosa. Na lâmina própria estão dispostas as glândulas gástricas. Observou-se a presença da muscular da mucosa, constituída por fibras musculares lisas que avançam em direção ao epitélio. Na região aglandular, as pregas são formadas por tecido conjuntivo denso, em uma evaginação da lâmina própria e submucosa revestidas por tecido epitelial.

A túnica submucosa constitui-se principalmente de tecido conjuntivo denso com muitas fibras colágenas e vasos sanguíneos, onde também se encontram linfócitos, macrófagos e mastócitos.

A túnica muscular externa é organizada em duas camadas, a circular interna e a longitudinal externa, ambas constituídas por fibras musculares lisas em sentido longitudinal e transversal, respectivamente, sendo que a circular interna é mais espessa. Na região aglandular a circular interna é mais espessa quando comparada à glandular. Nota-se que nas porções inicial e média do estômago o tecido muscular apresenta diferença no sentido das fibras como uma forma de ajuste do órgão quando localizados em partes que representam a transição entre as porções.

A túnica serosa que reveste o estômago apresentou-se delgada, sendo evidenciada apenas por uma fina camada formada por tecido conjuntivo e células mesoteliais.

O intestino, macroscopicamente, apresentou-se tubular e com duas dobras ao longo do seu comprimento. Este órgão foi dividido em três porções (anterior, com cecos pilóricos, média e posterior). A parede dos cecos pilóricos e o restante do intestino apresentaram uniformidade com a presença das quatro túnicas típicas (mucosa, submucosa, muscular externa e serosa) (Fig. 19 D-F).

A túnica mucosa possui evaginações, que se projetam em direção à luz dando origem a formações denominadas vilos. Todas as porções apresentaram vilos altos e de formatos arredondados. Os vilos, como constituintes da túnica mucosa, apresentam-se revestido por epitélio simples cilíndrico e abaixo desse, há presença de lâmina própria, a qual é constituída por tecido conjuntivo frouxo, vasos sanguíneos e linfáticos e fibras musculares lisas.

No epitélio simples cilíndrico, são evidenciadas células caliciformes produtoras de muco e enterócitos produtores de enzimas, envolvidas nos processos de digestão e absorção. Sobre o epitélio observa-se uma camada em destaque constituída por muco e secreções enzimáticas (borda estriada). Ressalta-se uma diferenciação na quantidade de células caliciformes. Essa aumenta dos cecos pilóricos para a porção anterior do intestino, e desse para a porção média e para a porção posterior.

Também não se verificou a presença de estruturas semelhantes a criptas ou glândulas intestinais e células de Paneth. A muscular da mucosa é pouco definida.

A submucosa constituiu-se de tecido conjuntivo moderadamente denso (com fibroblastos, fibras colágenas e linfócitos) e vasos sanguíneos.

A túnica muscular externa, composta de fibras musculares lisas, encontrava-se organizada em duas camadas, circular interna espessa e a longitudinal externa. Inervação intrínseca presente, através da visualização de gânglios mioentéricos.

A serosa, revestindo esse órgão, apresentou-se bastante delgada.

As características histológicas do estômago e intestino de *P. galeatus* são semelhantes às observadas para a espécie *A. altiparanae*, no que diz respeito à organização das túnicas e seus elementos (Fig. 18B e 20 A-F). Ressalta-se que diferentemente do intestino de *A. altiparanae*, que apresenta cecos pilóricos, essa estrutura não está presente em *P. galeatus*.

Entre os consumidores de peixes, *S. marginatus* apresenta o estômago do tipo sacular, com pregas desenvolvidas e a parede possui quatro túnicas: mucosa, submucosa, muscular externa e serosa. O estômago da piranha, nas porções inicial e média, apresenta duas regiões, a glandular e a aglandular, enquanto que na porção fúndica é totalmente glandular (Fig. 18C e 21 A-C).

A região glandular conta com pregas mais desenvolvidas do que a região aglandular, no entanto ambas são revestidas por epitélio simples cilíndrico, porém a reação P.A.S. se mostrou bastante fraca com uma coloração levemente rosada. A lâmina própria, composta por tecido conjuntivo frouxo, é apoiada de forma não regular pela muscular da mucosa, havendo pontos onde se funde com a submucosa adjacente. Na lâmina própria, localizam-se glândulas de formato tubular, com células predominantemente basófilas não havendo distinção de tipos celulares. As glândulas são permeadas por fibras musculares lisas originadas a partir da muscular da mucosa.

A túnica submucosa é composta por tecido conjuntivo denso, com fibras colágenas e musculares lisas e presença de muitos vasos sanguíneos. Em alguns exemplares foram visualizados infiltrados de material queratinizado corados em amarelo, encapsulados ou não, tendo ao redor células do sistema imune (Fig. 21D).

A túnica muscular externa, embora não muito espessa, é mais destacada na região aglandular. Existe uma camada circular interna que prevalece sobre a camada longitudinal externa. A inervação intrínseca, localizada entre essas camadas, é bastante desenvolvida.

A túnica serosa é bastante desenvolvida e engloba grandes vasos sanguíneos que circundam toda a parede do órgão.

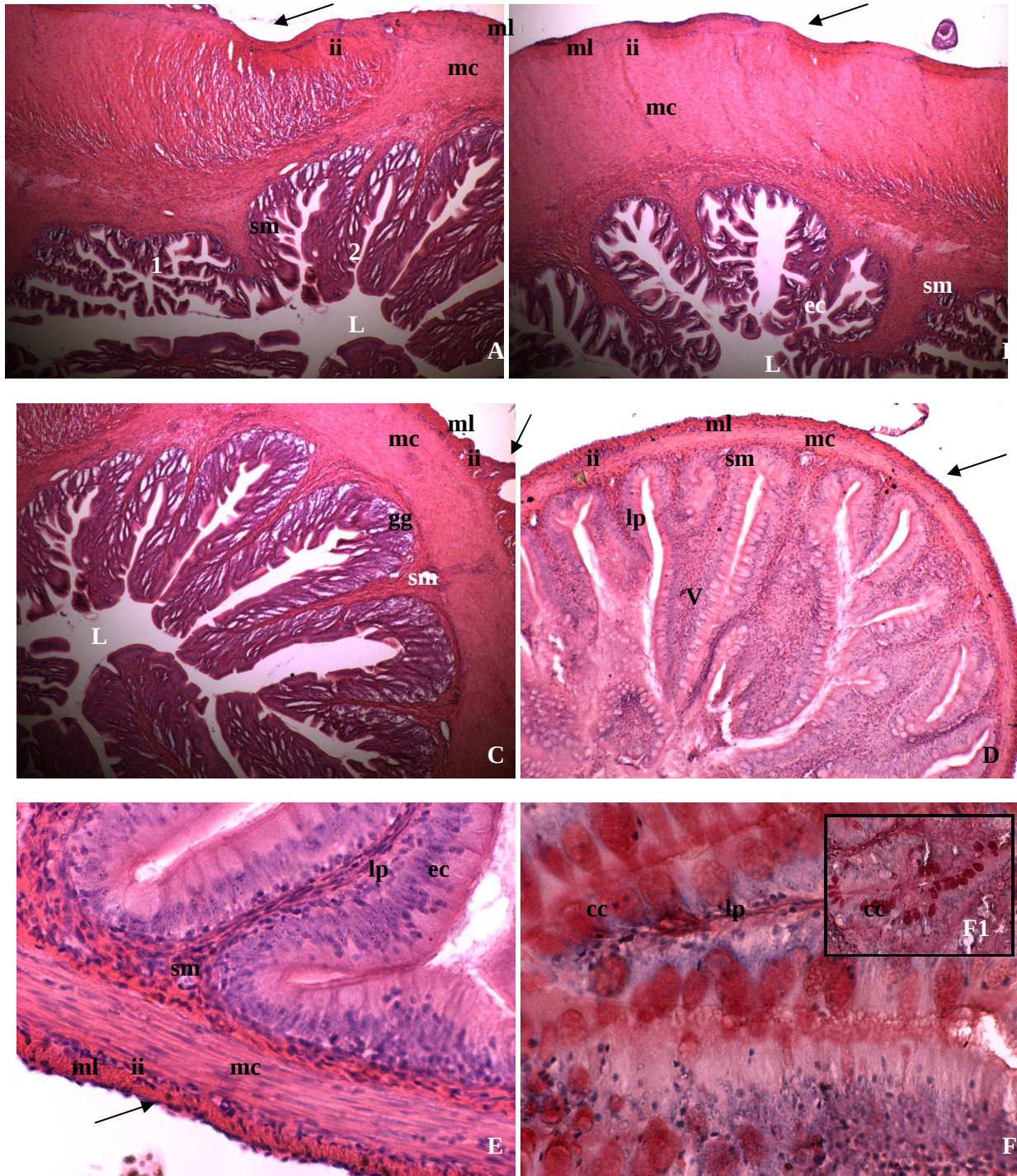


FIG. 19: *Astyanax altiparanae*. (A) Cortes transversais da porção inicial do estômago (HE – 40X) evidenciando as duas regiões. (B) Região aglandular da porção inicial do estômago (HE – 40X). (C) Região glandular da porção inicial do estômago (HE – 40X). (D) Visão geral da estrutura do intestino médio (HE – 100X). (E) Intestino médio (HE – 400X) e (F) Detalhe das vilosidades do intestino médio (PAS – 400X) e (F1) dos cecos pilóricos (PAS – 400X). 1, região aglandular, 2, região glandular, V, vilo, L, luz do tubo, ec, epitélio simples cilíndrico, cc, células caliciformes, lp, lâmina própria; sm, submucosa, gg, glândulas gástricas, mc, camada muscular circular interna, ml, camada muscular longitudinal externa, ii, inervação intrínseca, e serosa (seta).

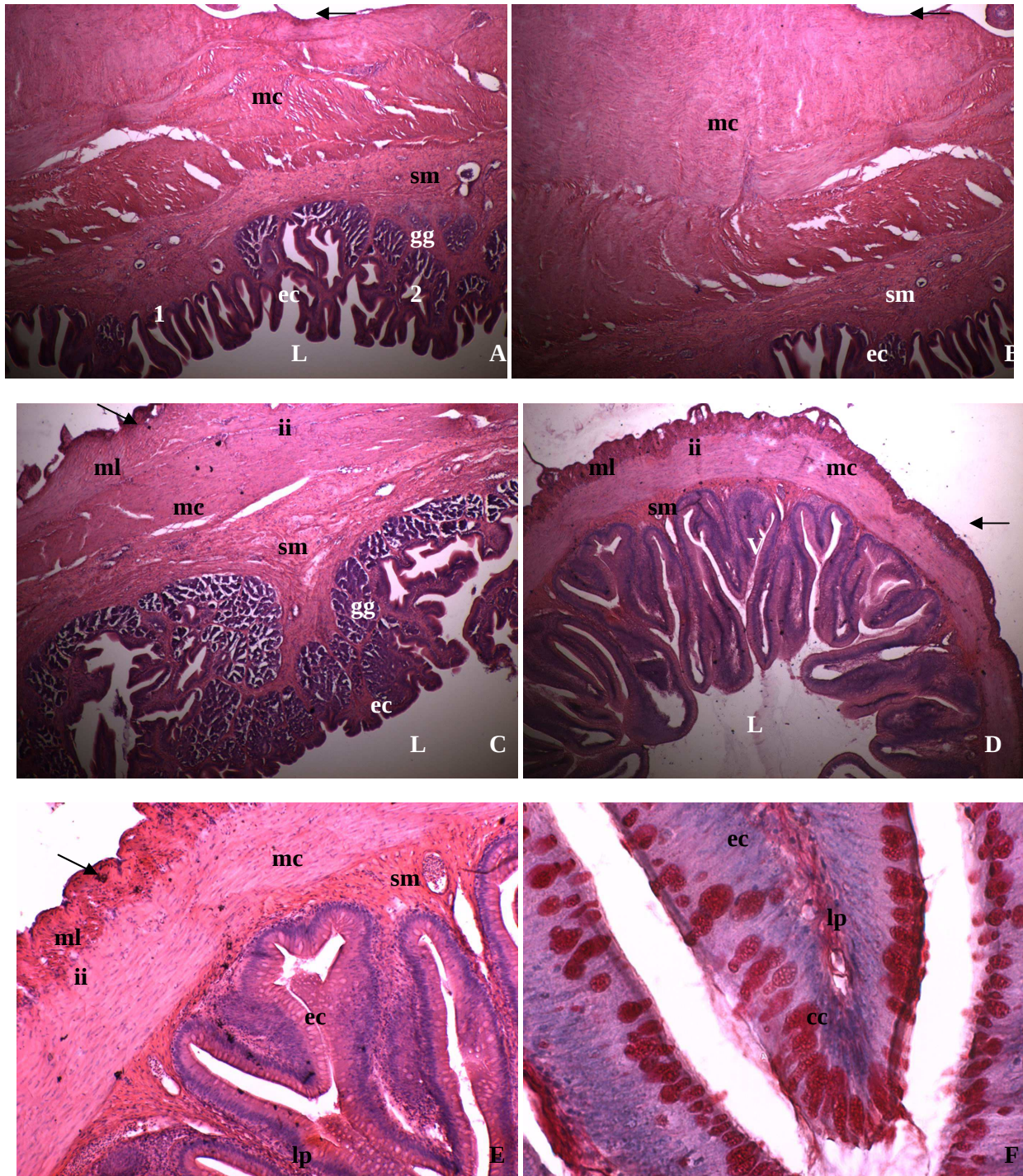


FIG. 20: *Parauchenipterus galeatus*. (A) Cortes transversais da porção média do estômago (HE – 40X) evidenciando as duas regiões. (B) Região aglandular da porção média do estômago (HE – 40X). (C) Região glandular da porção média do estômago (HE – 40X). (D) Visão geral da estrutura do intestino posterior (HE – 40X). (E) Intestino posterior (HE – 100X). (F) Detalhe das vilosidades do intestino posterior (PAS – 400X). 1, região aglandular, 2, região glandular, V, vilo, vs, vaso sanguíneo, L, luz do tubo, ec, epitélio simples cilíndrico, cc, células caliciformes, lp, lâmina própria; sm, submucosa, gg, glândulas gástricas, me, camada muscular externa, mc, camada muscular circular interna, ml, camada muscular longitudinal externa, ii, inervação intrínseca, e serosa (seta).

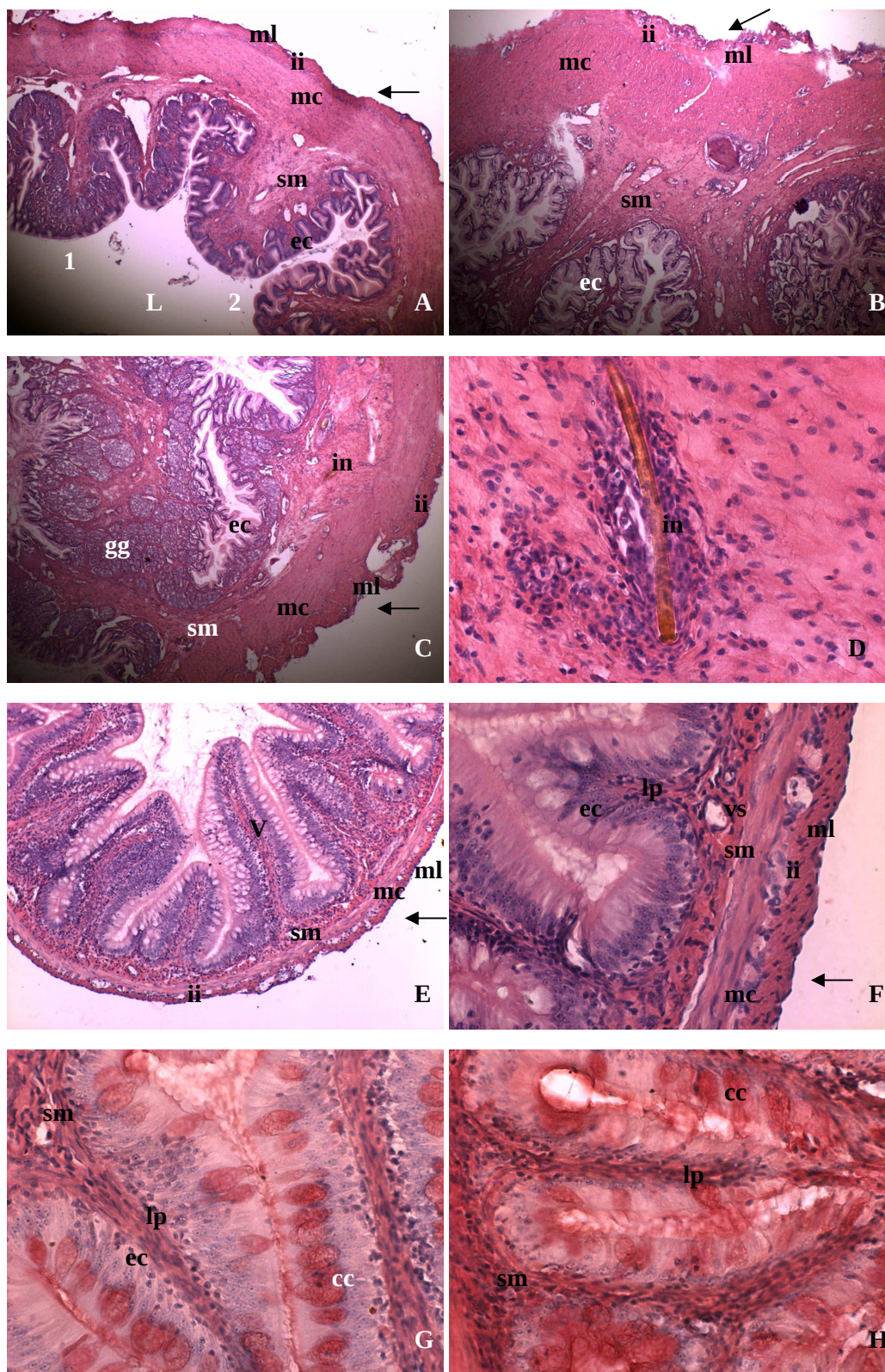


FIG. 21: *Serrasalmus marginatus*. (A) Cortes transversais da porção inicial do estômago (HE – 40X) evidenciando as duas regiões. (B) Região aglandular da porção inicial do estômago (HE – 100X). (C) Região glandular da porção inicial do estômago (HE – 100X). (D) Infiltrado na porção inicial do estômago (HE – 400X). (E) Visão geral da estrutura do intestino médio (HE – 100X). (F) Intestino médio (HE – 400X). (G) Detalhe das vilosidades do intestino médio e (H) dos cecos pilóricos (PAS – 400X). 1, região aglandular, 2, região glandular, V, vilo, vs, vaso sanguíneo, L, luz do tubo, ec, epitélio simples cilíndrico, cc, células caliciformes, lp, lâmina própria; sm, submucosa, gg, glândulas gástricas, in, infiltrado, me, camada muscular externa, mc, camada muscular circular interna, ml, camada muscular longitudinal externa, ii, inervação intrínseca, e serosa (seta).

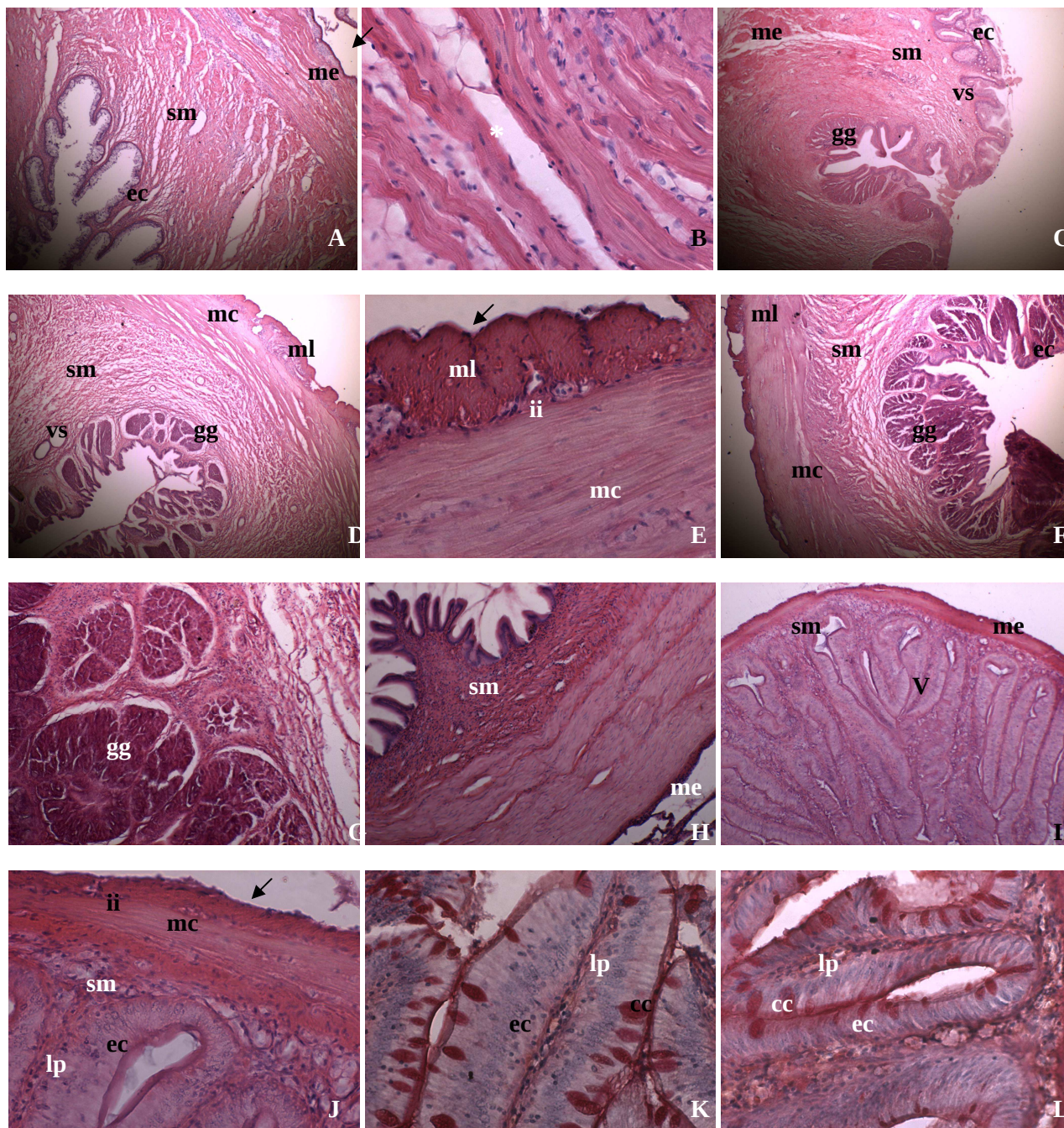


FIG. 22: *Hoplias* aff. *malabaricus*. (A) Cortes transversais da porção inicial do estômago (HE – 40X) aglandular. (B) Detalhe da muscular externa (HE – 400X). (C) Região de transição entre as porções inicial e média do estômago (HE – 40X). (D) Estômago médio, glandular (HE – 40X). (E) Detalhe da camada muscular externa (HE – 400X). (F) Porção final do estômago, região glandular (HE – 40X). (G) Porção final do estômago, forma das glândulas (HE – 100X). (H) Porção final do estômago, região aglandular (HE – 100X). (I) Intestino médio (HE – 100X) e (J) visão geral de sua estrutura (HE – 400X). (K) Detalhe das vilosidades do intestino médio e (L) dos cecos pilóricos (PAS – 400X). * fibra muscular estriada, V, vilo, vs, vaso sanguíneo, L, luz do tubo, ee, epitélio estratificado, ec, epitélio simples cilíndrico, cc, células caliciformes, lp, lâmina própria; sm, submucosa, gg, glândulas gástricas, me, camada muscular externa, mc, camada muscular circular interna, ml, camada muscular longitudinal externa, ii, inervação intrínseca, e serosa (seta).

Na porção fúndica, tipicamente glandular, as pregas são menos desenvolvidas. Na lâmina própria encontram-se glândulas gástricas tubulares bastante profundas. O revestimento da túnica mucosa é um epitélio simples cilíndrico com reação P.A.S. positiva. Lâmina própria constituída de tecido conjuntivo frouxo e a muscular da mucosa é pouco evidente. A túnica submucosa é composta por tecido conjuntivo denso bastante irrigado. A túnica muscular externa não é muito espessa, entretanto a camada circular interna prevalece sobre a longitudinal externa. Diferente das porções anterior, a túnica serosa é extremamente delgada.

A porção inicial do estômago de *H. aff. malabaricus*, é constituída em sua totalidade por pregas muito desenvolvidas e ramificadas, apesar de ser uma porção aglandular (Fig. 18D), uma vez que não apresenta glândulas na lâmina própria é revestida por epitélio secretor com reação P.A.S. positiva. A lâmina própria é constituída de tecido conjuntivo frouxo e a muscular da mucosa é bem evidente. O epitélio de revestimento parece ser do tipo estratificado (Fig. 22A).

A túnica submucosa compõe-se de tecido conjuntivo moderadamente denso, possui aspecto muito vacuolizado, devido a grande quantidade de vasos sanguíneos.

Uma característica notável foi observada para a túnica muscular externa dessa espécie, a presença de um grande contingente de fibras musculares estriadas com diferentes orientações, permeadas por fibras colágenas pouco acidófilas o que dificultou a identificação da inervação intrínseca (Fig. 22B). A túnica serosa é desenvolvida.

Menor ramificação das pregas foi observada para a porção média (Fig. 22 C-E), as quais também eram revestidas por epitélio simples cilíndrico com reação P.A.S. positiva. Uma organização glandular pôde ser observada nessa porção. A muscular da mucosa não é evidente.

A túnica submucosa é composta por tecido conjuntivo denso e a muscular externa é organizada nas duas camadas de músculo liso, a circular interna e a longitudinal externa. A túnica serosa apresenta-se mais delgada (Fig. 22-E).

A porção final (Fig. 22 F-H) é dividida em duas regiões: glandular e aglandular. A primeira com pregas mais altas e menos ramificadas do que a segunda. Para ambas o epitélio é simples cilíndrico com reação P.A.S. positiva intensa. Abaixo, têm-se evidentes a lâmina própria e a muscular da mucosa.

A túnica submucosa é composta por tecido conjuntivo denso bem irrigado e há a presença de muitas células do sistema imune. Já a túnica muscular externa, formada por

músculo liso, é bastante espessa na região aglandular, com prevalência da camada circular interna sobre a camada longitudinal externa.

A porção fúndica é totalmente glandular sendo a lâmina própria preenchida por glândulas desenvolvidas densamente agrupadas. As demais túnicas mantêm a organização histológica observada na região glandular da porção final.

O intestino, para ambas as espécies (Fig. 21 E-H e 22 I-L), apresentou-se tubular e com duas dobras ao longo de seu comprimento, no entanto, o diâmetro desse órgão é menor nas piranhas. Os cecos pilóricos, encontrados em maior número na traíra, e o intestino têm a parede composta pelas quatro túnicas: mucosa, submucosa, muscular externa e serosa. As características histológicas das túnicas são semelhantes às observadas para *A. altiparanae*, já descritas anteriormente.

DISCUSSÃO

Os peixes se alimentam dos mais variados recursos, os quais são provenientes de origens diferentes (alóctones e autóctones) e encontrados em vários compartimentos dos corpos d'água (zonas litorânea, pelágica e bêntica). E não basta que o alimento esteja presente, é necessário também que os peixes disponham de mecanismos apropriados para utilizá-los e aproveitá-los. Isso inclui adaptações morfológicas, principalmente as do aparelho digestório, que potencializem as funções alimentares e garantam a sobrevivência dos indivíduos.

A aquisição de alimento por peixes é um processo que geralmente envolve a procura, detecção, captura e ingestão. A fome é o estímulo para as atividades de procura do alimento e ao detectar os possíveis itens alimentares, o peixe orienta-se em direção a eles, se aproxima e tenta capturá-los e ingeri-los, todo ou parte deles. A captura de alimento pelos carnívoros, geralmente requer técnicas mais elaboradas, devido aos organismos presas potenciais terem uma série de adaptações estruturais e comportamentais para evitar a captura (Keenleyside, 1979).

Entre as características das estruturas presentes na cabeça, o tamanho dos olhos é diretamente proporcional ao desenvolvimento das capacidades visuais no peixe e esse caráter é diretamente proporcional à importância da visão na alimentação do peixe. A posição dos olhos relaciona-se à preferência do habitat. Já a largura e a altura da boca são proporcionais ao tamanho do alimento consumido, estando altamente relacionado com o tamanho da presa. O número de barbilhões pode ser considerado diretamente proporcional à importância do sentido

olfativo na alimentação e hábito bentônico do peixe. O número de rastros branquiais apresenta relação inversa com a presença de presas maiores e bentônicas na dieta. (Gatz Jr, 1979)

Essas avaliações e afirmações também foram feitas por Watson & Balon (1984).

A procura do alimento, além dos movimentos e comportamentos que os peixes podem realizar na coluna d'água, também é orientada pelos órgãos dos sentidos, de tal forma que cada espécie se utiliza principalmente do órgão ou órgãos que tiverem mais desenvolvidos. Tais sentidos podem ser o olfato, a visão ou serem provenientes de estímulos mecânicos que são captados por receptores elétricos ou mecânicos como a linha lateral. Alguns exemplos são discutidos por Zavala-Camin (1996).

Além disso, a posição da boca é muito importante para o acesso ao alimento e várias características da cavidade oro-branquial também facilitam os processos relacionados à alimentação, como a captura, a manipulação e a ingestão do alimento. Os peixes realizam a manipulação oro-branquial com ajuda de dentes e/ou rastros, segurando ou concentrando o alimento, preparando-o para ser ingerido. A forma e a posição da boca, a dentição nas maxilas e na região buco-faríngea, e, ainda, a conformação dos rastros branquiais são relacionadas ao hábito alimentar dos peixes (Nikolsky, 1963; Keast & Webb, 1966; Weatherley & Gill, 1987; Woottom, 1990, Zavala-Camin, 1996). O grau de protrabilidade da boca também é fator importante no acesso ao alimento (Motta, 1984).

Os rastros branquiais são modificados para reter, raspar e esmagar o alimento. Uma relação também existe entre a morfologia dos rastros branquiais e o status trófico dos peixes. Assume-se, geralmente, que a função dos rastros branquiais é como uma peneira para puxar organismos alimento da água, podendo existir correlações entre o número de rastros, o espaçamento entre eles, seus comprimentos e o hábito alimentar do peixe (Weatherley & Gill, 1987).

Nas espécies carnívoras, em geral, os rastros estão presentes somente no primeiro arco branquial (Zavala-Camin, 1996).

O estômago é um órgão, cuja forma e estrutura das paredes variam bastante de acordo com o hábito alimentar dos peixes e, em algumas espécies pode estar ausente. O estômago na maioria dos peixes é uma dilatação do tubo digestório onde os alimentos são mantidos o tempo necessário para realizar a digestão ácida. Sua mucosa interna forma sulcos longitudinais e sinuosos que desaparecem quando o estômago se expande com a entrada dos alimentos (Zavala-Camin, 1996).

O revestimento mais interno é um epitélio colunar que contém células secretoras de muco e células que secretam tanto o pepsinogênio quanto o ácido clorídrico, chamadas células

oxintopépticas. As regiões cárdica e fúndica são glandulares e a região pilórica é aglandular (Rotta, 2003), sendo também comprovado por esse estudo, não havendo distinção entre os tipos celulares das glândulas gástricas, como ocorre entre os mamíferos.

Gargiulo *et al.* (1997), em um estudo da mucosa gástrica da *Tilapia* spp., verificaram que não existe diferenciação nas células glandulares em parietal e zimogênica, assumindo-se que o ácido clorídrico e o pepsinogênio são secretados pela mesma célula. Os autores, baseados em seus e outros estudos, verificaram que as tilápias, para os estágios iniciais da digestão, requerem um meio ácido e que, de fato, a lise ácida no estômago é um mecanismo essencial para a digestão de algas e de bactérias que acompanham o detrito, principalmente nos peixes que não exibem adaptações particulares para a trituração dos itens.

O comprimento do intestino relaciona-se com o hábito alimentar sendo maior para iliófagos, herbívoros e onívoros e menor para carnívoros e insetívoros.

O intestino é um órgão geralmente tubular por onde transita o alimento e no qual ocorre a digestão alcalina e a absorção dos nutrientes. Geralmente há uma associação entre seu comprimento e o comprimento padrão do corpo, o que resulta no cálculo do quociente intestinal (Angelescu & Gneri, 1949; Weatherley & Gill, 1987, Barbieri *et al.*, 1994), cujos valores permitem inferir a qual categoria trófica o peixe pertence. Vários são os motivos que podem levar a diferenças no quociente intestinal, mesmo quando se considera a mesma categoria trófica e essa característica demonstra o quanto é importante ter conhecimento da anatomia, porque os anexos do tubo digestório realizam parte do trabalho dos principais órgãos digestivos (Zavala-Camin, 1996).

O aumento, ou a diminuição, da superfície de absorção é controlado pelo maior ou menor comprimento do intestino. Esse possui glândulas digestivas e suprimento abundante de vasos de sangue e de linfa, onde se completa a digestão iniciada no estômago. No intestino é onde ocorre a maior parte da absorção dos nutrientes, íons e água oriundos da dieta, sendo os produtos da digestão mantidos em solução, o que facilita a absorção (Zavala-Camin, 1996).

Nos teleósteos não há a separação entre intestino delgado e grosso, é apenas um tubo inteiriço e indiferenciado, como constatado para as espécies estudadas. As porções intestinais que apresentam mucosa mais complexa estão envolvidas, de modo geral, com processos absorptivos. O autor afirma ainda, que nos carnívoros a quantidade de alimento ingerido é menor e a qualidade superior e o trânsito do alimento é mais lento, sendo esse aspecto importante para favorecer a difusão dos nutrientes para dentro das numerosas e profundas pregas que existem na mucosa intestinal. No caso dos peixes carnívoros com cecos pilóricos,

o trânsito alimentar é ainda mais lento, pois o alimento que entra nesses sacos de fundo cego deve retornar novamente a luz do intestino para então ser excretado (Rotta, 2003).

Os cecos intestinais são estruturas digitiformes de fundo cego localizados na região do piloro. Zavala-Camin (1996) cita a possibilidade dessas estruturas aumentarem a área de absorção do intestino e talvez servir também para armazenar alimento. Considera ainda que como no estômago ocorre digestão ácida e no intestino a digestão é alcalina, os cecos estão situados principalmente no início do intestino, e é possível que, ao menos, uma das funções dessas estruturas seja a de aumentar o pH do bolo alimentar, para torná-lo alcalino e assim deixá-lo pronto para ser rapidamente aproveitado desde a porção inicial do intestino. Nesse trabalho observou-se que, para as quatro espécies analisadas, os cecos pilóricos, devido possuírem a mesma estrutura do intestino, são órgão que tem a função de aumentar a superfície de absorção.

Quanto à análise dos conteúdos gástricos das espécies, evidenciou-se que *A. altiparanae* e *P. galeatus* são espécies carnívoras, mais precisamente insetívoras, devido ao predomínio de insetos na dieta nas lagoas da planície de inundação. As espécies enquadradas nessa mesma categoria, em estudos anteriores, por Peretti & Andrian (2004). No caso de *A. altiparanae* a dieta foi composta por itens de origem animal e vegetal, o que poderia levar a classificá-la como onívora, mas seguindo as afirmações de Andrian *et al.* (1994a), pelo predomínio dos insetos, a espécie poderia ser considerada onívora com tendência à insetivoria.

Vilella *et al.* (2002) estudaram a dieta de várias espécies de *Astyanax*, no rio Maquiné, Rio Grande do Sul, e entre elas *Astyanax bimaculatus* cuja dieta foi composta por pedaços de plantas, sendo considerada uma espécie herbívora, porém, escamas também foram consumidas. Cassemiro *et al.* (2002) avaliaram a dieta de *A. altiparanae*, na área de influência do reservatório de Salto Caxias, Paraná, e observaram uma nítida tendência a herbivoria, mas a dieta foi complementada por várias ordens de insetos e microcrustáceos. Andrian *et al.* (2001) identificaram *A. bimaculatus* como uma espécie oportunista, de hábito onívoro com tendência a herbivoria-insetivoria, na área de influência do reservatório de Corumbá. Para *P. galeatus* Andrian & Barbieri (1996) registraram como componentes da dieta insetos, principalmente Coleoptera e Hymenoptera, outros invertebrados, resto de peixes e vegetal superior, demonstrando que a dieta é composta tanto de itens do meio aquático como do terrestre. Isto vai ao encontro das ponderações de Lagler *et al.* (1977), esses consideram que muitas das espécies de peixes mostram dietas flexíveis, utilizando os recursos mais prontamente disponíveis no ambiente, e que poucas são estritamente carnívoras ou herbívoras.

Astyanax altiparanae e *P. galeatus* são peixes que se alimentam, em geral, de itens de mesma origem, mas diferem quanto às ordens dos insetos predominantes consumidos (Hymenoptera e Coleoptera).

Quanto às características do trato digestório, *A. altiparanae* por possuir boca terminal, mostra-se apto a explorar os diversos compartimentos do meio aquático em que vai buscar seu alimento, afirmação também feita por Rotta (2003). Já *P. galeatus* possui boca terminal, mas levemente superior e prognata o que possibilita a tomada de alimento na superfície da água. Entretanto a presença de barbilhões nas maxilas indicam que a espécie também pode explorar regiões mais profundas dos ambientes aquáticos, não tendo uma preferência para explorar determinado compartimento. Por isso as dietas de ambos conterem insetos que caem na água ou que se encontram no substrato, como larvas de Diptera. Afirmação que também faz Zavala-Camin (1996), ao dar exemplo de raias marinhas dizendo que a forma dos dentes não é só consequência do tipo de alimento, podendo depender também das características do substrato, por isso a presença de placas dentígeras em *P. galeatus* e a ingestão de detrito e sedimento em sua dieta, quando comparado a *A. altiparanae*.

Nos rios e pequenos lagos, os insetos têm uma importante participação na dieta do peixe, os quais, geralmente, estão presentes o ano inteiro, embora estejam mais disponíveis na época das cheias. Os insetos adultos podem flutuar ou afundar, ao caírem na água ou serem carregados pela chuva, podendo também ser capturados por peixes especializados quando pousam perto da superfície da água. Entre as formas larvais, as de vida aquática são as mais usadas como alimento, mas também são aproveitadas larvas terrestres (Zavala-Camin, 1996). Andrian *et al.* (1994b) descrevem que entre as comunidades encontradas na planície de inundação do alto rio Paraná, a de insetos é uma das mais importantes. Entre eles, os principais são Chironomidae e Ephemeroptera, os quais constituem parte da dieta de muitas espécies, entre elas *A. altiparanae* e *P. galeatus*.

Para uma presa ser incluída na dieta do predador ela precisa ser localizada, perseguida, capturada, manipulada e ingerida (Mittelbach, 2002), todavia os itens que compõem a dieta, para serem ingeridos, dependem também de sua palatabilidade e a presença de botões gustativos na superfície ou ao redor da cavidade bucal influencia na escolha. Pôde-se notar a presença desses em *P. galeatus*, onde próximo às placas dentígeras foi observado uma concentração deles.

Depois de apreendido o alimento deve ser manipulado, e esse processo se dá principalmente em nível de cavidade oro-branquial. O alimento apreendido é então engolido inteiro ou cortado, como no caso do material vegetal ingerido por *A. altiparanae* que deve ser

rasgado ou ter sua superfície raspada pelos dentes pentacuspídeos. A avaliação de *A. bimaculatus* por Lobón-Cerviá & Bennemann (2000) no rio Tibagi, Paraná, evidenciaram uma dieta composta por insetos, entre eles efemerópteros, himenópteros e coleópteros, material vegetal e escamas; Os dois últimos tendo seu consumo facilitado pelo tipo de dentes. *Parauchenipterus galeatus* por ingerir insetos grandes de corpos muito quitinosos, como os besouros escarabeídeos, faz uso das placas dentígeras para amassar o corpo desses animais e deixar o conteúdo mais exposto.

Os rastros branquiais, embora mais longos e menos espaçados em *A. altiparanae*, quando comparado à *P. galeatus*, também contribuem para a apreensão, principalmente de itens mais diminutos, por isso a presença de larvas de insetos na dieta de ambos, enquanto microcrustáceos ocorrem na dieta de *A. altiparanae*, corroborando a afirmação de Zavala-Camin (1996) de que, quanto menor for o espaço entre os rastros, menor serão as partículas de alimento retidas. Além disto, os rastros são mais numerosos em *A. altiparanae* do que em *P. galeatus*. Nesse observou-se uma camada de muco recobrindo os rastros o que também auxilia na apreensão de itens bentônicos, como larvas de insetos aquáticos no substrato.

O estômago do tipo saciforme, em ambas as espécies, está de acordo com a ampla gama de itens por eles ingeridos, entretanto as paredes se mostram mais rígidas e resistentes em *P. galeatus*, o que nos faz entender a presença de itens duros, como os insetos, principalmente Coleoptera em seu conteúdo. A parede interna desse órgão, quando vazio, se mostra mais pregueada no cangati indicando sua grande capacidade elástica.

O intestino em ambos se mostra relativamente curto, como típico dos carnívoros. Os valores do quociente intestinal se enquadram naqueles levantados por Weatherley & Gill (1987), os quais variaram de 0,7 a 1,5 para os carnívoros e de 1,0 a 1,3 para os onívoros. Essas diferenças nos valores do quociente intestinal entre *A. altiparanae* e *P. galeatus* podem nos levar a inferir o caráter onívoro da primeira espécie, o que levaria a considerá-lo como um onívoro com tendência à insetivoria. Aqueles autores afirmam, ainda, que o comprimento do intestino pode ser uma principal especialização adaptativa na ecologia alimentar de peixes. Mesmo entre os peixes carnívoros o comprimento do intestino está relacionado com o tamanho da presa, sendo maior naqueles que consomem animais menores, como é o caso do *A. altiparanae*. O fato ainda de contar com material vegetal em seu conteúdo gástrico, demonstra a necessidade do bolo alimentar estar mais tempo em contato com o intestino para uma melhor absorção dos nutrientes.

A maior exposição às paredes intestinais também é aumentada com a entrada do material digerido nos cecos pilóricos, os quais, de acordo com a análise histológica mostraram

a mesma estrutura do intestino, podendo-se afirmar que para as espécies estudadas, a função dessas estruturas é aumentar a superfície de absorção. *Parauchenipterus galeatus*, não conta com esse órgão, portanto, o aumento da absorção se dá no próprio intestino, devido a presença de pregas da mucosa intestinal mais elevadas, principalmente nas porções iniciais, o que demonstra uma maior complexidade estrutural com função compensatória para a absorção.

Gargiulo *et al.* (1998) encontraram, estudando o intestino de tilápias, que no intestino proximal, o complexo de pregas da mucosa intestinal resulta no aumento na área de superfície, ajuda na mistura do alimento com os sucos digestivos hepáticos e pancreáticos e com o muco secretado pelas células caliciformes.

Os piscívoros são definidos como carnívoros que consomem primariamente peixe. Entretanto quando observados em detalhe torna-se claro que o comportamento piscívoro é complexo e flexível lidando com diferentes tipos de presas (Mittelbach, 2002). De acordo com Agostinho *et al.* (1997), Hahn *et al.* (1998) e Matthews (1998) os peixes piscívoros, quando adultos, alimentam-se basicamente de peixes. É o que foi evidenciado para a dieta de *S. marginatus* e *H. aff. malabaricus*, entretanto foi possível identificar itens de outras origens, que não peixes. Foi verificado a ingestão de insetos e até material vegetal. O último pode ser resultado das investidas desses predadores sobre suas presas. Moraes & Barbola (1995), estudando a alimentação e a morfologia do trato digestório de *H. malabaricus* na lagoa Dourada, em Ponta Grossa, encontraram na fase adulta, uma dieta baseada exclusivamente em peixes e fragmentos desses, porém uma fração de fragmentos vegetais também foi evidenciada, a qual, segundo os autores, deve ser entendida como acidental, devido ao caráter voraz da espécie que ao atacar a presa engole partes da vegetação que está próxima.

Resende *et al.* (1996) identificaram como itens predominantes na dieta de *S. marginatus* e *H. malabaricus*, peixes, entretanto no conteúdo estomacal da primeira espécie foram encontrados apenas raios de nadadeiras de peixes e escamas, evidenciando o hábito da espécie de nem sempre ingerir a presa inteira, mas sim mutilá-la. Restos de vegetais, detritos, areia e crustáceos também foram constatados. Já a dieta da segunda espécie foi composta principalmente por peixes engolidos inteiros, entretanto vegetal e camarões também foram consumidos. Esses resultados foram corroborados pelo deste trabalho.

Embora as duas espécies utilizaram peixes, as estratégias para obter o alimento são diferenciadas entre elas. Cada uma dessas espécies possui um comportamento elaborado para a captura de seu alimento. Ambos quando vizinhos à presa, investem sobre elas em movimento de explosão de ataque (Sazima & Machado 1990, Juanes *et al.*, 2002) Enquanto *H. aff. malabaricus* ingere, em sua maioria, presas inteiras, *S. marginatus* arranca pedaços,

mas alguns peixes inteiros também foram encontrados. Janovetz (2005) em seus estudos experimentais sobre a piranha *Catoprion mento*, que se alimenta basicamente de escamas e pedaços de nadadeiras, cita vários trabalhos sobre o quão disperso é o hábito lepidofágico, a diversidade morfológica e de comportamento de ataque e o quão nutritiva e vantajosa é essa fonte de alimento. Porém cabe lembrar que é comum entre os indivíduos consumidores de raios de nadadeiras e escamas observar, ao abrir a cavidade visceral, partes pontiagudas penetradas nas paredes do estômago. Isto nos indica o quão eficiente deve ser o mecanismo de defesa e recuperação dos tecidos para evitar danos a estes predadores, e é o que foi observado neste estudo, partes quitinosas inseridas no tecido estomacal estavam quase encapsuladas e envoltas por uma grande quantidade de células do sistema imunológico, sendo chamados de infiltrados.

A diferença é que *S. marginatus* antes do ataque nada ativamente (Sazima & Machado, 1990), enquanto *H. aff. malabaricus* desenvolve uma estratégia de emboscada (Gerking, 1994).

Além disso, outras estruturas estão associadas à captura do alimento. Por exemplo, foi observado que as narinas de *S. marginatus* são mais desenvolvidas do que em *H. aff. malabaricus* e que a presença de uma película na borda da cavidade nasal pode servir para o movimento da água dentro dela, o que pode tornar mais pronunciados os estímulos químicos da água e da presa. Nos peixes, as bolsas olfativas dorsais no focinho contêm células sensitivas para substâncias dissolvidas na água. Cada bolsa tem uma abertura anterior e outra posterior. A água entra pela narina anterior e sai pela posterior, passando sobre dobras do epitélio sensitivo no assoalho de cada bolsa (Storer *et al.*, 1991).

Já para *H. aff. malabaricus*, foi observada a presença de poros cefálicos, dorsal e ventral. Oyakawa (1990) estudando a situação taxonômica do gênero *Hoplias* detectou a existência desses poros e destacou a importância para a sistemática da espécie. Provavelmente esses poros sensoriais tenham sua função na detecção da presa podendo sentir estímulos mecânicos do movimento da água antes de avançar sobre a ela.

A boca de ambos é superior e bastante ampla, porém existe diferença quanto ao tipo de dentição. Em *S. marginatus* os dentes tricuspídeos devem servir para cortar partes da presa, enquanto os dentes caninos de *H. aff. malabaricus* são adequados para agarrar a presa. A presença de dentes palatinos com as extremidades voltadas para trás, em ambas as espécies, e distribuídas em uma fileira, podem ter as funções de evitar a fuga da presa de dentro da cavidade oro-branquial e de rasgar a pele expondo o músculo das presas para serem mais digeridos e aproveitados (Jobling, 1995). Também foi verificada a presença de dentículos na

língua da traíra. Como a maioria dos peixes (carnívoros) ingere seu alimento inteiro a função mais comum dos dentes das maxilas é a de segurar o alimento, auxiliados pelos dentes do vômer, dos palatinos e da língua (Zavala-Camin, 1996).

Os rastros branquiais para ambas espécies são curtos e espaçados e provavelmente sirvam apenas para garantir que a presa se mantenha na cavidade oro-branquial. O número de rastros foi pequeno, mas sempre acompanhados por outros rudimentares distribuindo-se sobre os arcos branquiais. Pode-se considerar como rudimento a protuberância que não supera o diâmetro de sua base e este auxilia na retenção do alimento, principalmente quando conta com anexos, como denticulos. (Zavala-Camin, 1996).

A forma do estômago variou, sendo saciforme para *S. marginatus* e em forma de “J” ou sifonal para *H. aff. malabaricus* (Suyehiro, 1942), ambos bastante elásticos, verificado pela grande quantidade de pregas gástricas. *Hoplias aff. malabaricus* pode ingerir peixes próximos ao seu próprio comprimento como verificado nos estudos de Barthem (1987), Winemiller (1989), Loureiro & Hahn (1996).

As características anatômicas das partes do trato digestório e histológicas desses piscívoros são muito similares, entretanto uma particularidade foi observada para *H. aff. malabaricus*. O estômago possui uma forma de saco distendível, sigmóide, recoberto por numerosas pregas com paredes musculares muito desenvolvidas e tipicamente apresentam musculatura lisa. Em *H. aff. malabaricus*, verificou-se a presença, na porção inicial do estômago, de camadas de músculo estriado, as quais não são componentes típicos da parede gástrica e sim comumente verificadas no esôfago. Porém, a afirmação de que esta parte analisada faz parte do estômago se confirma pelo tipo do epitélio, simples cilíndrico, encontrado na estrutura estomacal.

A presença de músculos estriados, de caráter voluntário, faz crer que *H. aff. malabaricus* possa exercer controle sobre o refluxo e regurgitação da presa, como mais um mecanismo para evitar a sua fuga e, assim, funcionar como um esfíncter, o qual não é identificado apenas visualmente.

Para as outras porções a descrição histológica do órgão, assim como a do intestino é compatível com a de Moraes & Barbola (1995).

Jobling (1995) descreve o intestino dos piscívoros como bastante curto. Em geral é menor que o comprimento total do peixe, o que é explicado pela qualidade do alimento e pela facilidade de digestão. Os resultados do quociente mostraram que esse órgão, em média, tem praticamente o mesmo comprimento que o comprimento padrão do peixe (*S. marginatus*) ou é inferior a ele (*H. aff. malabaricus*). A cavidade celomática é maior em *H. aff. malabaricus*

devido ao seu corpo alongado. Os valores aqui encontrados são compatíveis com os de Moraes & Barbola (1995). Apesar do intestino curto, a absorção dos nutrientes pode ser aumentada pela presença dos cecos pilóricos, os quais possuem a mesma estrutura que o intestino, podendo-se afirmar que para essas espécies a função dos cecos pilóricos é a de aumentar a superfície de absorção. *Hoplias* aff. *malabaricus* apresentou maior número de cecos do que *S. marginatus*, entretanto, entre os indivíduos amostrados de ambas as espécies, em nenhum exemplar da traíra foi encontrado conteúdo alimentar nos cecos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises demonstraram que de acordo com a dieta, considerando-se o alimento principal, as espécies enquadraram-se em duas categorias tróficas – insetívoros (*Astyanax altiparanae* e *Parauchenipterus galeatus*) e piscívoros (*Serrasalmus marginatus* e *Hoplias* aff. *malabaricus*). Mesmo enquadrados na mesma categoria, as estruturas que utilizadas para obter o alimento são diferentes.

Pode-se considerar que embora as espécies sejam enquadradas na mesma categoria trófica por sua semelhança nos itens consumidos isto não implica num mesmo conjunto de características morfológicas. Cada espécie, por fim, utiliza-se de um conjunto diferente de caracteres para obter o seu alimento. Isto é importante para se evitar a competição e a sobreposição alimentar, fenômenos esses que reduziriam a sobrevivência e a capacidade de deixar descendentes das espécies. Portanto, não há uma resposta positiva para a indagação – dietas semelhantes são reflexos de características morfológicas parecidas?

Uma última consideração a ser feita é que a categoria trófica se expressa pelo grupo do alimento principal. Em especial entre os insetívoros, é muito complexa a identificação em nível taxonômico de família ou inferior a esse, o que significa que peixes insetívoros podem ser morfológicamente muito distinto um do outro, se um preferir as larvas de Diptera e outro os adultos de Coleoptera. Da mesma forma, entre os piscívoros, mesmo comendo peixes de uma mesma família podem apresentar diferenças, pois é difícil visualizar um predador alimentando-se de um dourado ou de um lambari, ambos Characidae, com a mesma conformação morfológica ou a mesma estratégia predatória.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., Hahn, N. S., Gomes, L. C. & Bini, L. M. (1997). Estrutura trófica. In *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. (Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. eds) pp. 229-248. Maringá: EDUEM
- Al-Hussaini, A. H. (1949). On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: anatomy and histology. *Quarterly Journal Microscopical Science* **90(2)**, 109-139.
- Andrian, I. F. & Barbieri, G. (1996). Espectro alimentar e variações sazonal e espacial na composição da dieta de *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus, 1766, (Siluriformes, Auchenipteridae) na região do reservatório de Itaipu, PR. *Revista Brasileira de Biologia* **56(2)**, 409-422.
- Andrian, I. F., Dória, C. R. C., Torrente, G. & Ferretti, C. M. (1994a). Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná (22°10' - 22°50'S / 53°10' - 53°40'W), Brasil. *Revista UNIMAR* **16(supl. 3)**, 97-106.
- Andrian, I. F., Lansac-Tôha, F. A. & Alves, L. F. (1994b). Entomofauna disponível para a alimentação de peixes, comedores de superfície, em duas lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Revista UNIMAR* **16(3)**, 117-126.
- Andrian, I. F., Silva, H. B. R. & Peretti, D. (2001). Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum* **23(2)**, 435-440.
- Angelescu, V. & Gneri, F. S. (1949). Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimentício em algunos peces Del rio Uruguay y Del rio de la Plata. I - Tipo omnivoro e iliofago em representantes de las familias Loricariidae y Anostomidae. *Revista Del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales* **1(6)**, 161-272.
- 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). I. Quociente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia* **54(1)**, 63-69.

- Barthem, R. B. (1987). Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. *Revista Brasileira de Zoologia* **3** (7), 409-422.
- Bone, Q., Marshal, N. B. & Blaxter, J. H. S. (1995). *Biology of fishes*. London: Chapman & Hall. 2 ed
- Casemiro, F. A. S., Hahn, N. S. & Fugi, R. (2002). Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum* **24**(2), 419-425.
- Delariva, R. & Agostinho, A. A. (2001). Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. *Journal Fish Biology* **58**, 832-847. doi: 10.1006/jfbi.2000.1499
- Ferretti, C. M. L., Andrian, I. F. & Torrente, G. (1996). Dieta de duas espécies de *Schizodon* (Characiformes, Anostomidae), na planície de inundação do alto rio Paraná e sua relação com aspectos morfológicos. *Boletim do Instituto de Pesca* **23** (único), 171-186.
- Fugi, R. & Hahn, N. S. (1991). Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécie de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **51**(4), 873-879.
- Garguilo, A. M., Ceccarelli, P., Dall'Aglia, C. & Pedini, V. (1997). Ultrastructural study on the stomach of *Tilapia* spp. (Teleostei). *Anatomy, Histology and Embryology* **26**, 331-336.
- Gargiulo, A. M., Ceccarelli, P., Dall'Aglia, C. & Pedini, V. (1998). Histology and ultrastructure of the gut of the tilapia (*Tilapia* spp.), a hybrid teleost. *Anatomy, Histology and Embriology* **27**, 89-94.
- Gatz Jr., A. J. (1979). Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany* **21**(2), 91-124.
- Gauch Jr, H. G. (1982). *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerking, S. D. (1994). *Feeding ecology of fish*. San Diego: Academic Press Inc.

- Godinho, H. (1967). Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um Siluroidei, *Pimelodus maculatus* Lacépède. *Revista Brasileira de Biologia* **27**(4), 425-433.
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G. L. (2002). *EcoSim*: null models software for ecology. Version 7.2. Acquired Intelligence Inc. e Kesey-Bear, 2002. Disponível em <<http://homepages.together.net/~getsmin/ecosim.htm>>.
- Graham, J. H. & Vrijenhoek, R. C. (1988). Detrended correspondence analysis of dietary data. *Transaction of the American Fisheries Society* **117**, 29-36.
- Hahn, N. S., Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Bini, L. M. (1998). Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciência* **23**, 299-35.
- Hahn, N. S., Almeida, V. L. L. de & Luz, K. D. G. da. (1997). Alimentação e ciclo alimentar diário de *Hoplosternum littorale* (Hancock) (Siluriformes, Callichthyidae) nas lagoas Guaraná e Patos da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **14**(1), 57-64.
- Hahn, N. S., Fugì, R. & Andrian, I. F. (1991). Espectro e atividade alimentares do armadinho *Trachydoras paraguayensis* em distintos ambientes do rio Paraná. *Revista UNIMAR* **13**(2), 177-194.
- Hahn, N. S., Monfredinho Jr, A., Fugì, R. & Agostinho, A. A. (1992). Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do alto rio Paraná. *Revista UNIMAR* **14**(suplemento), 163-176.
- Hahn, N. S., Pavanelli, C. S. & Okada, E. K. (2000). Dental development and ontogenetic diet shifts of *Roeboides paranensis* Pignalberi (Osteichthyes, Characinae) in pools of the upper rio Paraná floodplain (State of Paraná, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* **60**(1), 93-99.
- Hynes, H. B. N. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review methods used in studies of food of fishes. *Journal of Animal Ecology* **19**, 35-38.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**, 411-429.

- Janovetz, J. (2005). Functional morphology of feeding in the scale-eating specialist *Catoprion mento*. *The Journal of Experimental Biology* **208**, 4757-4768.
- Jobling, M. (1995). *Environmental Biology of Fishes*. London, Chapman & Hall.
- Juanes, F., Buckel, J. A. & Frederick, S. S. (2002). Feeding ecology of piscivorous fishes. In. *Fish biology and fisheries*. (Hart, P. J. B. & Reynolds, J. D. eds).pp. 267-280. Oxford: Blackwell Publishing.
- Kapoor, B. G., Smit, H. & Verigina, I. A. (1975). The alimentary canal and digestion in teleosts. *Advances in Marine Biology* **13**, 109-139.
- Kawakami, E. & Vazzoler, G. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **29**, 205-207.
- Keast, A. & Webb, D. (1966). Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, lake Opinicon, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **23**, 1845-1874.
- Keenleyside, M. H. A. (1979). *Diversity and adaptation in fish behavior (Zoophysiology)*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lagler, K., Bardach, J. E., Miller, R. R. & Passino, D. R. M. (1977). *Ichthyology*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons.
- Lobón-Cerviá, J. & Bennemann, S. (2000). Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric, neotropical, omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* e *Pimelodus maculatus* in rio Tibagi (Paraná, Southern Brazil) *Archiv für Hydrobiologie* **148(2)**, 285-306.
- Lolis, A. A. & Andrian, I. F. (1996). Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca* **23(único)**, 187-202.
- Loureiro, V. E. & Hahn, N. S. (1996). Dieta e atividade alimentar da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. *Acta Limnologica Brasiliensia* **8**, 195-205.

- Luengo, J. A. (1965). La longitud del tubo digestivo de *Prochilodus reticulares* y *Serrasalmes nattereri* en relation com sus habitos alimentarios (Pisces). *Physis*, **25(70)**, 371-373.
- Maack, R. (1981). *Geografia física do estado do Paraná*. Rio de Janeiro: J. Olympio.
- Matthews, W. J. (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall.
- Mittelbach, G. G. (2002). Fish foraging and habitat choice: a theoretical perspective. In *Fish Biology and Fisheries*. (Hart, P. J. B. & Reynolds, J. D. ed). Oxford: Blackwell Publishing.
- Moraes, M. F. P. G. de & Barbola, I. F. (1995). Hábito alimentar e morfologia do tubo digestivo de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Acta Biológica Paranaense* **24**, 1-23.
- Motta, P. J. (1984). Mechanics and functions of jaw protrusion in Teleost fishes: a review. *Copeia* **(1)**, 1-18.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: EDUEM.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. London: London Academic Press.
- Oyakawa, O. T. (1990). *Revisão sistemática das espécies do gênero Hoplias (grupo Lacerdae) da Amazônia brasileira e região leste do Brasil. (Teleostei, Erythrinidae)*. Dissertação (Zoologia – Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo). São Paulo.
- Paiva, M. P. (1982). *Grandes represas do Brasil*. Brasília: Editerra.
- Peretti, D. & Andrian, I. F. (2004). Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Paraná river floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* **71**, 95-103.
- Resende, E. K. de, Pereira, R. A. C., Almeida, V. L. L. de & Silva, A. G. (1996). *Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP (Boletim de Pesquisa, 03).

- Rotta, M. A. (2003). *Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura*. Corumbá: Embrapa Pantanal (Documento 53/Embrapa Pantanal).
- Sazima, I. & Machado, F. A. (1990). Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes* **28**, 17-31
- Storer, T. I., Usinger, R. L., Stebbins, R. C. & Nybakken, J. W. (1991). *Zoologia geral*. Tradução Cláudio Gilberto Froehlich, Diva Diniz Corrêa & Érika Schlenz. Título original: *General Zoology* São Paulo: Editora Nacional.
- Suyehiro, Y. (1942). A study of the digestive system and feeding habits of fish. *Japanese Journal Zoology* **10(1)**, 1-303.
- Takashima, F. & Hibiya, T. (1995). *An Atlas of fish histology: normal and pathological features*. Tokyo:Kondansha; Stuttgart; New York: Fischer. 2 ed.
- Verigina, I. A. (1990). Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *Voprosy Ikhtiologii* **30(6)**, 897- 907.
- Vilella, F. S., Becker, F. G. & Hartz, S. M. (2002). Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **45(2)**, 223-232.
- Watson, D. J. & Balon, E. K. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology* **25**, 371-384.
- Weatherley, A. H. & Gill, H. S. (1987). Feeding relations, correlated functional morphology, growth and size. In: *The biology of fish growth*. (Weatherley, A. H. & Gill, H. S. eds). pp. 258-320. London: Academic Press.
- Winemiller, K.O. (1989). Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes* **26**:177-199.
- Wootton, R. J. (1990). *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman and Hall.
- Zavala-Camin, L. A. (1996). *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM.

Anexo I: Espectro alimentar de *Astyanax altiparanae* e *Parauchenipterus galeatus*.

	<i>A. altiparanae</i>			<i>P. galeatus</i>		
Itens	FO	FV	IAi%	FO	FV	IAI%
Insecta						
Blattodea				0.46729	0.18438	0.02357
Diptera						
Ceratopogonidae(adulto)				0.93458	0.00388	0.00099
Ceratopogonidae (larva)				0.46729	0.00194	0.00025
Chaoboridae (larva)				0.23364	0.00291	0.00019
Chaoboridae (pupa)	2.32558	0.10040	0.05672			
Chironomidae (larva)	2.32558	0.06693	0.03781	2.57009	0.10675	0.07504
Chironomidae (pupa)	4.65116	3.34672	3.78143	1.40187	0.08734	0.03349
Chironomidae (adulto)	2.32558	0.06693	0.03781			
Culicidae adulto				0.23364	0.00194	0.00012
Coleoptera						
Coleoptera (adulto)	4.65116	1.33869	1.51257	4.67290	0.60166	0.76903
Coleoptera (larva)	2.32558	0.13387	0.07563	0.23364	0.00291	0.00019
Coleoptera (pupa)				0.23364	0.04852	0.00310
Alleculidae				0.23364	0.00485	0.00031
Bruchidae				0.23364	0.00485	0.00031
Carabidae				0.70093	0.13586	0.02605
Cerambycidae				0.93458	0.09704	0.02481
Coccinellidae				0.23364	0.00970	0.00062
Chrysomelidae	2.32558	3.34672	1.89072	0.93458	0.15527	0.03969
Curculionidae				0.93458	1.13538	0.29025
Dytiscidae				1.86916	0.28142	0.14388
Hydrophylidae				0.23364	0.07763	0.00496
Scarabaeidae				5.60748	12.52802	19.21586
Ephemeroptera						
Ephemeroptera (náíade)	4.65116	7.36278	8.31915	1.16822	1.84378	0.58918
Ephemeroptera(subimago)	2.32558	8.03213	4.53772	4.43925	15.43926	18.74762
Ephemeroptera (óvulos)				0.46729	0.09704	0.01240
Hemiptera						
Hemiptera (adulto)	2.32558	1.33869	0.75629	2.33645	0.03882	0.02481
Belostomatidae				1.86916	2.39692	1.22549
Coreidae				0.23364	0.26201	0.01675
Notonectidae				0.23364	0.01941	0.00124
Pentatomidae				1.86916	0.32024	0.16373
Reduviidae	2.32558	0.20080	0.11344	0.70093	0.11645	0.02233
Homoptera						
Homoptera (adulto)				0.23364	0.03882	0.00248
Cercopidae				0.23364	0.01941	0.00124
Cicadellidae				0.23364	0.01941	0.00124

Membracidae				0.23364	0.09704	0.00620
Hymenoptera						
Hymenoptera (adulto)	6.97674	0.66934	1.13443	2.33645	0.57254	0.36591
Apidae				2.57009	1.43621	1.00966
Formicidae	6.97674	23.42704	39.70505	5.37383	1.48473	2.18244
Pompilidae				2.10280	9.08306	5.22445
Vespidae				0.23364	0.19408	0.01240
Isoptera				0.23364	0.02911	0.00186
Lepidoptera						
Lepidoptera (adulto)	2.32558	2.00803	1.13443	0.70093	0.20379	0.03907
Lepidoptera (larva)				1.40187	0.48521	0.18606
Odonata						
Odonata (adulto)				1.16822	0.24260	0.07752
Odonata (náíade)				3.50467	0.98982	0.94889
Aeshnidae				0.23364	1.06745	0.06822
Coenagrionidae				0.23364	0.14556	0.00930
Libellulidae				0.23364	0.36876	0.02357
Orthoptera				3.27103	0.60166	0.53832
Trichoptera				0.70093	0.04852	0.00930
Ovos de inseto				0.46729	0.00097	0.00012
Resto de insetos	4.65116	2.00803	2.26886	0.93458	0.42698	0.10915
Mollusca						
Gastropoda				0.23364	0.00970	0.00062
Ampullaridae				0.46729	0.11645	0.01488
Outros Invertebrados						
Araneae	2.32558	0.20080	0.11344	1.86916	0.15527	0.07938
Camarão	4.65116	5.35475	6.05029	7.94393	15.56541	33.82250
Hydracharina				9.81308	0.00388	0.01042
Isopoda				0.23364	0.01941	0.00124
Ovos de artrópodes	2.32558	0.03347	0.01891	0.46729	0.09704	0.01240
Microcrustáceos						
Cladocera	4.65116	0.03347	0.03781			
Bosminidae	2.32558	0.03347	0.01891			
Copepoda	2.32558	0.03347	0.01891			
Ostracoda	2.32558	0.03347	0.01891			
Peixes						
Escama	4.65116	4.01606	4.53772	2.10280	0.31053	0.17861
Resto de peixe				2.33645	11.09181	7.08873
Fungi						
Basidiomycota				0.70093	1.00923	0.19350
Alga						
Alga filamentosa				0.46729	0.06793	0.00868
Chlorophyceae	2.32558	0.66934	0.37814			
Vegetal						
Macrófita	2.32558	3.34672	1.89072	0.70093	1.21302	0.10543
Monocotiledoneae	2.32558	4.68541	2.64700	0.46729	0.29112	0.03721
Dicotiledoneae	2.32558	2.67738	1.51257			
Fruto	4.65116	1.33869	1.51257	0.70093	0.53373	0.10233

Semente				0.23364	0.22319	0.01426
Solanaceae				0.46729	0.25231	0.03225
<i>Cecropia</i>				0.93458	10.55808	2.69905
<i>Polygonum</i>	2.32558	20.08032	11.34430			
Resto de vegetal				2.33645	2.44544	1.56287
Detrito orgânico	4.65116	4.01606	4.53772	3.50467	1.67881	1.60938
Detrito/Sedimento				0.70093	0.79574	0.15257
	100	100	100	100	100	100

Anexo II: Espectro alimentar de *Serrasalmus marginatus* e *Hoplias aff. malabaricus*.

	<i>S. marginatus</i>			<i>H. aff. malabaricus</i>		
Item	FO	FV	IAi%	FO	FV	IAi%
Insecta						
Coleoptera						
Coleoptera (adulto)	5.04202	0.12410	0.03293			
Diptera						
Diptera pupa	0.84034	0.01128	0.00050			
Ceratopogonidae (adulto)	0.84034	0.00113	0.00005			
Ceratopogonidae (larva)	0.84034	0.00056	0.00002			
Chaoboridae pupa	2.52101	0.00338	0.00045			
Chironomidae pupa	1.68067	0.05641	0.00499			
Culicidae adulto	0.84034	0.00226	0.00010			
Ephemeroptera						
Ephemeroptera (subimago)	8.40336	2.80915	1.24224			
Ephemeroptera (óvulos)	1.68067	0.24820	0.02195			
Hemiptera						
Hemiptera (adulto)	0.84034	0.00338	0.00015			
Belostomatidae				2.27273	1.25765	0.32546
Notonectidade	0.84034	0.00338	0.00015			
Homoptera						
Membracidae	0.84034	0.00451	0.00020			
Odonata						
Odonata náíade	4.20168	1.18458	0.26192	6.81818	0.15092	0.11717
Orthoptera	1.68067	0.12410	0.01098			
Outros Invertebrados						
Camarão	5.88235	4.96395	1.53658	38.63636	4.04964	17.81593
Mollusca						
Bivalvia	0.84034	0.00226	0.00010			
Gastropoda	0.84034	0.05641	0.00249			
Peixes						
Escama	1.68067	0.14666	0.01297	2.27273	0.00075	0.00020
<i>Cyphocharax modestus</i>				2.27273	20.12245	5.20743
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>				2.27273	7.54592	1.95279
<i>Moenkhausia intermedia</i>	1.68067	15.79440	1.39690	2.27273	2.01224	0.52074

<i>Myloplus laevis</i>				2.27273	6.43918	1.66638
<i>Roeboides paranensis</i>	0.84034	3.38451	0.14967			
Siluriformes	0.84034	11.84580	0.52384			
<i>Steindachnerina insculpta</i>				9.09091	28.92601	29.94273
<i>Satanoperca pappaterra</i>				2.27273	2.51531	0.65093
Resto de peixe	31.93277	54.90811	92.26793	13.63636	26.87856	41.73496
Alga						
Alga filamentosa	0.84034	0.00056	0.00002			
<i>Spirogyra</i>				2.27273	0.00075	0.00020
Vegetal						
Monocotiledoneae	0.84034	0.01128	0.00050			
Macrófita	4.20168	0.60921	0.13470			
Fruto	0.84034	0.30461	0.01347			
Resto de vegetal	14.28571	3.10247	2.33232	4.54545	0.07546	0.03906
Detrito orgânico	3.36134	0.29332	0.05188	9.09091	0.02515	0.02604
	100	100	100	100	100	100