

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**VARIAÇÃO TEMPORAL E ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE *Auchenipterus*
osteomystax (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE)
DO RIO IVINHEIMA, PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ,
BRASIL.**

Proponente: Renato Ziliani Borges

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Bialetzki

MARINGÁ/PARANÁ

2007

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

RENATO ZILIANI BORGES

VARIAÇÃO TEMPORAL E ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE *Auchenipterus osteomystax* (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE) DO RIO IVINHEIMA, PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL.

Orientadora: Prof. Dra. Andréa Bialetzki

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

MARINGÁ/PARANÁ

2007

Dedicatória

Aos meus queridos pais, exemplos de dedicação na educação dos filhos, por terem possibilitado esta conquista.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Andréa Bialetzki, pela orientação e pela dedicação com que sempre me atendeu, pelos valiosos ensinamentos firmados até o momento e, acima de tudo, pela amizade concretizada nessa trajetória;

Aos amigos do Laboratório de Ictioplâncton do Nupélia, Aderildo, André, Darlon, David, Fernando, Igor, Luciana, Miriam Santin, Mirian Suiberto, Paulo, Simoni, Tátia e Valmir (Gazo), pela amizade e companheirismo e pelas valiosas contribuições neste e em outros trabalhos; e também ao Rodrigo Fernandes pela ajuda no tratamento estatístico;

Às minhas amigas Gisele Cristina Rosin, Graciene de Souza Bido e Thais Souto Bignotto, pelo incentivo e enorme amizade;

Aos meus grandes amigos Fernando Augusto Poppi, Gilson Shinosaki, Guilherme Arnaldo dos Anjos Gobbo, Kleber Eduardo Men e Marcelo Nogueira, pela amizade e por estarem sempre prontos a ajudar em qualquer momento;

Em especial aos meus grandes amigos André Andrian Padial, Luis Gustavo Morello e Nilo Richini Neto, pela grande amizade desde o início de nossa jornada pelo mundo da biologia e pelos inesquecíveis momentos que passamos juntos;

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, pelos valiosos ensinamentos e amizade;

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos e aos funcionários do Nupélia, pela prestação de serviços a qualquer momento em que fossem solicitados;

E à uma força superior (qualquer que seja o nome que lhe dão), que nunca me deixou desanimar e nem ficar pelo caminho.

AGRADEÇO

RESUMO GERAL

O entendimento da biologia dos peixes não pode ser considerado adequado sem o conhecimento prévio das exigências ecológicas de suas fases iniciais de desenvolvimento. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estudar alguns aspectos da ecologia de larvas de *Auchenipterus osteomystax*. Especificamente pretendeu-se: (1) analisar a variação temporal da abundância das larvas e a influência de variáveis ambientais; (2) determinar a morfologia do trato digestório, a dieta, a estratégia alimentar, o horário preferencial para alimentação, bem como a variação ontogenética e temporal na dieta. Para tanto, foram realizadas amostragens (superfície e fundo) em um trecho do rio Ivinheima, planície de inundação do alto rio Paraná, ao longo de ciclos nictemerais em três períodos reprodutivos consecutivos (outubro de 2002 a março de 2003; outubro de 2003 a março de 2004; outubro de 2004 a março de 2005), utilizando-se redes de plâncton. Foram obtidas, também, algumas variáveis físico-químicas da água além de dados de fotoperíodo, precipitação, vazão e nível fluviométrico. Após a identificação, as larvas foram classificadas de acordo com o grau de desenvolvimento e flexão da notocorda e medidas para obtenção do comprimento padrão, a fim de separá-las também em classes de tamanho. A variação temporal das larvas foi analisada através de ANOVA *nested*, enquanto a relação entre a abundância e as variáveis ambientais foi realizada através da Análise de Covariância (ANCOVA). Para os dados de alimentação foram utilizados o cálculo da Abundância da Presa Específica e a Frequência de Ocorrência, sendo a estratégia alimentar avaliada a partir de ambas as medidas. Foi realizada uma Análise de Variância Protegida (ANOVA protegida) para detectar possíveis diferenças na composição alimentar entre os três períodos amostrados, além de Regressão Linear Simples para relacionar o número de itens consumidos com o tamanho das larvas. A largura de nicho foi estimada pelo índice de Levin e o horário preferencial para alimentação foi verificado visualmente pelo grau de digestão dos itens alimentares. As larvas foram separadas em quatro classes de tamanho. Os meses com maiores capturas foram outubro, novembro e dezembro, principalmente no primeiro período reprodutivo. As larvas apresentaram diferenças temporais de acordo com a classe de tamanho considerada, com exceção da classe 3 que não apresentou diferença em qualquer escala de variabilidade temporal. A abundância de larvas apresentou relação (negativa) com temperatura, vazão e nível fluviométrico, sendo esta significativa apenas para o primeiro período reprodutivo. Com relação ao trato digestório, a boca manteve-se terminal durante todo o desenvolvimento, enquanto os rastros e o tubo digestório sofreram consideráveis modificações. A alimentação baseou-se em insetos aquáticos, representados principalmente, pelas larvas e pupas de Chironomidae. A estratégia alimentar apresentou-se diversa, com vários níveis de especialização individual e generalização da população, enquanto que a largura do nicho manteve-se ampla. O consumo dos itens alimentares foi bastante similar entre os três períodos analisados ocorrendo a mesma tendência na utilização dos recursos entre as classes de tamanho, ou seja, ambas comeram preferencialmente Chironomidae, no entanto os indivíduos menores consumiram mais larvas, enquanto os maiores, as pupas. O grau de digestão do item consumido variou de médio a alto, com diferenças neste aspecto entre as classes de tamanho. As maiores abundâncias de larvas coincidiram com o período reprodutivo da espécie, sendo que a ocorrência de larvas com diferentes graus de desenvolvimento na calha principal do rio é um indicativo de que a espécie usa este hábitat como local de reprodução e crescimento das larvas. A ocorrência diferenciada entre horários para larvas de diferentes tamanhos pode representar um mecanismo para evitar competição intraespecífica. A espécie mostrou ser capaz de tirar vantagem de condições ambientais normalmente evitadas pela maioria das espécies. A morfologia do trato digestório apresentou-se intimamente relacionada com a dieta das larvas. As larvas apresentam hábito alimentar insetívoro e estratégia alimentar generalista, a qual está diretamente relacionada com a ampla largura do nicho, havendo tendência de aumento nesta medida para os indivíduos maiores, devido a maior capacidade de predação. A atividade alimentar foi predominantemente noturna, com as larvas menores se alimentando durante todo o período noturno, enquanto as maiores apenas em parte deste.

Palavras-Chave: Larvas de Peixes, Variação Temporal, Alimentação, Planície de Inundação.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| VARIAÇÃO TEMPORAL NA OCORRÊNCIA DE LARVAS DE <i>Auchenipterus osteomystax</i> (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE) EM UM RIO DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO..... | 2 |
| RESUMO | 3 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 5 |
| ÁREA DE ESTUDO | 5 |
| COLETAS DE CAMPO | 6 |
| ANÁLISE DE LABORATÓRIO | 7 |
| ANÁLISE DE DADOS | 7 |
| RESULTADOS | 8 |
| VARIAÇÃO TEMPORAL..... | 8 |
| VARIÁVEIS AMBIENTAIS | 11 |
| DISCUSSÃO..... | 13 |
| REFERÊNCIAS | 17 |
| | |
| DIETA E ESTRATÉGIA ALIMENTAR DE LARVAS DE <i>Auchenipterus osteomystax</i> (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE) EM UM RIO DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO..... | 22 |
| RESUMO | 23 |
| INTRODUÇÃO..... | 24 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 25 |
| ÁREA DE ESTUDO | 25 |
| COLETAS DE CAMPO | 26 |
| ANÁLISE DE LABORATÓRIO | 27 |
| ANÁLISE DOS DADOS | 27 |
| RESULTADOS | 29 |
| CAPTURA DOS INDIVÍDUOS | 29 |
| DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTÓRIO..... | 29 |
| Arcos branquiais | 29 |
| Trato digestório | 30 |
| DIETA | 31 |
| ESTRATÉGIA ALIMENTAR..... | 34 |
| VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA E TEMPORAL NA DIETA | 35 |
| GRAU DE DIGESTÃO..... | 37 |
| DISCUSSÃO..... | 38 |
| REFERÊNCIAS | 41 |

CAPÍTULO I

VARIAÇÃO TEMPORAL NA OCORRÊNCIA DE LARVAS DE *Auchenipterus osteomystax* (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE) EM UM RIO DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO.*

RESUMO

Este estudo examinou a variação temporal na abundância de larvas de *Auchenipterus osteomystax* e a influência de algumas variáveis ambientais. Para tanto, foram realizadas amostragens mensais (superfície e fundo) no rio Ivinheima, planície de inundação do alto rio Paraná, ao longo de ciclos nictemerais com quatro horas de intervalo entre as amostragens, em três períodos reprodutivos consecutivos (entre outubro de 2002 e março de 2005). Foram obtidas algumas variáveis físico-químicas da água, além de dados de fotoperíodo, precipitação, vazão e nível fluviométrico. Após identificação, as larvas foram separadas em estágios de desenvolvimento e classes de tamanho. Os meses com maiores capturas foram outubro, novembro e dezembro, nos três períodos, sendo que as classes de tamanho apresentaram variabilidade nas escalas temporais. A abundância de larvas apresentou relação (negativa) apenas com temperatura, vazão e nível fluviométrico. As maiores abundâncias coincidiram com o período reprodutivo da espécie. A ocorrência diferenciada entre horários para diferentes classes de tamanho pode representar um mecanismo para evitar competição intraespecífica. A presença de larvas de diferentes graus de desenvolvimento na calha principal do rio é um indicativo de que a espécie usa este hábitat como local de reprodução e crescimento para as larvas. A espécie mostrou ser capaz de tirar vantagem de condições ambientais normalmente evitadas pela maioria das espécies.

Palavras-Chave: *A. osteomystax*, variação temporal, planície de inundação, variáveis ambientais.

INTRODUÇÃO

As planícies alagáveis de grandes rios representam as principais áreas de desova e criadouros naturais para peixes fluviais, não apenas pela diversidade de habitats, mas também pela maior disponibilidade de alimento particulado, abrigos de fortes correntes e muitas estruturas orgânicas para proteção contra predadores. Os peixes que habitam estes ambientes exibem muitas estratégias e táticas reprodutivas, resultantes, principalmente, das rápidas flutuações no nível da água e de condições químicas e físicas extremas (Welcomme, 1979).

Ambientes sujeitos a alterações periódicas impõem à maioria dos peixes, períodos relativamente curtos para a atividade reprodutiva e representam um grande desafio para os estágios iniciais de desenvolvimento destas espécies (Werner, 2002). Entretanto, os requerimentos físicos, químicos e biológicos normalmente são encontrados, tanto pelos adultos, quanto pelos ovos e as larvas, mas as constantes variações nas condições ambientais a cada período reprodutivo podem afetar diretamente a reprodução de muitas espécies levando a diferenças temporais (interanuais) na abundância. Dessa forma, estudos que enfocam a distribuição e a abundância das fases iniciais de desenvolvimento dos peixes, mostram-se relevantes, pois fornecem informações a respeito da biologia reprodutiva das espécies e auxiliam no entendimento de como as variações ambientais afetam o “fitness” parental (Lowe-MacConnell, 1999; Werner, 2002).

Para a região da planície de inundação do alto rio Paraná, vários estudos com ictioplâncton têm sido realizados, contemplando diversos aspectos de sua biologia e ecologia, tais como distribuição e abundância (Baumgartner *et al.*, 1997, 2004; Nakatani *et al.*, 1997, 2004; Bialecki *et al.*, 2002, 2004, 2005; Castro *et al.*, 2002; Baumgartner *et al.*, 2003), alimentação (Santin *et al.* 2004) e descrição dos estágios iniciais de desenvolvimento (Cavicchioli *et al.*, 1997; Bialecki *et al.*, 1998, 2001; Sanches *et al.*, 1999, 2001; Nakatani *et al.*, 2001; Galuch *et al.*, 2003). Com isso, o nível de conhecimento sobre esta comunidade na região tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, mostrando que essa área configura-se como um dos principais habitats para a manutenção da ictiofauna do alto rio Paraná.

Auchenipterus osteomystax, comumente conhecido na região como “palmito”, distribui-se nas bacias dos rios da Prata, Tocantins e tributários do baixo rio Amazonas (Ferraris Jr. e Vari, 1999). É uma espécie sedentária que apresenta desova parcelada e uma das poucas que ocorre no alto rio Paraná que apresenta fecundação interna (Vazzoler, 1996). Seu período reprodutivo se estende de outubro a dezembro (Suzuki *et al.* 2004) e nesta época, os barbilhões maxilares dos machos se ossificam, reduzindo-se após a desova (Bialecki *et al.*,

2001). Aparentemente essa espécie passou a ocupar regiões da bacia do alto rio Paraná (antes a montante de Guaíra, hoje a montante da barragem de Itaipu) apenas após a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, sendo que atualmente apresenta ocorrência generalizada e elevada frequência na maioria dos ambientes (Agostinho *et al.*, 1997, 2004). Dessa forma, o conhecimento de suas características biológicas assume papel importante para o entendimento dos fatores que determinam o seu sucesso no ambiente ocupado.

Apesar da ampla distribuição, poucos aspectos de sua biologia foram estudados, sendo a maioria direcionados aos adultos. Entre estes, destacam-se os de Wais e Castello (Wais e Castello, 1984), Goulart (Goulart, 1995), Hahn *et al.* (Hahn *et al.*, 1997, 2004) e Freire e Agostinho (Freire e Agostinho, 2000). Os únicos trabalhos realizados com larvas e juvenis são de Bialetzki *et al.* (Bialetzki *et al.*, 2001) e Nakatani *et al.* (Nakatani *et al.*, 2001), que caracterizaram o desenvolvimento inicial da espécie. Dessa forma, com o objetivo de contribuir com informações sobre o ictioplâncton de água doce da região neotropical, este trabalho pretende determinar alguns aspectos da ecologia de larvas de *A. osteomystax*. Especificamente pretende-se (1) analisar a variação temporal (entre períodos reprodutivos, mensal e nictemeral) da abundância, bem como (2) a influência de variáveis ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Ivinheima está localizado na margem direita do rio Paraná (Estado do Mato Grosso do Sul/Brasil). Estende-se por cerca de 230 km, sendo que os trechos superior e médio correm em direção norte-sul e o inferior paralelo ao rio Paraná (direção nordeste/sudoeste) até sua confluência com este rio. Na planície de inundação do alto rio Paraná, o rio Ivinheima é um dos poucos remanescentes com características líticas totalmente livre de barramentos, uma vez que o restante da bacia encontra-se sob intensa influência de tais edificações. Com relação à ictiofauna, Agostinho *et al.* (Agostinho *et al.*, 2004) relatam que do total de espécies encontradas no alto rio Paraná (cerca de 153), 95 ocorrem neste rio. Para Sanches *et al.* (Sanches *et al.*, 2006) o rio Ivinheima constitui a única rota disponível para peixes migradores na região. Neste contexto, em face de sua importância para a preservação das espécies, este rio encontra-se atualmente inserido no Parque Estadual das Várzeas do rio Ivinheima.

O local de estudo (Fig. 1) encontra-se situado na região inferior do rio Ivinheima (22°47'59"S; 53°32'21"W), e se caracteriza por apresentar velocidade média de 0,85 m/s e transportar uma elevada quantidade de sedimentos (Souza Filho e Stevaux, 2004). Nesta

região, além do canal principal do rio, ocorre um grande número de ambientes aquáticos com diferentes características hidrodinâmicas.

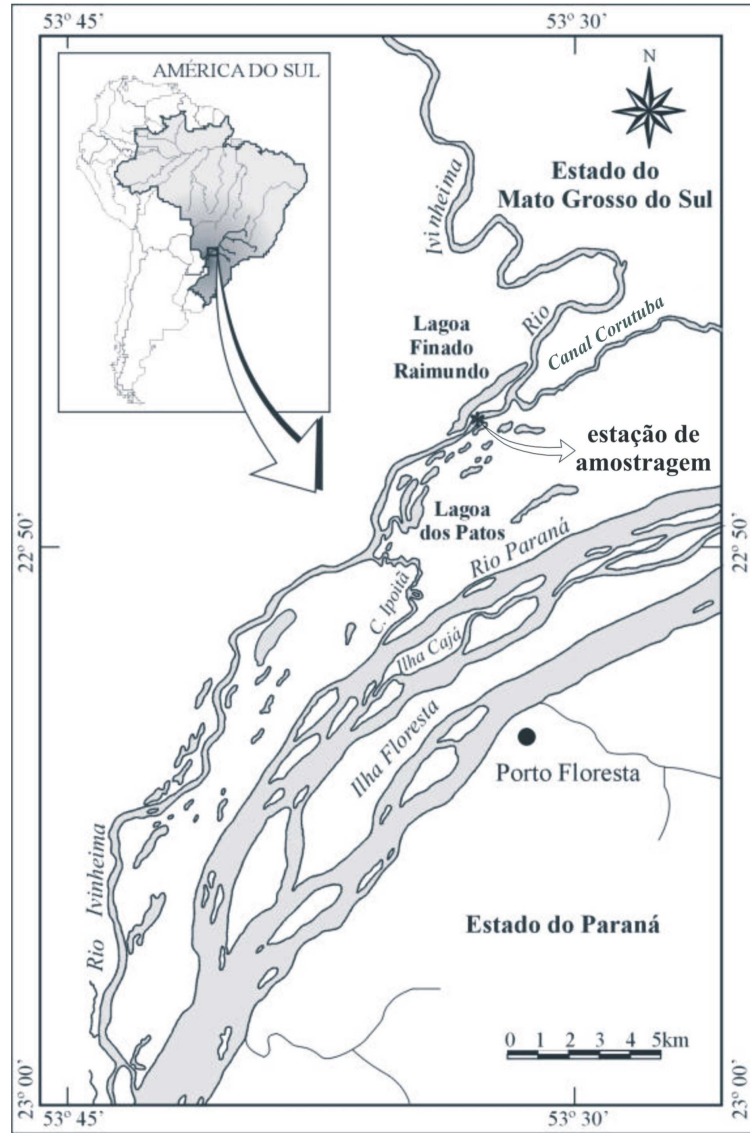


Figura 1 – Localização da estação de amostragem.

Coletas de campo

As coletas foram realizadas mensalmente em três períodos reprodutivos consecutivos, compreendendo os meses de outubro de 2002 a março de 2003 (PR1), outubro de 2003 a março de 2004 (PR2) e outubro de 2004 a março de 2005 (PR3). Foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, com malha 0,5 mm e fluxômetro acoplado à boca para a obtenção do volume de água filtrada. As redes foram fixadas a um cabo estendido perpendicularmente à superfície da água, sendo três redes de superfície (margens esquerda e direita e centro do rio) e uma de fundo, todas expostas por 15 minutos. As coletas foram

realizadas ao longo de um ciclo nictemeral, com intervalo de quatro horas entre as amostragens (0:00, 4:00, 8:00, 12:00, 16:00 e 20:00 horas).

As amostras obtidas foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas em formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio. Concomitantemente às amostragens de ictioplâncton, foram colhidas amostras de água para determinação de algumas variáveis ambientais: temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica. Além dessas variáveis foram obtidos também, dados de vazão, nível fluviométrico e pluviosidade da região com dados fornecidos pela Itaipu Binacional, coletados da estação hidrometeorológica Ivinheima. Os dados de fotoperíodo foram obtidos de Vazzoler *et al.* (Vazzoler *et al.*, 1997a).

Análise de laboratório

Em laboratório, com auxílio de um microscópio estereoscópico, foi realizada a triagem do material coletado e as larvas encontradas foram separadas do restante do plâncton e, em seguida, identificadas segundo Bialezki *et al.* (Bialezki *et al.*, 2001) e Nakatani *et al.* (Nakatani *et al.*, 2001). A densidade das larvas foi padronizada para um volume de 10m³ de água filtrada de acordo com Tanaka (Tanaka, 1973), modificado por Nakatani *et al.* (Nakatani *et al.*, 2001). A densidade média de organismos por mês (D) foi calculada através da seguinte expressão: $D = C/E$, onde: C = densidade total de indivíduos; E = número de amostras.

Após a identificação, as larvas foram medidas para obtenção do comprimento padrão (CP) com o objetivo de separá-las em classes de tamanho. O critério utilizado para determinação das classes foi a máxima sobreposição destas com os estágios de desenvolvimento (o qual segue basicamente a seqüência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte). Dessa forma, as larvas foram classificadas em estágios de pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (FP) (Ahlstrom e Ball, 1954, modificado por Nakatani *et al.*, 2001).

Análise de dados

Para particionar a variação temporal da abundância total e das diferentes classes de tamanho durante o período amostrado, foram utilizadas Análises de Variâncias “Aninhadas” (*nested ANOVA*), tendo como fatores os períodos reprodutivos (anos), meses e horários. Quando verificadas diferenças significativas em qualquer escala de variabilidade temporal (anual, mensal e nictemeral), foi realizado o Teste de Tukey para comparação múltipla entre as médias.

Para avaliar a relação entre a abundância total mensal (variável dependente) de larvas e as variáveis ambientais (covariáveis), considerando cada período reprodutivo (fator), foram realizadas análises de covariância (ANCOVA). Para isso, foram calculados os valores médios mensais de cada variável ambiental. Para todas as análises foi adotado nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Durante os períodos de amostragens foram capturadas 309 larvas com comprimento padrão variando entre 4,25 e 15,00 mm. Dentre os indivíduos amostrados 4 eram recém eclodidos, 9 estavam no estágio de pré-flexão, 251 em flexão, 40 em pós-flexão e 5 danificados. Assim, foram obtidas as seguintes classes: classe 1 = 4,25 – 6,00 mm (9 PF e 17 FL); classe 2 = 6,01 – 7,76 mm (182 FL); classe 3 = 7,77 – 9,52 mm (43 FL e 13 FP); classe 4 = 9,53 – 15,00 mm (8 FL e 26 FP).

Os meses de fevereiro e março não foram considerados para análise uma vez que representaram menos que 5% do total de larvas capturadas.

Variação temporal

A densidade média total de larvas, bem como por classes de tamanho, ao longo dos períodos reprodutivos, meses e horários são apresentados nas figuras 2, 3 e 4.

A análise da densidade média total de larvas revelou que a principal fonte de variação foram os meses dentro de cada período reprodutivo (Tab. 1). A maior densidade média de larvas (0,95 larvas/10m³) foi observada no mês de outubro do primeiro período analisado (Teste de Tukey) (Fig. 2).

Com relação às classes de tamanho, a principal fonte de variação para as densidades das classes 1 e 4 foi os horários dentro dos meses de cada período reprodutivo (Tab. 1). As maiores densidades médias de larvas na classe 1 (0,37 larvas/10m³) ocorreram no horário das 0:00 h (Teste de Tukey) no mês de outubro, e da classe 4 (0,38 larvas/10m³) às 4:00 h (Teste de Tukey) do mês de janeiro, ambas no primeiro período reprodutivo (Fig. 3). Para a classe 2 foi observada a mesma tendência da densidade total, com a principal fonte de variação ao longo dos meses dentro de cada período (Tab. 1). O maior valor de densidade média para esta classe (0,84 larvas/10m³) ocorreu no mês de outubro do primeiro período (Teste de Tukey) (Fig. 4B). Não foram observadas diferenças significativas na densidade de larvas da classe 3 em nenhuma escala temporal (Tab. 1).

Tabela 1 – Resultado da Análise de Variância “Aninhada” (*nested ANOVA*) com dados da densidade total e das diferentes classes de tamanho de larvas de *Auchenipterus osteomystax* no rio Ivinheima, MS.

| | Horário dentro do mês e período reprodutivo (F) | Mês dentro do período reprodutivo (F) | Entre períodos reprodutivos (F) |
|-----------------|---|---|---------------------------------------|
| Densidade total | 0,58 | 2,54 | 4,46 |
| Classe 1 | 1,51 | 3,04 | 2,83 |
| Classe 2 | 0,56 | 2,82 | 3,90 |
| Classe 3 | 0,86 | 1,44 | 0,15 |
| Classe 4 | 1,44 | 1,56 | 1,46 |

Valores em negrito foram significativos.

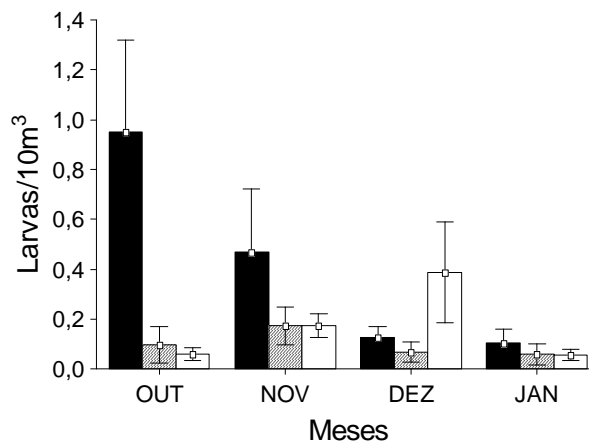


Figura 2 – Variação temporal mensal da densidade total de larvas de *Auchenipterus osteomystax* em três períodos reprodutivos no rio Ivinheima, MS. ■ Período 1 ▨ Período 2 □ Período 3.

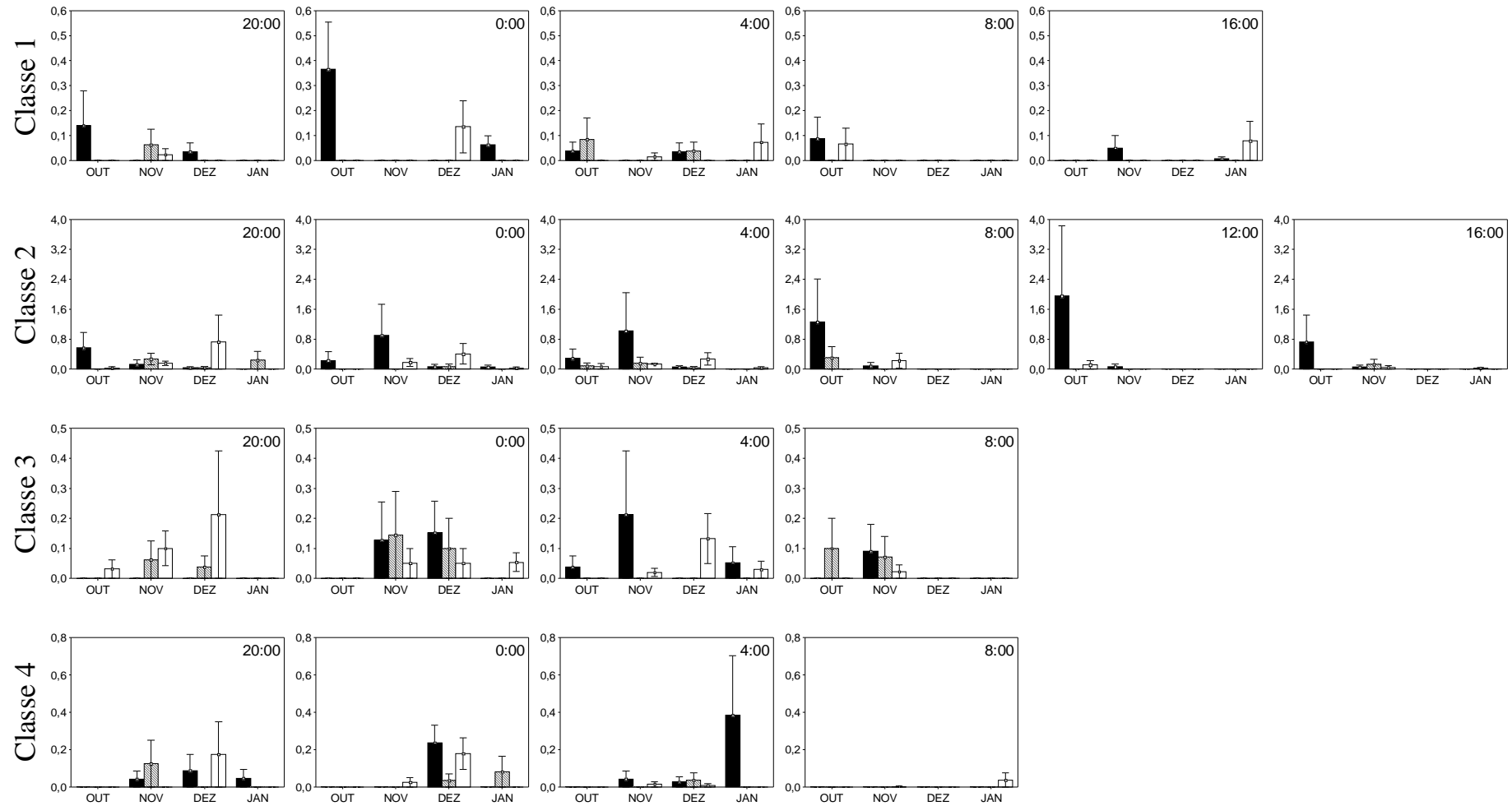


Figura 3 – Distribuição temporal por período reprodutivo, mês e horário das diferentes classes de tamanho de *Auchenipterus osteomystax* no rio Ivinheima, MS. Eixo Y = larvas/10m³. ■ Período 1 ▨ Período 2 □ Período 3.

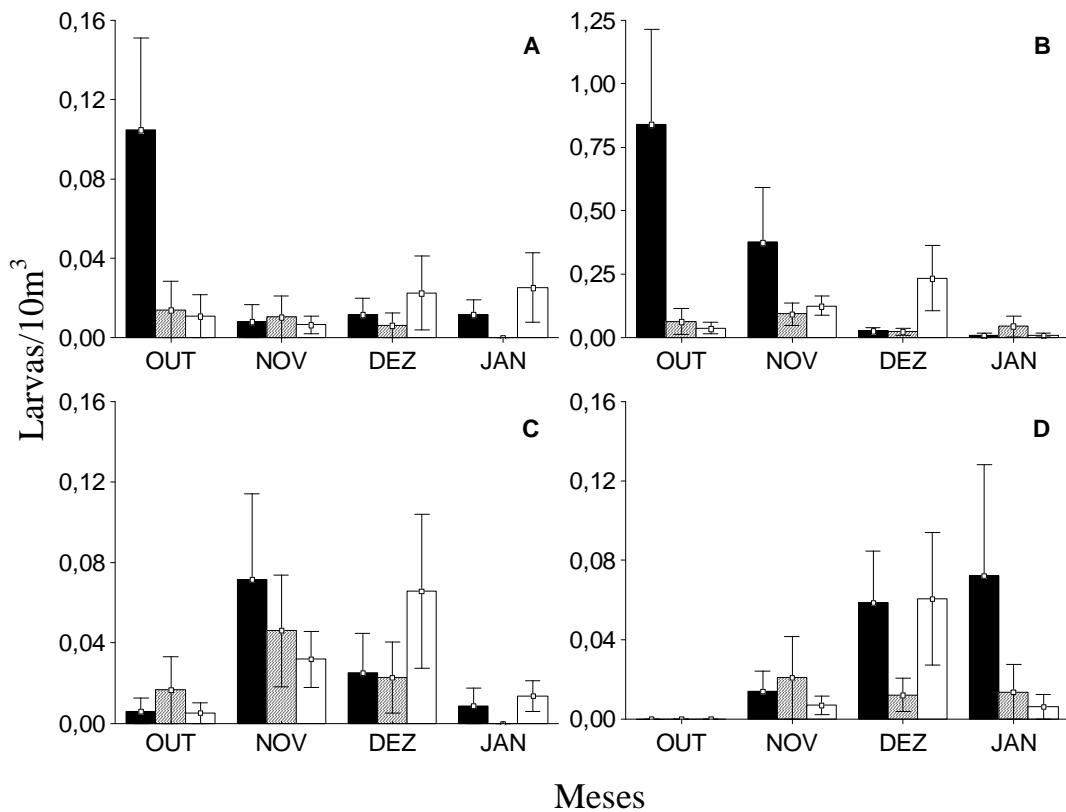


Figura 4 – Variação temporal mensal da densidade por classes de tamanho de larvas de *Auchenipterus osteomystax* em três períodos reprodutivos no rio Ivinheima, MS. (A) classe 1; (B) classe 2; (C) classe 3; (D) classe 4. ■ Período 1 ▨ Período 2 □ Período 3.

De forma geral, a maioria das larvas ocorreu à noite (Fig. 3). Foi possível observar uma gradação na distribuição temporal, com as larvas menores mais abundantes no início do período de desova da espécie e aquelas mais desenvolvidas ao final (marcadamente no primeiro período reprodutivo) ao ponto de não haver capturas de indivíduos da classe 4 no mês de outubro, nos três períodos amostrados. Já a maioria das larvas das classes 1 e 2 foram verificadas, principalmente, no mês de outubro do primeiro período (Fig. 4).

Variáveis ambientais

Os resultados das variáveis ambientais estão resumidos na figura 5. Os menores valores de temperatura da água foram encontrados no mês de outubro de cada período reprodutivo, sendo o menor registrado no PR3 e o maior no PR2, no mês de janeiro. Com relação ao nível fluviométrico e vazão, o PR1 apresentou tendência crescente de outubro até fevereiro, sendo que nos outros períodos esta tendência não foi tão direta. No PR2, o menor valor foi verificado em novembro, precedido de um valor maior no mês anterior, enquanto que no PR3 ocorreram valores bem acima da média, com uma queda entre os meses de novembro e dezembro. A variável oxigênio dissolvido apresentou grande variação entre os

períodos com o menor valor no PR1, em fevereiro e o maior no PR3, em outubro. Os valores de pH variaram pouco entre os períodos reprodutivos com menores valores em janeiro do PR3 e maiores em fevereiro do PR2. A condutividade elétrica apresentou a maior variação no PR1 possuindo o menor e o maior valor observado. Nos outros dois períodos reprodutivos a variação foi pequena. Para a precipitação, os menores índices foram verificados no mês de fevereiro do PR3 (ausência de chuva) e os maiores em outubro, também do PR3.

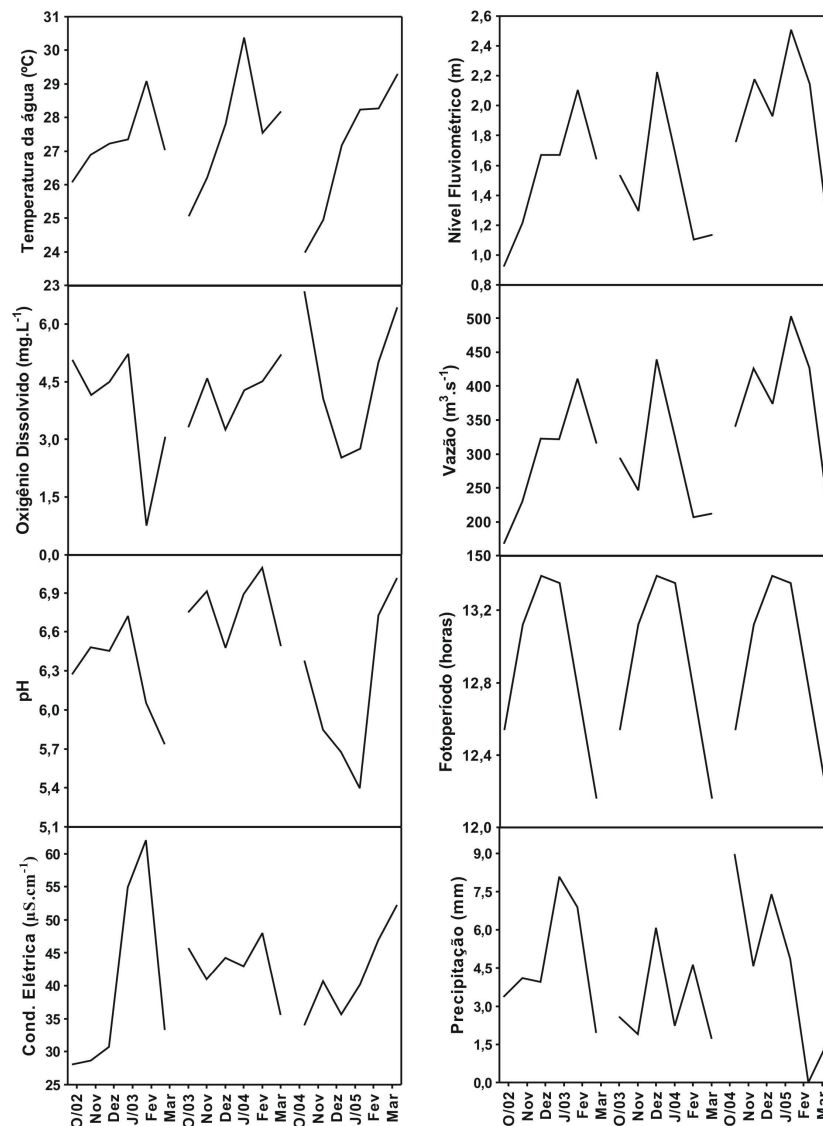


Figura 5 – Valores médios mensais de temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nível fluviométrico, vazão, fotoperíodo e precipitação, verificados no rio Ivinheima, MS.

Entre as variáveis analisadas apenas a temperatura da água, o nível fluviométrico e a vazão apresentaram-se correlacionadas com a densidade total mensal de larvas de *A. osteomystax* (Tab. 2), sendo todas as relações observadas somente no primeiro período reprodutivo. Além disso, os valores médios mensais dessas variáveis foram negativamente relacionados com a densidade total mensal de larvas [temperatura da água ($b = -16,56$; $t = -11,75$), nível fluviométrico ($b = -25,57$; $t = -7,29$) e vazão ($b = -0,12$; $t = -7,62$)].

Tabela 2 – Resultado da análise de covariância (ANCOVA) entre a densidade total mensal de *Auchenipterus osteomystax* e variáveis ambientais em três períodos reprodutivos consecutivos no rio Ivinheima, MS.

| Variável | Fonte de variação | F | p |
|---------------------|--------------------------|-------|-------|
| Temperatura | Período reprodutivo (PR) | 17,58 | 0,003 |
| | Temperatura (TP) | 29,84 | 0,002 |
| | PR * TP | 17,09 | 0,003 |
| Nível fluviométrico | Período reprodutivo (PR) | 8,90 | 0,016 |
| | Nível fluviométrico (NF) | 15,14 | 0,008 |
| | PR * NF | 8,25 | 0,019 |
| Vazão | Período reprodutivo (PR) | 9,33 | 0,014 |
| | Vazão (VZ) | 16,32 | 0,007 |
| | PR * VZ | 8,64 | 0,017 |

DISCUSSÃO

Os resultados da variação temporal mostraram que as maiores capturas de larvas de *A. osteomystax* ocorreram entre os meses de outubro e dezembro nos três períodos amostrados. Estes resultados coincidem com aqueles obtidos por Suzuki *et al.* (Suzuki *et al.*, 2004) para o mesmo ambiente, os quais estabeleceram que entre estes meses esta espécie encontra-se em reprodução.

Apesar de ter ocorrência generalizada em toda planície de inundação do alto rio Paraná com maior ocorrência em áreas lânticas (Freire e Agostinho, 2000), os adultos desta espécie são mais comuns em ambientes lóticos, como rios e canais, na época de reprodução (Vazzoler, 1996). Goulart (Goulart, 1995), estudando a sua biologia no reservatório de Itaipu, verificou que machos e fêmeas maduros ocupam, principalmente, às áreas a montante do reservatório, sendo este local caracteristicamente lótico em relação a jusante, marcando assim, a preferência da espécie por ambientes de alto fluxo de água para a reprodução. Este

comportamento sugere que esta espécie realiza pequenas migrações, principalmente laterais, durante o período reprodutivo (H. I. Suzuki, Maringá, comunicação pessoal).

A ocorrência de larvas em diferentes graus de desenvolvimento (indivíduos de todas as classes de tamanho) na calha principal do rio é um indicativo de que a espécie utiliza esse habitat não apenas como meio de dispersão das formas embrionárias, mas também como local de crescimento para as larvas. Este fato é reforçado pela sua pequena ocorrência em duas lagoas com conexão permanente, próximas à estação de amostragem (Lagoa Finado Raimundo e dos Patos) que foram concomitantemente amostrados com o rio Ivinheima (observação pessoal). Vários autores têm considerado o canal principal de rios de planícies de inundação como berçários para algumas espécies de peixes (Rossi, 2001; Mérigoux e Ponton, 1998; Araújo-Lima e Oliveira, 1998; Fuentes e Espinach Ros, 1998). Galat e Zweimüller (Galat e Zweimüller, 2001) fizeram um amplo estudo sobre a utilização dos diferentes habitats pelos peixes em oito grandes planícies de inundação do hemisfério norte. Esses autores chegaram a resultados que variam de 11,8 a 66,7 % de espécies que utilizam exclusivamente o canal principal ao longo de todo o ciclo de vida. Estes resultados, assim como aqueles encontrados para *A. osteomystax*, reacendem a discussão sobre o conceito de pulso de inundação (Junk *et al.*, 1989), o qual define o canal dos rios de planícies de inundação, em relação às populações de peixes, apenas como meio para que alcancem as áreas de reprodução, alimentação, refúgio e para a dispersão de formas embrionárias e larvais. Dessa forma, temos que o canal principal de grandes rios também configura-se como habitat crítico para muitas espécies de peixes, o que nos leva a reavaliar as características funcionais e estruturais de grandes rios no direcionamento de medidas de manejo.

Quanto à distribuição temporal por classes de tamanho, observou-se que a classe 2 apresentou padrão de distribuição muito semelhante ao da abundância total, isso é esperado visto que estes indivíduos também foram os mais abundantes dentre as amostragens. Além disso, essas larvas apresentaram distribuição mais homogênea, sobretudo durante o período noturno, o que justifica a ausência de diferenças entre os horários amostrados. A variação na abundância nessa escala temporal para as larvas das classes 1 e 4 marca a tendência dessas ocorrerem em horários distintos, talvez como um mecanismo para evitar competição intra-específica (Galuch *et al.* 2003, Santin *et al.* 2004). Borges (Borges, em preparação), estudando a alimentação de larvas desta espécie, também verificou que as larvas com diferentes tamanhos tendem a ocorrer em horários distintos, sendo esta característica relacionada com a atividade alimentar. De qualquer modo, as capturas das larvas de *A. osteomystax* se deram predominantemente durante a noite, momento em que estão mais

protegidas contra ataques de predadores visuais (Baumgartner *et al.*, 2004), tendo em vista que apresentam atividade alimentar noturna (Borges, em preparação).

Apesar das maiores abundâncias de larvas em elevado grau de desenvolvimento terem sido observadas nos meses de dezembro e janeiro, também houve expressiva captura de indivíduos de baixo grau de desenvolvimento. Estes, provavelmente, sejam resultantes das últimas parcelas de desova realizada pela espécie, uma vez que esta apresenta desova parcelada e, a partir do mês de janeiro, a maioria das fêmeas já se encontram com as gônadas esgotadas (Suzuki *et al.*, 2004).

Dentre os meses amostrados, as maiores capturas ocorreram quando o ambiente apresentou menores valores de temperatura da água, vazão e nível fluviométrico. Apesar desta relação ter sido significativa apenas para o primeiro período reprodutivo, essa tendência também foi verificada para os demais. Entretanto, em anos que as condições são mais favoráveis (igual ao PR1) a reprodução tem mais sucesso. A preferência por tais condições ambientais pode representar uma grande vantagem competitiva, tendo em vista que ocorrem normalmente no início da estação reprodutiva. Assim, quando a maioria das espécies estiverem alcançando o pico de desova, as larvas de *A. osteomystax* já estarão bem desenvolvidas aumentando suas chances de sobrevivência. Com isso, quando ocorrer a homogeneização dos ambientes, promovido pelo alagamento da planície de inundação (principalmente nos meses de janeiro e fevereiro), os indivíduos desta espécie estarão aptos a explorar os diversos habitats oferecidos pela área inundada, tendo acesso facilitado para os ambientes lênticos que são os locais onde ocorrem com maior frequência (Vazzoler *et al.*, 1997b). Resultados semelhantes foram encontrados por Bialezki *et al.* (Bialezki *et al.*, 2002) para *Hoplias aff. malabaricus*.

Para o ambiente estudado foi possível observar que a espécie, aparentemente, apresenta um ótimo para o sucesso na desova, com relação a algumas variáveis ambientais. Assim, com a temperatura média da água em aproximadamente 26°C e nível fluviométrico pouco acima do normal (menos de um metro) foram verificadas as maiores abundâncias de larvas. Essas condições ambientais ocorreram no início do primeiro período reprodutivo, que foi o que apresentou as maiores abundâncias de larvas. Vazzoler (Vazzoler, 1996) relata que para a planície de inundação do alto rio Paraná, vários são os fatores que podem estimular a desova nos peixes, mas que a temperatura e nível fluviométrico estão entre os principais.

Alguns estudos têm mostrado que várias espécies de peixes realizam suas atividades reprodutivas em condições de baixo nível/fluxo fluviométrico. Humphries *et al.* (Humphries *et al.*, 1999), propuseram para o sistema dos rios Murray-Darling, na Austrália, a hipótese do

“recrutamento com baixo fluxo”. Esta postula que algumas espécies de peixes tiram vantagem dos extensos períodos de baixo fluxo dos rios para desovar, devido à concentração de alimento em tamanho e quantidade apropriadas. Esta hipótese parece ser bastante aplicável para a espécie em questão, uma vez que o período de desova coincide com as altas abundâncias do alimento preferencial (quironomídeos) (Borges, em preparação). De acordo com Higuti (Higuti, 2004), os quironomídeos atingem maior diversidade e densidade na região do alto rio Paraná, em períodos de águas baixas e são mais abundantes em ambientes lóticos. Rosin (Rosin, 2007) encontrou para o rio Ivinheima maior abundância desses organismos no mês de outubro. Este comportamento é condizente também, com a hipótese do “match/mismatch” proposta por Cushing (Cushing, 1975). De acordo com este autor, a alimentação, o crescimento e a sobrevivência das larvas será melhor quando houver um equilíbrio entre o período em que estas iniciam a alimentação exógena e a disponibilidade de alimento adequado no ambiente. Conforme citado acima, essa relação ficou bastante evidente para o estudo em questão, sendo que tal condição pode até mesmo funcionar como um sinal para a desova dos adultos (Limburg *et al.*, 1999).

Por outro lado, é importante ressaltar que quando o ambiente apresenta maiores valores de nível/vazão do rio, ocorre um efeito diluidor, levando à menores capturas. Apesar da espécie apresentar maior intensidade reprodutiva no mês de novembro (Vazzoler *et al.* 1997b; Suzuki *et al.*, 2004), as maiores capturas ocorreram em outubro, no primeiro período reprodutivo, o que provavelmente esteve relacionado à um menor efeito diluidor e a um maior investimento reprodutivo devido a ocorrência de condições ótimas para a reprodução.

Pelos resultados deste estudo podemos concluir que a espécie usa a calha principal do rio Ivinheima como local de reprodução e crescimento das formas larvais (Fig. 6). Além disso, a época reprodutiva coincide com o período de elevação da temperatura e do nível/vazão do rio. Tal característica confere para a espécie vantagem competitiva em relação as que se reproduzem em períodos posteriores, pois nesta época ocorre a maior disponibilidade de alimento e, dessa forma, quando a maioria das espécies estiver alcançando o pico de desova, as larvas de *A. osteomystax* estarão em alto grau de desenvolvimento. Devido a sua elevada ocorrência em ambientes lênticos e a aparente dependência de ambientes lóticos para a reprodução e recrutamento, a sub-bacia do rio Ivinheima oferece condições extremamente favoráveis para a espécie, uma vez que diversos tipos de ambientes como rios, canais e lagoas estão disponíveis, explicando, em parte, seu sucesso na ocupação do ambiente.

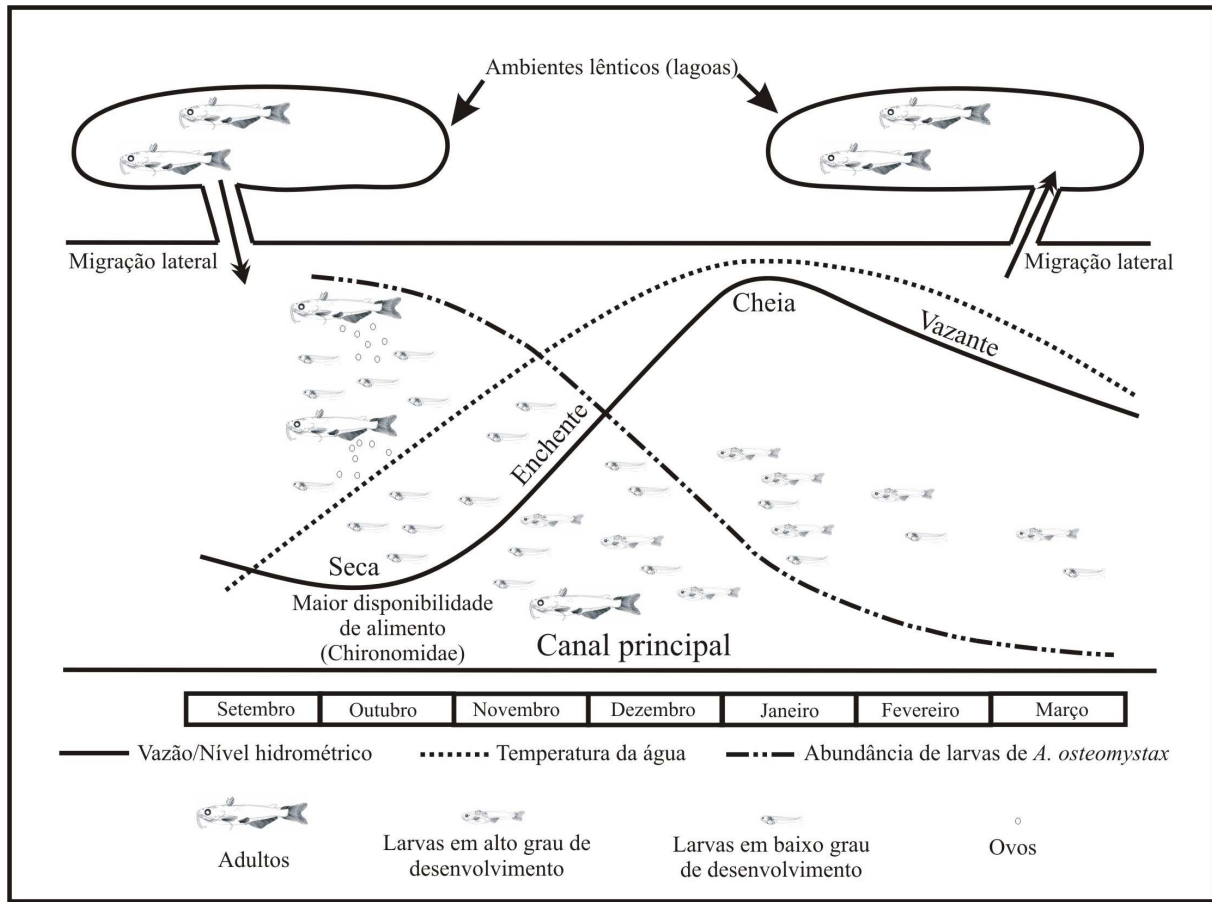


Figura 6 - Modelo conceitual da distribuição temporal de larvas de *Auchenipterus osteomystax* no rio Ivinheima, MS e sua relação com algumas variáveis ambientais e disponibilidade de alimento.

REFERÊNCIAS

Agostinho, A. A., Júlio Jr, H. F., Gomes, L. C., Bini, L. M. e Agostinho, C. S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In Vazzoler, A. E. A. M, Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds) (1997) Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp. 179–208.

Agostinho, A. A., Bini, L. M., Gomes, L. C., Júlio Jr, H. F., Pavanelli, C. S. e Agostinho, C. S. (2004) Fish assemblages. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds). *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 223-246

Ahlstrom, E. H. e Ball, O. P. (1954) Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fish. Bull.*, **56**, 209-245.

Araujo-Lima, C. A. R. M. e Oliveira, E. C. (1998) Transport of larval fish in the Amazon. *J. Fish Biol.*, **53** (supplement A), 197-306.

- Baumgartner, G., Nakatani, K., Cavicchioli, M. e Baumgartner, M. S. T. (1997) Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná River, Brazil. *Revta bras. Zool.*, **14**, 551-563.
- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L. C., Bialetzki, A., Sanches, P. V. e Makrakis, M. C. (2004) Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environ. Biol. Fish.*, **71**, 115-125.
- Baumgartner, M. S. T., Nakatani, K., Baumgartner, G. e Makrakis, M. C. (2003) Spatial and temporal distribution of “curvina” larvae (*Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840) and its relationship to some environmental variables in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, **63**, 381-391.
- Bialetzki, A., Sanches, P. V., Baumgartner, G. e Nakatani, K. (1998) Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto rio Paraná, Paraná. *Revta bras. Zool.*, **15**, 1037-1047.
- Bialetzki, A., Baumgartner, G., Sanches, P. V., Galuch, A. V., Luvisuto, M. A., Nakatani, K., Makrakis, M. C. e Borges, M. E. E. (2001) Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, **23**, 377-382.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V. e Baumgartner, G. (2002) Spatial and temporal distribution of larvae and juvenile of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, **62**, 211-222.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V. e Baumgartner, G. (2004) Eggs and larvae of the ‘curvina’ *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Scianidae) in the Baía River, Mato Grosso do Sul, Brazil. *J. Plankton Res.*, **26**, 1327-1336.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V., Baumgartner, G. e Gomes, L. C. (2005) Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environ. Biol. Fish.*, **73**, 37-47.
- Castro, R. J., Nakatani, K., Bialetzki, A., Sanches, P. V. e Baumgartner, G. (2002) Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo’s Inlet on the Upper Paraná River floodplain (Brazil). *J. Zool. Lond.*, **256**, 437-443.
- Cavicchioli, M., Nakatani, K. e Shibatta, O. A. (1997) Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters.* **8**, 97-106.
- Cushing, D. H. (1975) *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ferraris Jr, C. J. e Vari, R. P. (1999) The South American catfish genus *Auchenipterus* Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. *Zool. J. Linn. Soc.*, **126**, 387-450.

- Freire, A. G. e Agostinho, A. A. (2000) Distribuição espaço-temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da bacia do Alto Rio Paraná. *Acta Limnol. Bras.*, **12**, 105-120.
- Fuentes, C. M. e Espinach Ros, A. (1998) Variación de la actividad reproductiva del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847), estimadas por el flujo de larvas en el río Paraná Inferior. *Natura Neotropicalis*, **29**, 25-32.
- Galat, D. L. e Zweimüller, I. (2001) Conserving large-rivers fishes: is the *highway analogy* an appropriate paradigm? *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **20**, 266-279.
- Galuch, A. V., Suiberto, M. R., Nakatani, K., Bialecki, A. e Baumgartner, G. (2003) Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* **25**, 335-343.
- Goulart, E. (1995) Estrutura da população, idade, crescimento, reprodução e alimentação de *Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1829) do reservatório de Itaipu – PR. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, pp. 1-286.
- Hahn, N. S., Andrian, I. F., Fugi, R. e Almeida, V. L. L. (1997) Ecologia trófica. In Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp. 209-228.
- Hahn, N. S., Fugi, R. e Andrian, I. F. (2004) Trophic ecology of the fish assemblages. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 247-269.
- Higuti, J. (2004) Composition, abundance and habitats of benthic Chironomidae larvae. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 209-220.
- Humphries, P., King, A. J. e Koehn, J. D. (1999) Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. *Environ. Biol. Fish.* **56**, 129-151.
- Junk, W. J., Bayley P. B e Sparks, R. E. (1989) The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries Aquatic Sciences*, **106**, 110-127.
- Limburg, K. E., Pace, M. L. e Arend, K. K. (1999) Growth, mortality, and recruitment of larval (*Morone* spp.) in relation to food availability and temperature in the Hudson River. *Fish. Bull.*, **97**, 80-91.
- Lowe-MacConnell, R. H. (1999) Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Edusp, São Paulo.
- Mérigoux, S. e Ponton, D. (1998) Body shape, diet and ontogenetic diet shifts in young fish of the Sinnamary River, French Guiana, South America. *J. Fish Biol.*, **52**, 556-569.

- Nakatani, K., Baumgartner, G. e Cavicchioli, M. (1997) Ecologia de ovos larvas de peixes. In Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp. 281-306.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A. Makrakis, M. C., Sanches, P. V. e Pavanelli, C. S. (2001) *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM, Maringá.
- Nakatani, K., Bialezki, A., Baumgartner, G., Sanches, P. V. and Makrakis, M. C. (2004) Temporal and spatial dynamics of fish eggs and larvae. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 293-308.
- Rosin, G. C. (2007) Larvas de Chironomidae em substratos artificiais: Comparações e padrões de colonização em três rios da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, pp. 1-26.
- Rossi, L. M. (2001) Ontogenetic diet shifts in a neotropical catfish, *Sorubim lima* (Schneider) from the river Paraná system. *Fish. Manag. Ecol.*, **8**, 141-152.
- Sanches, P. V., Nakatani, K. e Bialezki, A. (1999) Morphological description of the developmental stages of *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) on the floodplain of the upper Paraná River. *Rev. Brasil. Biol.*, **59**, 429-438.
- Sanches, P. V., Baumgartner, G., Bialezki, A., Suiberto, M. R., Gomes, F. D. C., Nakatani, K. e Barbosa, N. D. C. (2001) Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta. Sci.*, **23**, 383-389.
- Sanches, P. V., Nakatani, K., Bialezki, A., Baumgartner, G., Gomes, L. C. e Luiz, E. A. (2006) Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Res. Applic.*, **22**, 555-565.
- Santin, M., Bialezki, A. e Nakatani, K. (2004) Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). *Acta Sci. Biol. Sci.*, **26**, 291-298.
- Souza Filho, E. E. e Stevaux, J. C. (2004) Geology and geomorphology of the Baía-Curutuba-Ivinheima River complex. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1-29.
- Suzuki, H. I., Vazzoler, A. E. A. M. (in memoriam), Marques, E. E., Lizama, M. A. P. e Inada, P. (2004) Reproductive ecology of the fish assemblages. In Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 271-292.
- Tanaka, S. (1973) Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Tech. Paper*, **122**, 33-51.

- Vazzoler, A. E. A. M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá.
- Vazzoler, A. E. A. M., Lizama, M. A. P. e Inada, P. (1997a) Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp. 267-280.
- Vazzoler, A. E. A. M., Suzuki, H. I., Marques, E. E. e Lizama, M. A. P. (1997b) Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. e Hahn, N. S. (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá, pp. 249-265.
- Wais, I. R. e Castello, H. P. (1984) *Auchenipterus nuchalis*, única espécie del genero presente en el rio Parana. Argentina (Pisces, Auchenipteridae). *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. "Bernadino Rivadavia" Int. Nac. Invest. Cienc. Nat. Zool.*, **13**,57-70.
- Welcomme, R. L. (1979) *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman, London.
- Werner, R. G. (2002) Larval feeding. In Fuiman, L. A. e Werner, R. G. (eds), *Fisherie Science: the unique contributions of early life stages*. Blackwell Science, Oxford, pp. 139-170.

CAPÍTULO II

DIETA E ESTRATÉGIA ALIMENTAR DE LARVAS DE *Auchenipterus osteomystax* (MIRANDA-RIBEIRO, 1918) (OSTEICHTHYES, AUCHENIPTERIDAE) EM UM RIO DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO.*

*Trabalho preparado para ser submetido na revista *Neotropical Ichthyology*

RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar alguns aspectos da alimentação de larvas de *Auchenipterus osteomystax*. Para tanto, foram realizadas amostragens mensais em um rio da planície de inundação do alto rio Paraná, ao longo de ciclos nictemerais, em três períodos reprodutivos consecutivos (entre outubro de 2002 e março de 2005), utilizando-se redes de plâncton. Após identificação, as larvas foram separadas em estágios de desenvolvimento e classes de tamanho. Os dados de alimentação foram analisados através da Abundância da Presa Específica e a Frequência de Ocorrência, sendo a estratégia alimentar avaliada a partir de ambas as medidas. A alimentação baseou-se em insetos aquáticos, representados principalmente, por larvas e pupas de Chironomidae, sendo que a morfologia do trato digestório apresentou-se intimamente relacionada com a dieta das larvas. A estratégia alimentar apresentou-se diversa, com vários níveis de especialização individual e generalização da população, enquanto que a largura do nicho manteve-se ampla. Houve aumento no número e tamanho dos itens consumidos a medida que as larvas cresceram e estes estiveram, predominantemente, em estágio médio e alto de digestão. As larvas apresentam hábito alimentar insetívoro e estratégia alimentar generalista, a qual está diretamente relacionada com a ampla largura do nicho, havendo tendência de aumento nesta medida para os indivíduos maiores, devido a maior capacidade de predação. As larvas apresentaram atividade alimentar predominantemente noturna, com as larvas menores se alimentando durante todo o período noturno e aquelas maiores apenas em parte deste.

Palavras-Chave: Peixes, Trato digestório, Insetos aquáticos, Ontogenia, Horário de alimentação.

INTRODUÇÃO

As larvas de peixes são essencialmente diferentes dos adultos da mesma espécie com relação à alimentação, justamente por apresentarem tamanho reduzido e serem pouco desenvolvidas, tendo assim, um padrão alimentar bastante diferenciado (Gerking, 1994). Além disso, durante o início do desenvolvimento, ocorrem modificações importantes no trato digestório, levando a alterações morfológicas, histológicas e fisiológicas nas suas estruturas, estando, freqüentemente, associadas a mudanças na alimentação (Govoni *et al.*, 1983, 1986).

A ontogenia inicial dos peixes pode ser considerada como uma série de períodos vulneráveis dos quais o mais importante é o de transição entre a alimentação endógena e a exógena (Kamler, 1992). A sobrevivência das larvas neste período depende do desenvolvimento de órgãos necessários à alimentação (Porter e Theilacker, 1999), bem como da disponibilidade de alimento adequado (Sánchez-Velasco, 1998).

Mudanças ontogenéticas na dieta reduzem a competição intra-específica, por permitir que indivíduos menores utilizem diferentes fontes alimentares até alcançarem um tamanho com o qual podem competir com os indivíduos maiores da mesma espécie (Govoni *et al.*, 1983 e 1986; Ward-Campbell e Beamish, 2005). De acordo com vários autores (Gerking, 1994; Zavala-Camin, 1996; Sainte-Marie e Chabot, 2002; Baldisserotto, 2002; Ward-Campbell e Beamish, 2005), as mudanças ontogenéticas no uso dos recursos, especialmente na dieta, são comuns em muitas populações animais estruturadas por tamanho.

A despeito de sua grande importância ecológica e de seu potencial para a aquicultura, os estudos sobre alimentação natural em larvas de peixes ainda são incipientes na região neotropical. Para a bacia do alto rio Paraná os únicos trabalhos com este enfoque são os de Santin *et al.* (2004), com *Apareiodon affinis*, Makrakis *et al.* (2005) com *Plagioscion squamosissimus*, *Hypophthalmus edentatus* e *Iheringichthys labrosus* e Borges *et al.* (2006), com *Bryconamericus aff. iheringii*. Todos esses estudos tratam de aspectos da alimentação inicial, tais como alimento preferencial, desenvolvimento do sistema digestório e mudanças ontogenéticas na dieta.

Auchenipterus osteomystax, comumente conhecida como “palmito”, tem ocorrência generalizada e com elevada freqüência na maioria dos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1997). Com relação à alimentação, Hahn *et al.* (1997, 2004) estabeleceram que esta espécie possui hábito alimentar insetívoro na fase adulta, não havendo registros de tais estudos para as larvas. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar aspectos da ontogenia alimentar de *A. osteomystax*, especificamente procurando (1) descrever a morfologia do trato digestório nas diferentes fases de desenvolvimento, (2) caracterizar a

dieta e a estratégia alimentar, (3) verificar a variação ontogenética e temporal na dieta e (4) determinar o horário preferencial para a alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Ivinheima está localizado na margem direita do rio Paraná (Estado do Mato Grosso do Sul/Brasil). Estende-se por cerca de 230 km, sendo que os trechos superior e médio correm em direção norte-sul e o inferior paralelo ao rio Paraná (direção nordeste/sudoeste) até sua confluência com este rio. Na planície de inundação do alto rio Paraná a região do rio Ivinheima é um dos poucos trechos remanescentes com características lólicas, uma vez que o restante da bacia encontra-se sob intensa influência de represamentos. Com relação à ictiofauna, Agostinho *et al.* (2004) relatam que do total de espécies encontradas no alto rio Paraná (cerca de 153), 95 ocorrem neste rio. Para Sanches *et al.* (2006) o rio Ivinheima constitui a única rota disponível para peixes migradores na região. Neste contexto, em face de sua importância para a preservação das espécies, este rio atualmente encontra-se inserido no Parque Estadual das Várzeas do rio Ivinheima.

O local de estudo (Fig. 1) encontra-se situado na região inferior do rio Ivinheima (22°47'59"S; 53°32'21"W), e se caracteriza por apresentar velocidade média de 0,85 m/s e transportar uma elevada quantidade de sedimentos (Souza Filho e Stevaux, 2004). Nesta região, além do canal principal do rio, ocorre um grande número de ambientes aquáticos com diferentes características hidrodinâmicas.

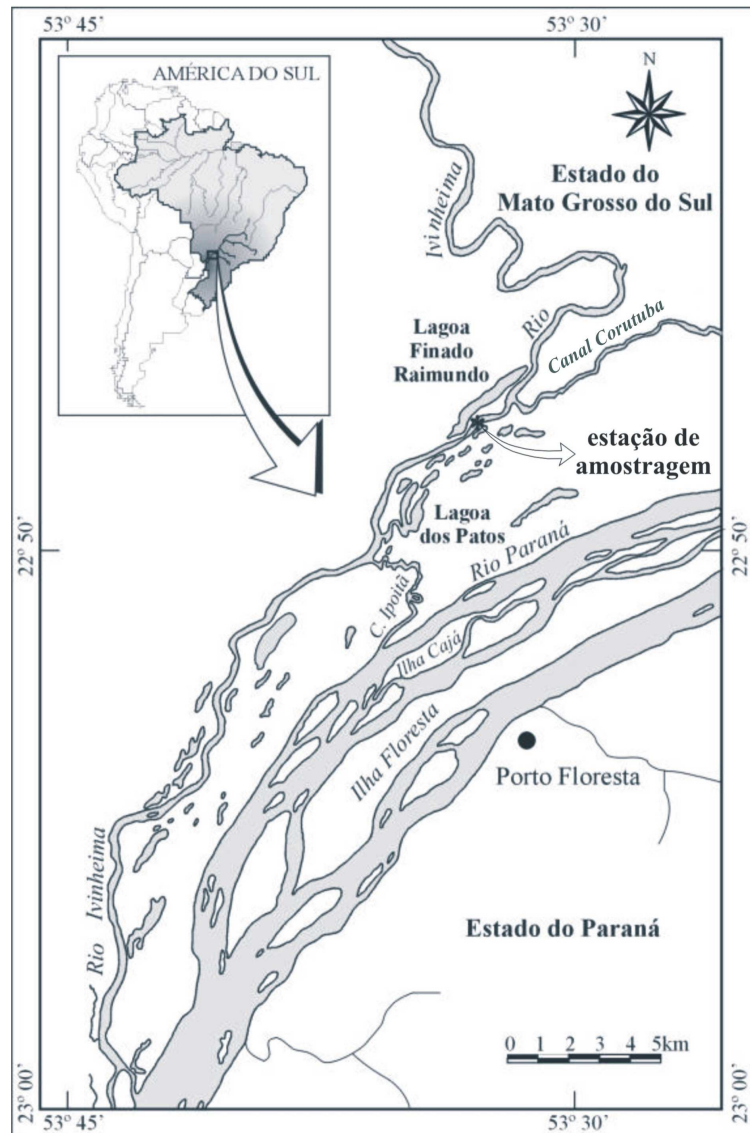


Figura 1 – Localização da estação de amostragem.

Coletas de campo

As coletas foram realizadas mensalmente em três períodos reprodutivos (PR) consecutivos, compreendendo os meses de outubro de 2002 a março de 2003 (PR1), outubro de 2003 a março de 2004 (PR2) e outubro de 2004 a março de 2005 (PR3). Foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndrica, com malha 0,5 mm e fluxômetro acoplado à boca para a obtenção do volume de água filtrada. As redes foram fixadas a um cabo estendido perpendicularmente à superfície da água, sendo três redes de superfície (margens esquerda e direita e centro do rio) e uma de fundo, todas expostas por 15 minutos. As coletas foram realizadas ao longo de um ciclo nictemeral, com intervalo de quatro horas entre as amostragens (0:00, 4:00, 8:00, 12:00, 16:00 e 20:00 horas). As amostras obtidas foram

aconditionadas em frascos de polietileno e fixadas em formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio.

Análise de laboratório

Em laboratório, com auxílio de um microscópio estereoscópico, foi realizada a triagem do material coletado e as larvas encontradas foram separadas do restante do plâncton e, em seguida, identificadas segundo Bialecki *et al.* (2001) e Nakatani *et al.* (2001). Após a identificação, as larvas foram classificadas de acordo com o grau de desenvolvimento em estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão (Ahlstrom & Ball, 1954, modificado por Nakatani *et al.*, 2001) e medidas para obtenção do comprimento padrão (CP).

Para caracterizar a ontogenia do trato digestório e a dieta, as larvas foram agrupadas em classes de tamanho, estabelecidas de acordo com o intervalo entre o comprimento padrão mínimo e máximo verificados, buscando também separá-las de acordo com seu grau de desenvolvimento. Na caracterização da dieta foram selecionados aleatoriamente, quando em número suficiente, 20 indivíduos de cada classe de tamanho para cada horário amostrado (o que totalizaria 240 indivíduos), sem fazer distinção entre os períodos reprodutivos. Esses tiveram seus tubos digestórios retirados através de corte longitudinal no abdome com uso de estilete ou bisturi e, em seguida, foram abertos sobre uma lâmina. Nos indivíduos em estágio de pré-flexão e flexão, foi analisado todo o tubo digestório e aqueles em pós-flexão apenas o estômago e dois terços anteriores do intestino, devido ao alto grau de digestão dos itens alimentares na sua porção final (Makrakis *et al.*, 2005). Os itens foram quantificados e identificados até o menor nível taxonômico possível, sob microscópio estereoscópico e microscópio óptico de acordo com Ogden e Hedley (1980), Needham e Needham (1982), Parra e Bicudo (1995) e Elmoor-Loureiro (1997).

Análise dos dados

Para a caracterização da dieta e da estratégia alimentar, os dados foram analisados através do Método de Amundsen *et al.* (1996) modificado de Costello (1990), o qual combina a Frequência de Ocorrência (porcentagem de determinado alimento em relação ao número total de estômagos com alimento; Wallace, 1981; Laroche, 1982; Govoni *et al.*, 1983) e a Abundância da Presa Específica, para a qual foi utilizado o Método dos Pontos (Hyslop, 1980) conforme Ward-Campbell e Beamish (2005). Por este método, atribui-se para cada item alimentar valores de 1 a 10 baseados na sua contribuição para o conteúdo alimentar total. Os pontos atribuídos aos múltiplos itens para um indivíduo não devem exceder a 10. O cálculo da

abundância da presa específica foi feito utilizando-se a seguinte expressão (Amundsen *et al.* 1996):

$$SA_i = (\sum P_i / \sum P_{Ti}) * 100$$

onde:

SA_i = é a abundância de um item específico;

P_i = os pontos atribuídos ao item i ;

P_{Ti} = o conteúdo gastrointestinal total daqueles indivíduos que contêm o item i .

Como neste estudo a soma dos pontos não excedeu a 10, $\sum P_{Ti}$ é o número de estômagos contendo o item i multiplicado por 10. A combinação da abundância da presa específica e a frequência de ocorrência, de acordo com o método gráfico de Amundsen *et al.* (1996), permite encontrar a presa mais abundante na dieta da espécie, a estratégia alimentar (especialista ou generalista) e a contribuição na largura do nicho.

A largura de nicho foi estimada pelo Índice de Levin (Levin, 1968), através da equação:

$$B = (\sum P_i^2)^{-1}$$

onde:

B = medida de largura de nicho de Levin;

P_i = proporção do número do item i para uma espécie.

Com o objetivo de demonstrar o nível relativo de especialização na dieta das espécies, foi estimada a largura de nicho trófico usando o Índice Padronizado de Levin que varia de 0, quando uma espécie consumiu somente um tipo de categoria alimentar a 1, quando uma espécie consumiu de forma similar todas as categorias alimentares. É dado pela fórmula:

$$B_i = [(\sum P_{ij}^2)^{-1} - 1] (n - 1)^{-1}$$

onde:

B_i = largura de nicho trófico padronizada;

P_{ij} = proporção da categoria alimentar j na dieta da espécie i ;

n = número total de categorias alimentares.

Para verificar a relação entre o comprimento padrão e o número de itens consumidos ao longo do desenvolvimento, aplicou-se uma análise de regressão simples com os valores previamente log-transformados [$\log_{10}(x + 1)$]. Para detectar se a espécie apresenta mudanças temporais na alimentação foi aplicada a abordagem da Análise de Variância (ANOVA) protegida. Neste protocolo estatístico, uma análise de variância multivariada (MANOVA) (períodos reprodutivos e classes de tamanho como fatores independentes) é aplicada previamente. Se esta for significativa, ANOVAs, neste caso bifatorias (ANOVA *two-way*) são

usadas. Ao encontrar um valor significativo para F na ANOVA, aplicou-se o teste *a posteriori* de Tukey, a fim de detectar essas diferenças. Essa análise foi realizada apenas entre os itens mais importantes e que puderam ser identificados no mínimo a nível de Ordem.

O horário preferencial para a alimentação foi estimado através da identificação do grau de digestão dos itens consumidos. Este método é visual e segue os seguintes critérios: (1) baixo, quando o item encontrado estiver praticamente intacto; (2) médio, quando somente parte da estrutura ou corpo estiver suficientemente preservada para a identificação; e (3) alto, quando o item tiver perdido sua forma original, encontrando-se totalmente digerido e não sendo mais possível identificá-lo (Sánchez-Velasco, 1998).

RESULTADOS

Captura dos indivíduos

Durante o período de amostragem foram capturadas 309 larvas com tamanho variando entre 4,25 e 15,00 mm CP. Assim, foram obtidas as seguintes classes de tamanho: classe 1 = 4,25 – 6,00 mm (pré-flexão e flexão); classe 2 = 6,01 – 7,76 mm (flexão); classe 3 = 7,77 – 9,52 mm (flexão e pós-flexão); classe 4 = 9,53 – 13,70 mm (flexão e pós-flexão). Dentre as larvas capturadas, 4 encontravam-se em estágio de larval vitelino e 5 estavam danificadas, sendo estas desconsideradas na análise.

Na seleção dos indivíduos para a análise da dieta, a classe 2 foi a única que apresentou mais de 20 larvas nos horários das 20:00, 00:00 e 04:00 horas. Assim, realizou-se uma subamostragem aleatória apenas para esses horários, sendo que nas demais classes foram analisados todos os indivíduos para cada horário. Dessa forma, analisou-se 26 larvas da classe 1, 82 da classe 2, 56 da classe 3 e 34 da classe 4, totalizando 198 larvas.

Desenvolvimento do trato digestório

Arcos branquiais: no início do desenvolvimento (5,20 mm; Classe 1 – início de pré-flexão) apenas três arcos branquiais foram visíveis como estruturas bem individualizadas. Não houve vestígios dos rastros e os filamentos branquiais começaram a se formar como pequenas ramificações no lado externo do arco (Fig. 2a). No final do estágio de pré-flexão (5,86 mm; Classe 1), foi possível distinguir o quarto arco branquial e começaram a surgir os primeiros rastros no segundo arco (Fig. 2b). Quando as larvas alcançaram o início do estágio de flexão (6,75 mm; Classe 2), foi possível visualizar os rastros em todos os arcos, porém como pequenas protuberâncias, enquanto os filamentos branquiais tornaram-se mais ramificados (Fig. 2c). Até o final desse estágio (7,50 mm; Classe 2), não ocorreram grandes modificações

na morfologia, apenas um acréscimo em tamanho (Fig. 2e). No início do estágio de pós-flexão (10,13 mm; Classe 4), os rastros se tornaram mais numerosos e os filamentos branquiais atingiram o máximo de ramificação (Fig. 2f). Ao final desse estágio (15,00 mm; Classe 4), os arcos estavam maiores e os rastros adquiriram forma mais filamentosa nos três primeiros arcos (Fig. 2h).

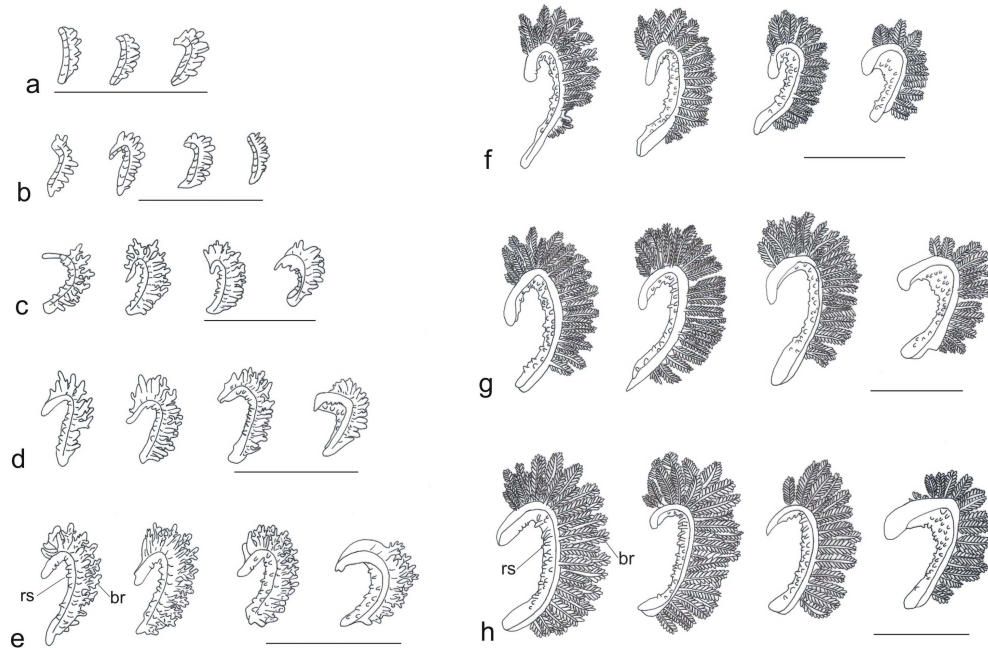


Figura 2 – Desenvolvimento dos arcos branquiais em larvas de *Auchenipterus osteomystax* mostrando os rastros (rs) e os filamentos branquiais (br). (a) início de pré-flexão (5,20 mm); (b) final de pré-flexão (5,86 mm); (c) início de flexão (6,75 mm); (d) flexão (6,92 mm); (e) final de flexão (7,50 mm); (f) início de pós-flexão (10,13 mm); (g) pós-flexão (12,42 mm); (h) final de pós-flexão (15,00 mm) (Escala = 1 mm).

Trato digestório: as ilustrações da boca e das mudanças morfológicas no tubo digestório estão apresentadas na figura 3. A boca manteve-se terminal durante todo o desenvolvimento inicial apresentando apenas incremento no tamanho à medida que as larvas se desenvolveram (Fig. 3a-h).

No início do desenvolvimento (5,20 mm; Classe 1 – pré-flexão), o tubo digestório já se apresentou diferenciado em estômago e intestino, inclusive com a primeira dobra formada (Fig. 3a). No final do estágio de pré-flexão (5,86 mm; Classe 1) (Fig. 3b), o estômago encontrava-se levemente dobrado, com a formação da segunda dobra do intestino e o surgimento de uma pequena dilatação em sua porção final. A segunda dobra intestinal estava completamente formada quando as larvas atingiram 6,75 mm (Classe 2 – flexão). Cerca de dois terços anteriores do intestino passaram a apresentar aspecto rugoso e o terço final tornou-se mais afilado e com estrias longitudinais (Fig. 3c). Com aproximadamente 7,00 mm o

estômago estava nitidamente dobrado e as rugosidades do intestino aumentaram consideravelmente (Fig. 3d). No estágio de pós-flexão (12,42 mm; Classe 4) (Fig. 3g) iniciou-se a formação de outras duas dobras no intestino, que ao final deste estágio (15,00 mm; Classe 4) (Fig. 3h), estavam totalmente formadas e apresentando muitas rugosidades. O terço final do intestino continuou bastante afilado em relação ao restante do tubo, havendo uma nítida separação entre as duas porções.

Dieta

A dieta de *A. osteomystax* durante o desenvolvimento inicial foi composta basicamente por insetos aquáticos, representados principalmente pelas larvas e pupas de Chironomidae.

Na classe 1 foram registrados apenas ninfa de Ephemeroptera, larva de Chironomidae e com maior destaque para restos de insetos que não puderam ser identificados (Tab. 1 – Fig. 4a). Entretanto, apenas em quatro indivíduos foram encontrados conteúdos alimentares, sendo que nos outros 22 os tubos digestórios estavam vazios ou continham esporo de vegetal superior e algas da Ordem Pennales em pequena quantidade, que para efeito da análise da dieta, essas foram desconsideradas. Nesta classe observou-se a presença de vitelo em todas as larvas.

A classe 2 apresentou 17 larvas com o tubo digestório vazio. Houve um grande aumento no número de categorias alimentares e quantidade de itens consumidos, sendo os mais importantes, as larvas de Chironomidae e restos de insetos (Tab. 1 – Fig. 4b). Merecem destaque também, ninfa de Ephemeroptera e pupa de Chironomidae. As classes 3 e 4 apresentaram a menor incidência de indivíduos com o tubo digestório vazio, sendo apenas um em cada classe. Os principais itens encontrados foram restos de insetos e larvas e pupas de Chironomidae (Tab. 1 – Fig. 4c e d).

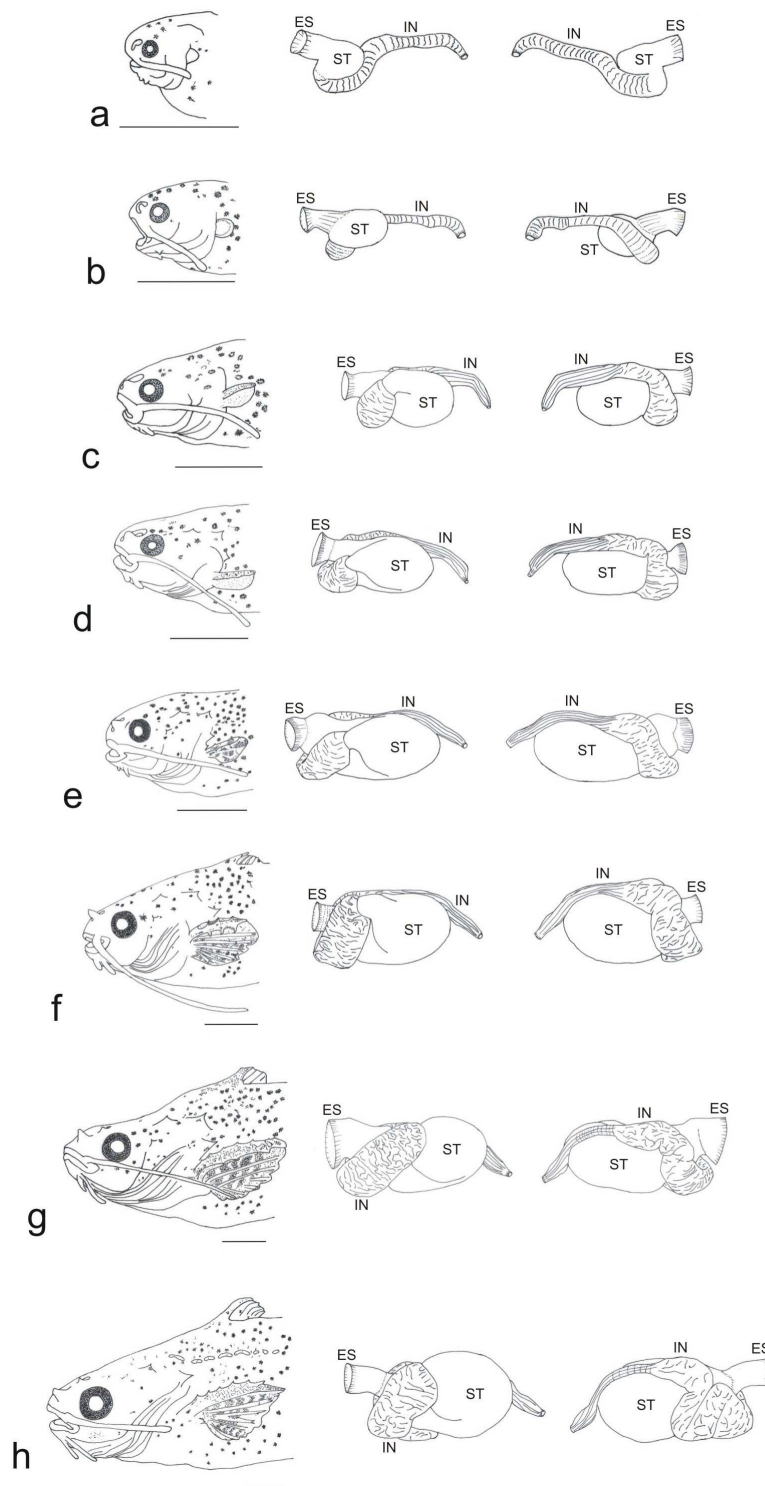


Figura 3 – Posição da boca e diferenciação do tubo digestório (vista das faces laterais esquerda e direita) em larvas de *Auchenipterus osteomystax*. (a) início de pré-flexão (5,20 mm); (b) final de pré-flexão (5,86 mm); (c) início de flexão (6,75 mm); (d) flexão (6,92 mm); (e) final de flexão (7,50 mm); (f) início de pós-flexão (10,13 mm); (g) pós-flexão (12,42 mm); (h) final de pós-flexão (15,00 mm). ES=esôfago; ST=estômago; IN=intestino. (Escala=1 mm).

Tabela 1 – Valores de Abundância da Presa Específica (ABS%) e Frequência de Ocorrência (FO%) para os itens alimentares encontradas nos tubos digestórios de larvas de *Auchenipterus osteomystax*. *Item não identificado; **Itens não considerados na análise do conteúdo estomacal devido à baixa abundância.

| | Classe 1 (n=26) | | Classe 2 (n=82) | | Classe 3 (n=56) | | Classe 4 (n=34) | |
|-----------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | 4,25 – 6,00 mm | | 6,01 – 7,76 mm | | 7,77 – 9,52 mm | | 9,53 – 13,70 mm | |
| | ABS% | FO% | ABS% | FO% | ABS% | FO% | ABS% | FO% |
| Insetos | | | | | | | | |
| Resto de inseto* | 76,67 | 75,00 | 45,58 | 82,54 | 53,65 | 94,55 | 47,33 | 90,91 |
| Larva de Chironomidae | 35,00 | 50,00 | 43,73 | 80,95 | 20,24 | 74,55 | 12,78 | 54,55 |
| Larva de Trichoptera | | | 20,00 | 14,29 | 12,72 | 20,00 | 10,00 | 6,06 |
| Larva de Coleoptera | | | | | 15,00 | 7,27 | 20,00 | 6,06 |
| Ninfa de Ephemeroptera | 100,00 | 25,00 | 22,67 | 23,81 | 17,20 | 45,45 | 15,00 | 30,30 |
| Pupa de Chironomidae | | | 32,86 | 22,22 | 29,20 | 45,45 | 30,40 | 75,76 |
| Pupa de outros Diptera | | | 51,67 | 9,52 | 22,00 | 9,09 | 39,10 | 33,33 |
| Pupa de Trichoptera | | | 10,00 | 1,59 | | | | |
| Adulto de Tysanoptera | | | 10,00 | 1,59 | 10,00 | 5,45 | 13,33 | 9,09 |
| Adulto de Diptera | | | 30,00 | 1,59 | 35,00 | 14,55 | 20,00 | 9,09 |
| Adulto de Hemiptera | | | | | | | 30,00 | 3,03 |
| Adulto de Homoptera | | | | | 20,00 | 1,82 | | |
| Adulto de Hymenoptera | | | 50,00 | 1,59 | 10,00 | 1,82 | 15,71 | 21,21 |
| Inseto terrestre* | | | 22,00 | 7,94 | 10,00 | 1,82 | | |
| Microcrustáceos | | | | | | | | |
| Chidoridae | | | 10,00 | 1,59 | | | | |
| <i>Alona</i> spp. | | | 10,00 | 1,59 | | | | |
| <i>Bosmina hagdmani</i> | | | 10,00 | 1,59 | 10,00 | 1,82 | | |
| Outros invertebrados | | | | | | | | |
| <i>Diffugia muriformis</i> | | | 10,00 | 1,59 | | | | |
| Bivalve | | | 10,00 | 1,59 | | | | |
| Acarina | | | 12,50 | 6,35 | | | | |
| Araneae | | | | | 13,33 | 5,45 | 10,00 | 3,03 |
| Estrutura Vegetal | | | | | | | | |
| Semente | | | 100,00 | 1,59 | 10,00 | 1,82 | | |
| Esporo de Vegetal Superior | ** | ** | | | | | | |
| Algas | | | | | | | | |
| Pennales | ** | ** | | | | | | |

Estratégia alimentar

As classes 1 e 2 mostraram uma estratégia alimentar mista com certo grau de especialização e generalização para os diferentes itens consumidos. A classe 1, apesar de possuir o maior grau de especialização (Fig. 4a), apresentou a maior largura de nicho ($B_a = 0,68$ – Fig. 5). A classe 2 exibiu uma dieta bem mais generalista que a classe 1, mas ainda houve certo grau de especialização individual (Fig. 4b). Dessa forma, a largura de nicho foi relativamente ampla ($B_a = 0,18$ – Fig. 5).

Nas classes 3 e 4 a dieta mostrou-se basicamente generalista com pouco ou nenhum grau de especialização individual (Fig. 4c e d). Houve uma tendência de aumento na largura do nicho da classe 3 para classe 4 ($B_a = 0,17$ e $0,26$, respectivamente – Fig. 5).

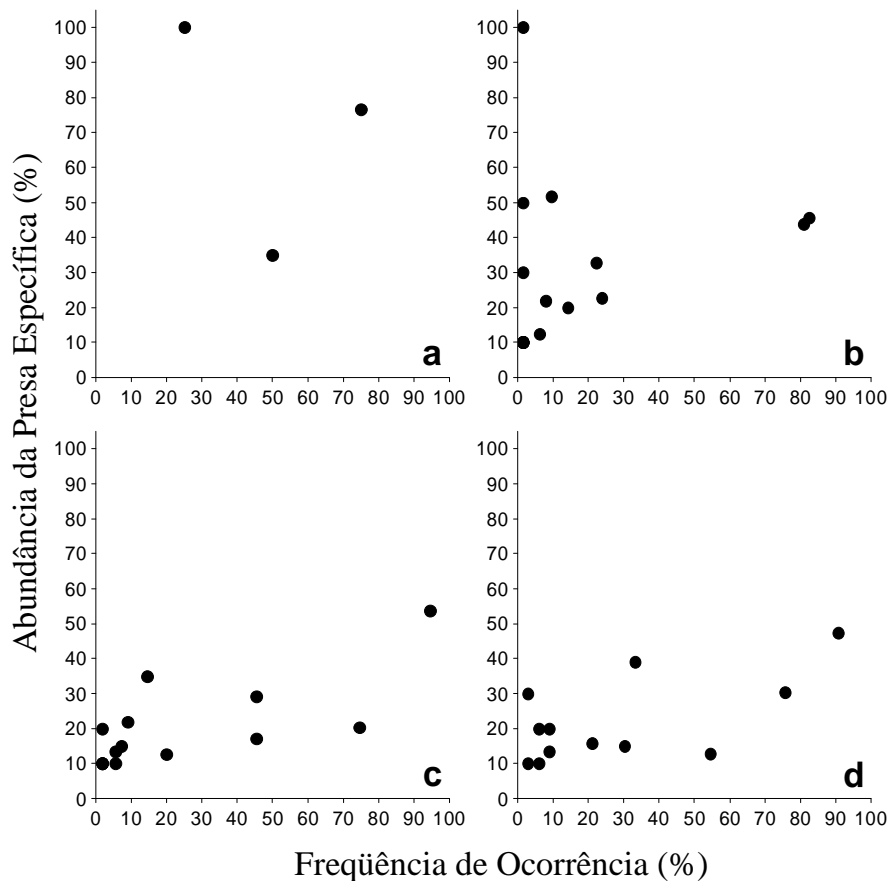


Figura 4 – Relação entre abundância da presa específica e frequência de ocorrência para as categorias alimentares encontradas nos tubos digestórios de larvas de *Auchenipterus osteomystax*. (a) classe 1 = 4,25 – 6,00 mm; (b) classe 2 = 6,01 – 7,76 mm; (c) classe 3 = 7,77 – 9,52 mm; (d) classe 4 = 9,53 – 13,70 mm.

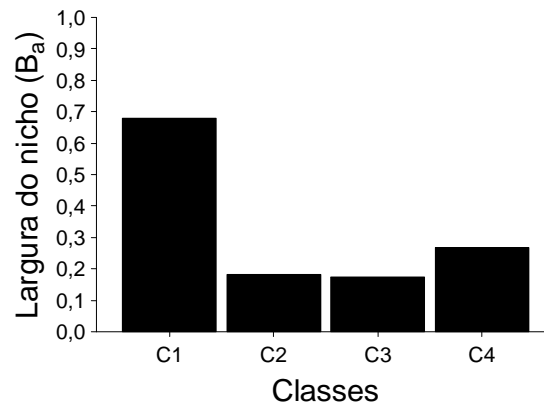


Figura 5 – Largura do nicho alimentar em larvas de *Auchenipterus osteomystax* nas quatro classes de tamanho.

Variação ontogenética e temporal na dieta

A análise de regressão simples mostrou que ocorreu aumento na quantidade de itens consumidos à medida que as larvas cresceram ($b = 2,27$; $t = 6,23$; $p \leq 0,05$). A mesma tendência foi observada para o tamanho dos itens alimentares, uma vez que as pupas de Chironomidae são maiores que suas larvas.

A MANOVA aplicada aos itens alimentares revelou que houve diferenças significativas entre os períodos reprodutivos e entre as classes de tamanho ($F = 1,91$; $P = 0,014$ e $F = 3,76$; $P = 0,000$, respectivamente) não havendo interação entre esses fatores. Este resultado indica a relevância da aplicação de ANOVAs para cada item alimentar (Tab. 2).

Para as larvas de Chironomidae, a interação entre os períodos reprodutivos e classes de tamanho foi significativa, indicando que o consumo deste item dependeu de ambos os fatores. A classe 2 apresentou diferença significativa com relação a este item no primeiro período (Teste de Tukey, $p < 0,05$), porém houve tendência de maior abundância nos outros dois períodos, com diminuição gradual nas classes seguintes (Fig. 6a). Para as pupas de Chironomidae houve maior consumo no terceiro período entre os indivíduos da classe 4 (Teste de Tukey, $p < 0,05$), ocorrendo aumento gradual ao longo do desenvolvimento (Fig. 6b). As pupas de outros Diptera também foram mais consumidas pela classe 4 (Teste de Tukey, $p < 0,05$) (Fig. 6c).

Tabela 2 – Resultados da ANOVA bifatorial aplicada aos dados de abundância dos itens alimentares de *Auchenipterus osteomystax*, considerando os períodos reprodutivos (PR) e as classes de tamanho (Classes) como fatores. Valores em negrito têm $p \leq 0,05$.

| Itens alimentares | PR | Classes | PR*Classes |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | F | F | F |
| Larva de Chironomidae | 3,35 | 8,31 | 2,25 |
| Larva de Trichoptera | 0,45 | 0,52 | 0,15 |
| Larva de Coleoptera | 0,47 | 0,95 | 0,22 |
| Pupa de Chironomidae | 6,50 | 8,92 | 1,85 |
| Pupa de outros Diptera | 0,73 | 7,92 | 2,09 |
| Ninfa de Ephemeroptera | 2,30 | 0,95 | 1,34 |
| Adulto de Tysanoptera | 1,48 | 1,05 | 0,84 |
| Adulto de Diptera | 1,21 | 2,41 | 0,91 |
| Adulto de Hymenoptera | 1,01 | 1,41 | 0,58 |

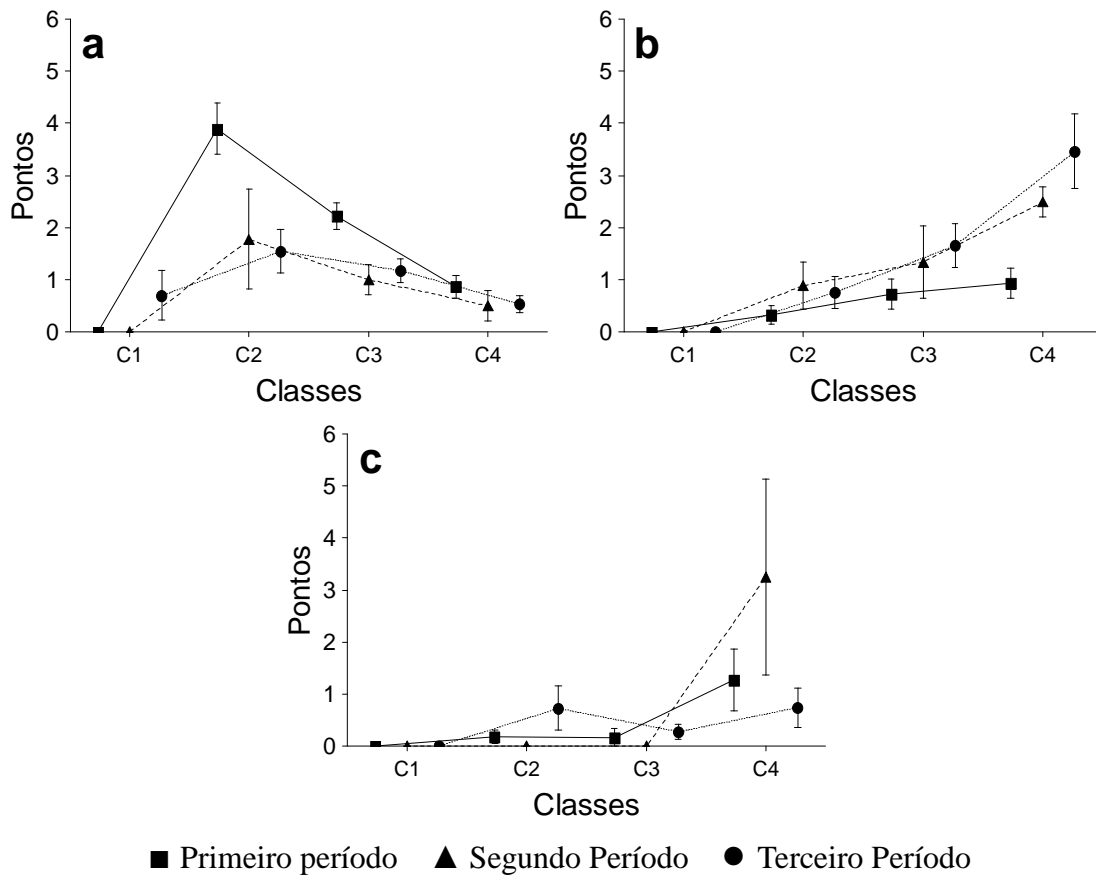


Figura 6 – Variação temporal e ontogenética dos itens alimentares significativamente diferentes na ANOVA. (a) Larva de Chironomidae; (b) Pupa de Chironomidae; (c) Pupa de outros Diptera. (Marcadores = média; Barras = erro padrão).

Grau de digestão

Pela análise dos itens alimentares não foi possível estabelecer nenhuma relação para a classe 1 devido ao baixo número de larvas com conteúdo gastrointestinal (Fig. 7). Para os indivíduos da classe 2 houve um nítido predomínio de itens em estágio médio de digestão nos horários das 20:00 até às 8:00 horas (Fig. 7). Na classe 3 esse predomínio se deu às 0:00 e 4:00 horas e na classe 4 às 20:00 e 0:00 horas, embora não tão marcante como na classe 2. Após esses horários, os itens alimentares em estágio alto de digestão prevaleceram (Fig. 7). Para a classe 2 verificou-se, também, que nos horários das 12:00 e 16:00 horas, o conteúdo gastrointestinal estava predominantemente bem digerido.

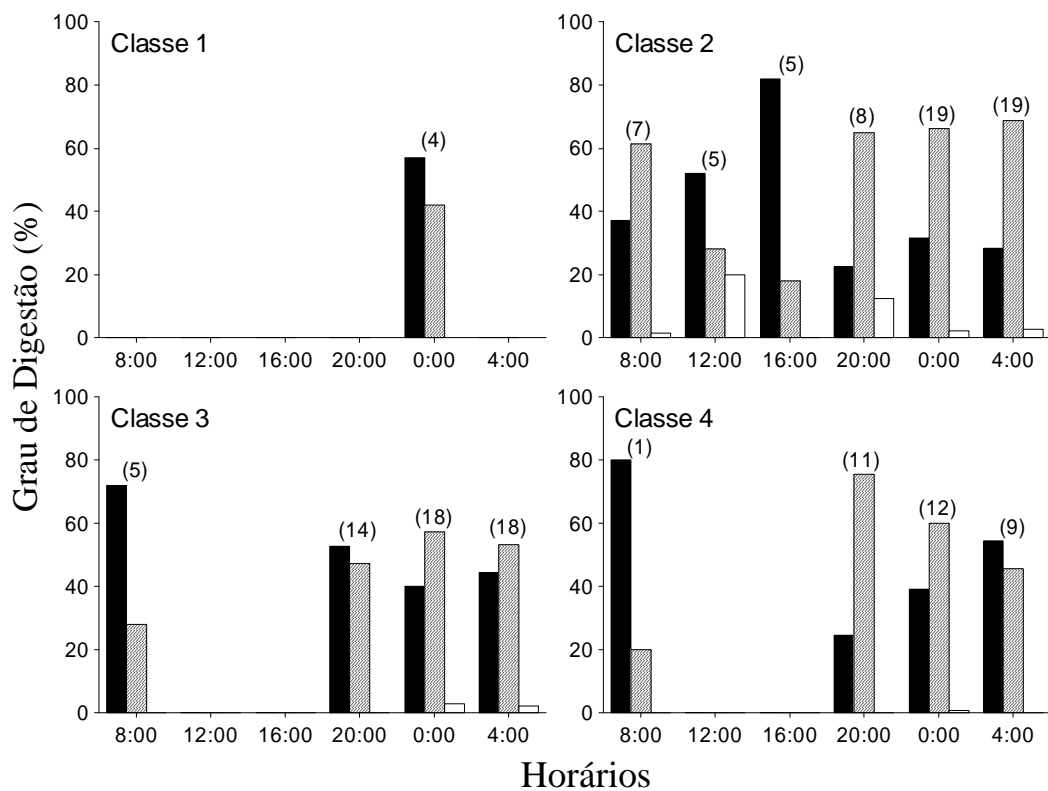


Figura 7 – Grau de digestão do conteúdo alimentar encontrado nos tubos digestórios de larvas de *Auchenipterus osteomystax* em diferentes horários. Números acima das barras representam a quantidade de larvas com conteúdo alimentar. (■ Alto ▨ Médio □ Baixo).

DISCUSSÃO

A morfologia apresentada pelos rastros branquiais das larvas de *A. osteomystax* mostra que essa espécie não é adaptada a se alimentar de pequenas partículas, sendo essas estruturas mais relacionadas à apreensão do alimento. Peixes que se alimentam de pequenas partículas normalmente têm rastros longos, finos e numerosos, enquanto aqueles que se alimentam de grandes partículas possuem poucos rastros, com menor tamanho e maior espessura (Wootton, 1998). Embora as brânquias tenham sido representadas nas ilustrações dos arcos branquiais, elas não possuem ligação direta com a alimentação.

A posição, formato e tamanho da boca estão intimamente relacionados aos hábitos alimentares e, em especial, à forma de apreensão do alimento (Nikolski, 1963; Wootton, 1998). Assim, a boca do tipo terminal oferece vantagem na captura do alimento na coluna e superfície da água, local onde a maioria dos indivíduos foi capturada. As larvas de Chironomidae encontradas em abundância em todas as classes de tamanho possuem hábito planctônico durante o primeiro e segundo instares (Pinder, 1995). Além disso, nas fases seguintes, muitas se estabelecem em uma grande variedade de substratos como algas filamentosas, musgos, macrófitas, galhos e troncos submersos (Correia e Trivinho-Strixino, 2005) e ao final da metamorfose, as pupas sobem à superfície para emergirem, tornando-se presas de fácil acesso às larvas de peixes.

Apesar do tubo digestório já se apresentar diferenciado em estômago e intestino desde o início do estágio larval, este ainda estava pouco desenvolvido, com aspecto bastante rudimentar. Neste momento, como as larvas ainda estão numa fase de alimentação mista (o que pôde ser observado pela existência de vitelo em todas as larvas da classe 1), os órgãos do sistema digestório ainda estão em formação e, além disso, as células da mucosa intestinal são pouco diferenciadas (Baldisserotto, 2002). O surgimento de dobras no intestino aumenta seu comprimento, que segundo Blaxter (1988), pode influenciar no tempo de passagem do alimento pelo mesmo. O fato do intestino ser longo, permite que o alimento permaneça mais tempo em contato com as enzimas digestivas, de modo a aumentar a eficácia da digestão, uma vez que os insetos possuem exoesqueleto quitinoso que são estruturas reconhecidamente muito resistentes. A ausência de cecos pode ser suprida pela presença das inúmeras rugosidades presentes no epitélio mucoso do intestino que servem para aumentar a superfície de secreção e absorção (Rotta, 2003). A diferenciação do intestino em duas porções, como observado em *A. osteomystax*, é uma característica básica dos teleósteos. Na primeira porção ocorre a absorção de nutrientes em suas formas menores (monossacarídeos, aminoácidos e

ácidos graxos), enquanto a segunda parte é responsável pela entrada de macromoléculas por pinocitose (Rotta, 2003).

Em estudos realizados por Hahn *et al.* (1997, 2004) com adultos de *A. osteomystax*, esses autores verificaram uma dieta baseada em insetos aquáticos. Assim, a partir de nossos resultados, podemos caracterizar esta espécie como insetívora durante todo o seu ciclo de vida. A preferência pelas larvas e pupas de Chironomidae provavelmente é decorrente da grande disponibilidade destas no ambiente. De acordo com dados de Takeda *et al.* (1997, 2004) e Higuti *et al.* (1993), esses organismos configuram-se como um dos mais abundantes dentre os macroinvertebrados aquáticos do rio Ivinheima.

Todas as larvas da classe 1 possuíam ao menos algum vestígio de vitelo. Esse fato explica a grande incidência de larvas com o trato digestório vazio e nos leva a inferir que é nesse intervalo de comprimento que as larvas passam da alimentação endógena para a exógena, marcando assim, um dos momentos mais críticos para sua sobrevivência. A presença de itens diminutos, tais como algas e esporos de vegetais superiores, na composição da dieta dos indivíduos desta classe provavelmente tenham ocorrido com ingestão acidental.

De maneira geral, a estratégia alimentar apresentada pela espécie durante o desenvolvimento inicial foi generalista. Apenas na classe 2 houve maior grau de especialização individual. Provavelmente, essas larvas exploram os recursos disponíveis no meio até definirem a preferência alimentar. Embora a estratégia apresentada pelas larvas da classe 1 tendeu a especialização, não podemos tomar esses dados como definitivos, visto que o baixo número de larvas com conteúdo alimentar superestimou a contribuição de cada item na determinação da estratégia. Amundsen *et al.* (1996) destacam que a aplicação do método deve ser baseada em um número suficiente de observações para evitar esse tipo de problema. Contudo, uma importante observação a ser feita é que a estratégia pode ser classificada como generalista se levarmos em conta apenas o grupo dos insetos. Se pensarmos o ambiente no qual esta inserida, a espécie apresentou uma dieta especializada em insetos, com a ingestão esporádica de itens de outra natureza.

Segundo Amundsen *et al.* (1996) a estratégia alimentar está diretamente relacionada com a largura do nicho. Assim, a estratégia generalista encontrada para *A. osteomystax* justifica a sua ampla largura de nicho. Entretanto, não houve uma tendência clara na variação desta entre as classes de tamanho, mas, com exceção da classe 1 que apresentou problemas de superestimação de valores, a classe 4 obteve o maior valor de largura de nicho. Provavelmente, isto ocorreu pela maior capacidade de predação dada pelo maior tamanho (maior grau de desenvolvimento) das larvas. Segundo Scharf *et al.* (2000), predadores

maiores podem ter vantagem competitiva por se alimentarem de presas pequenas enquanto também são capazes de ingerir presas grandes, que são indisponíveis para os predadores menores.

Foram observadas mudanças ontogenéticas na dieta das larvas estudadas, sendo essas relacionadas, principalmente, com o aumento da abertura e cavidade bucal, permitindo que as larvas capturem itens alimentares maiores ao longo do desenvolvimento. Mudanças ontogenéticas na dieta de larvas de peixes têm sido observadas para várias espécies. Essas alterações são mais esperadas em populações estruturadas por tamanho e quando os diferentes grupos da população ocupam habitats distintos (Polis, 1984). Entretanto, essas diferenças também ocorrem para espécies em que as várias classes de tamanho ocupam o mesmo ambiente (Santin *et al.*, 2004; Makrakis *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2006), confirmando, assim, as observações deste estudo.

Apesar das diferenças significativas verificadas no consumo de alguns itens entre as classes de tamanho, a dieta não apresentou grandes mudanças entre os períodos reprodutivos amostrados, o que pode estar mais relacionado com a pequena variação na oferta do alimento entre os períodos. Entretanto, foi possível observar a nítida tendência dos indivíduos menores consumirem mais larvas de Chironomidae, ao passo que aqueles maiores consomem mais pupas (presas maiores). Estes dados confirmam a condição de que a espécie passa por alterações ontogenéticas relacionadas com a alimentação.

Quanto ao horário de alimentação, as larvas se alimentam, preferencialmente, durante a noite, o que pôde ser observado pela análise do grau de digestão dos itens consumidos. Além disso, Borges (em preparação), estudando a distribuição temporal de larvas desta espécie, verificou maior atividade em horários noturnos, além de diferença entre os horários de ocorrência em diferentes classes de tamanho. Assim, há indícios de que as larvas menores (classe 2) se alimentam durante todo o período noturno, enquanto que as maiores o fazem apenas em parte deste período. Além disso, nota-se que os indivíduos da classe 3 e 4 também se alimentam em horários distintos, sendo que essas últimas possuem maior atividade em horários anteriores as primeiras. Dessa forma, verificou-se certa segregação entre as classes de tamanho, provavelmente como um mecanismo para evitar a competição intra-específica. A ocorrência dos indivíduos da classe 2 concomitantemente com as larvas maiores não implica em grandes pressões de competição, uma vez que existem diferenças no alimento preferencial.

Outra importante consideração a ser feita diz respeito à ausência de larvas em maior grau de desenvolvimento nos horários das 12:00 e 16:00 horas. Este comportamento pode

estar relacionado a hábitos crípticos apresentados pelas larvas durante o dia, o que não é possível às larvas menores, devido a pouca capacidade natatória. Entretanto, como a disponibilidade de alimento é grande, elas ainda continuam a se alimentar e por isso, quando passam a ser capturadas (durante a noite) já apresentam conteúdo alimentar em estágio alto e médio de digestão. Além disso, percebe-se que as larvas capturadas durante o dia (Classe 2), também possuem atividade alimentar, visto que apresentaram itens em estágio baixo de digestão.

Através dos resultados deste estudo podemos concluir que *A. osteomystax* é insetívora durante todo o seu desenvolvimento inicial, apresentando a morfologia do trato digestório adaptada para esse hábito alimentar. As mudanças ontogenéticas foram eventos de suma importância, possibilitando a captura de itens alimentares mais adequados ao longo do desenvolvimento. A ocupação do nicho alimentar esteve bastante ajustada ao ambiente, uma vez que este ofereceu grande quantidade do alimento preferencial. Foi possível observar que a exploração do ambiente quanto à alimentação, ocorreu em horários distintos entre os diferentes tamanhos e que quando houve coincidências em tal ocupação, esta ocorreu entre classes que se alimentam de presas de tamanhos diferentes.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., H. F. Júlio Jr., L. C. Gomes, L. M. Bini & C. S. Agostinho. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. Pp. 179-208. In: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho, & N. S. Hahn (Eds.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá, EDUEM, 1997, 460p.
- Agostinho, A. A., L. M. Bini, L. C. Gomes, H. F. Júlio Jr, C. S. Pavanelli & C. S. Agostinho. 2004. Fish assemblages. Pp. 223-246. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. (Eds.). Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden, Backhuys Publishers, 394p.
- Ahlstrom, E. H. & O. P. Ball. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. Fishery Bulletin, 56: 209-245.
- Amundsen, P. A., H. M. Gabler, F. J. Staldivik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. Journal of Fish Biology, 48: 607-614.
- Baldisserotto, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria, Editora UFSM, 212p.
- Bialezki, A., G. Baumgartner, P. V. Sanches, A. V. Galuch, M. A. Luvisuto, K. Nakatani, M. C. Makrakis & M. E. E. Borges. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de

Auchenipterus osteomystax (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 23(2): 377-382.

Blaxter, J. H. S. 1988. Pattern and variety in development. Pp. 1-58. In: Hoar, W. S. & D. J. Randall (Eds.). *Fish Physiology*. London, Academic Press, v. 11, pt A: The physiology of developing fish. Eggs and Larvae, 546p.

Borges, R. Z., L. F. Assakawa, A. B. Cunha, A. Bialecki & K. Nakatani. 2006. Morfologia do trato digestório e dieta de larvas de *Bryconamericus aff. iheringi* (Boulenger, 1887) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(1): 51-57.

Correia, L. C. S. & S. Trivinho-Strixino. 2005. Chironomidae (Diptera) em substratos artificiais num pequeno reservatório: Represa do Monjolinho (São Carlos, São Paulo, Brasil). *Entomología y Vectores*, 12(2): 265-274.

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

Elmoor-Loureiro, L. M. A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília, Universa, 156p.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. London: Academic Press, 416p.

Govoni, J. J., D. E. Hoss & A. J. Chester. 1983. Comparative feeding of three species of larval fishes in the Northern Gulf of Mexico; *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus* and *Micropogonias undulatus*. *Marine Ecology Progress Series*, 13: 189-199.

Govoni, J. J., P. B. Ortner, F. Al-Yamani & L. C. Hill. 1986. Selective feeding of spot, *Leiostomus xanthurus*, and Atlantic croaker, *Micropogonias undulates*, larvae in the northern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 28: 175-183.

Hahn, N. S., I. F. Andrian, R. Fugli & V. L. L. Almeida. 1997. Ecologia trófica. Pp. 209-228. In: Vazzoler, A. E. A. de M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 460p.

Hahn, N. S., R. Fugli & I. F. Andrian. 2004. Trophic ecology of the fish assemblages. Pp. 247-269. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (Eds.). *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, Backhuys Publishers, 394p.

Higuti, J., A. M. Takeda & A. C. Paggi. 1993. Distribuição espacial das larvas de Chironomidae (INSECTA, DIPTERA) do rio Baía (MS-Brasil). *Revista Unimar* 15: 65-81.

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

Kamler, E. 1992. Early life history of fish: an energetics approach. London, Chapman & Hall, 267p.

Laroche, J. L. 1982. Trophic patterns among larvae of five species of sculpins (Family: Cottidae) in marine estuary. *Fishery Bulletin*, 80(4): 827-840.

- Levin, R. 1968. Evolution in changing environments. New Jersey, Princeton University Press, 130p.
- Makrakis, M. C., K. Nakatani, A. Bialetzki, P. V. Sanches, G. Baumgartner & L. C. Gomes. 2005. Ontogenetic shifts in digestive tract morphology and diet of fish larvae of the Itaipu reservoir, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 72: 99-107.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, EDUEM, 378p.
- Needham, J. G. & P. R. Needham. 1982. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona, Reverté S. A., 131p.
- Nikolski, G. V. 1963. The ecology of fishes. London: Academic Press, 352p.
- Ogden, C. G. & R. H. Hedley. 1980. An atlas to freshwater testate amoebae. London, Oxford University Press, 221p.
- Parra, O. & C. E. M. Bicudo. [pref. 1995]. Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales. Santiago: Universidad de Concepción, 268p.
- Pinder, L. C. V. 1995. Biology of the eggs and first-instar larvae. Pp. 87-106. In: Armitage, P. D., P. S. Cranston & L. C. V. Pinder. (Eds.). *The Chironomidae, Biology and ecology of non-biting midges*. London, Chapman & Hall, 572p.
- Polis, G. A. 1984. Age structure component of nich width and intra-specific resource partitioning: can age groups function as ecological species? *American Naturalist*, 123: 541-564.
- Porter, S. M. & G. H. Theilacker. 1999. The development of the digestive tract and eye in larval walleye Pollock, *Theragra chalcogramma*. *Fishery Bulletin*, 97(3): 722-729.
- Rotta, M. A. 2003. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura. Corumbá: Embrapa Pantanal, 48p.
- Sainte-Marie, B & D. Chabot. 2002. Ontogenetic shifts in natural diet during benthic stages of American lobster (*Homarus americanus*), off the Magdalen Islands. *Fishery Bulletin*, 100: 106-116.
- Sanches, P. V., K. Nakatani, A. Bialetzki, G. Baumgartner, L. C. Gomes & E. A. Luiz. 2006. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications*, 22: 555-565.
- Sánchez-Velasco, L. 1998. Diet composition and feeding habits of fish larvae of two co-occurring species (Pisces: Callionymidae and Bothidae) in the North-western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 299-308.

- Santin, M., A. Bialetzki & K. Nakatani. 2004. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(3): 291-298.
- Scharf, F. S., F. Juanes, R. A. Rountree. 2000. Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interespecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series*, 208: 229-248.
- Souza Filho, E. E. & J. C. Stevaux. 2004. Geology and geomorphology of the Baía-Curutuba-Ivinheima River complex. Pp. 1-29. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (Eds.). *Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, Backhuys Publishers, 394p.
- Takeda, A. M., G. M. Shimizu & J. Higuti. 1997. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. Pp. 157-177. In: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho, N. S. Hahn (Eds.). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socio-econômicos*. Maringá, EDUEM, 460p.
- Takeda, A. M., D. S. Fujita, E. H. Komatsu, C. B. Pavan, D. P. Oliveira, G. C. Rosin, J. A. A. Ibarra, C. P. Silva & S. F. Anselmo. 2004. Influence of Environmental Heterogeneity and water level on distribution of zoobenthos in the Upper Paraná River Floodplain (Baía and Paraná Rivers). Pp. 91-95. In: Agostinho, A. A, L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M Thomaz, L. E. Miranda (Eds.) *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain. LTER-site 6 (Peld-sítio 6)*. Maringá, EDUEM, 275p.
- Wallace, R. K. 1981. An assessment of Diet-Overlap Indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110: 72-76.
- Ward-Campbell, B. M. S. & F. W. H. Beamish. 2005. Ontogenetic changes in morphology and diet in the snakehead, *Channa limbata*, a predatory fish in western Thailand. *Environmental Biology of Fishes*, 72: 251-257.
- Wootton, R. J. 1998. *Ecology of teleost fishes*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 386p.
- Zavala-Camin, L. A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá, EDUEM, 129p.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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