

### 2.13 - Dieta de larvas (*Hypophthalmus edentatus* e *Plagioscion squamosissimus*)

Gislaine Iachstell Manetta  
Evanilde Benedito-Cecílio  
Andréa Bialezzi

Durante a fase larval, os peixes são susceptíveis às alterações ambientais de qualquer natureza e intensidade. Entre os fatores que influenciam a sobrevivência de peixes na sua fase inicial de desenvolvimento, merecem destaque a disponibilidade de alimento, a estratégia alimentar e a capacidade de evitar predadores. Para a maioria das espécies, as exigências ecológicas das larvas são muito distintas daquelas dos adultos da mesma espécie (Nakatani *et al.*, 2001). Assim, atualmente, o estudo do ictioplâncton tem contribuído para entender os eventos que garantem a sobrevivência das espécies de peixes, por meio do estudo e da compreensão das variações ontogênicas na dieta, o que auxilia no monitoramento dos estoques.

A ontogenia é um processo contínuo com acelerações temporárias e não apenas uma previsível sucessão do estágio ontogênico (Kamler, 2002). A autora define ontogenia como mudanças morfológicas e fisiológicas. O termo desenvolvimento foi usado no sentido de “mudanças resultantes da ontogenia, crescimento e experiência”. A variação ontogênica, no período larval, consiste na mudança de dieta ou hábitat, sendo que o tamanho larval influencia essas mudanças, a capacidade de utilizar recursos, bem como o caráter de interação com outros indivíduos (Werner e Gilliam, 1984). As larvas, durante o crescimento, aumentam o tamanho da boca, a agilidade motora, a acuidade visual, intensificam as mudanças no tubo digestório e na anatomia oral, especialmente aquelas relacionadas à dentição e à alteração na forma e no número dos rastros branquiais (Makrakis *et al.*, 2005). Portanto, a ontogenia no período larval consiste em intensas transformações morfológicas que conduzem a mudanças na dieta ou mesmo na utilização do hábitat.

É possível quantificar o item alimentar do predador por meio da análise do conteúdo estomacal, em termos do táxon específico ingerido, mas não necessariamente o assimilado (Grey *et al.*, 2002). No entanto, a análise dos isótopos estáveis no predador reflete o valor da dieta assimilada (Fry e Arnold, 1982), sendo que os valores isotópicos de nitrogênio podem ser usados para se inferir a diversidade da dieta e a posição trófica dos organismos (Gorokhova *et al.*, 2005). A análise de isótopos estáveis de nitrogênio vem se tornando uma ferramenta amplamente utilizada em estudos de teias alimentares uma vez que tem seus valores aumentados a cada transferência de nível trófico. A combinação das análises de conteúdo estomacal e dos isótopos estáveis tornou-se uma técnica complementar (Grey *et al.*, 2002) e tem sido utilizada por Fisher *et al.* (Fisher *et al.*, 2001), Grey *et al.* (Grey *et al.*, 2002) e Jones e Waldron (Jones e Waldron, 2003) para avaliar os itens alimentares ingeridos e assimilados durante a variação ontogênica dos peixes.

Na planície de inundação do rio Paraná, a sub-bacia do rio Ivinheima-MS é caracterizada por várias lagoas marginais, as quais podem ser consideradas criadouro natural de várias espécies de peixes, ou seja, são hábitats ideais, tidos como áreas de desova e berçários naturais (Agostinho *et al.*, 2004). Entre as larvas, as espécies mais frequentes desses hábitats, destacam-se as de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel 1840) e *Hypophthalmus edentatus* (Spix 1829), sendo que a primeira, quando adulta, foi considerada piscívora por Hahn *et al.* (Hahn *et al.*, 1997a) e contribuiu para a redução na abundância de *H. edentatus* por predação (Ambrósio *et al.*, 2001). Lansac-Tôha *et al.* (Lansac-Tôha *et al.*, 1991) e Hahn *et al.* (Hahn *et al.*, 1997b) classificaram os adultos de *H. edentatus* como planctívoros, tendo sido zooplâncton o item predominante. Apesar dessas espécies, quando adultas, possuírem diferentes hábitos alimentares, elas exploram o mesmo hábitat pelágico.

Dentro do programa de estudos de longa duração (PELD), realizado na planície de inundação do alto rio Paraná, este é o primeiro estudo utilizando as técnicas complementares de análise da dieta e dos isótopos estáveis de nitrogênio, para identificar a dieta assimilada pelas larvas de peixes.

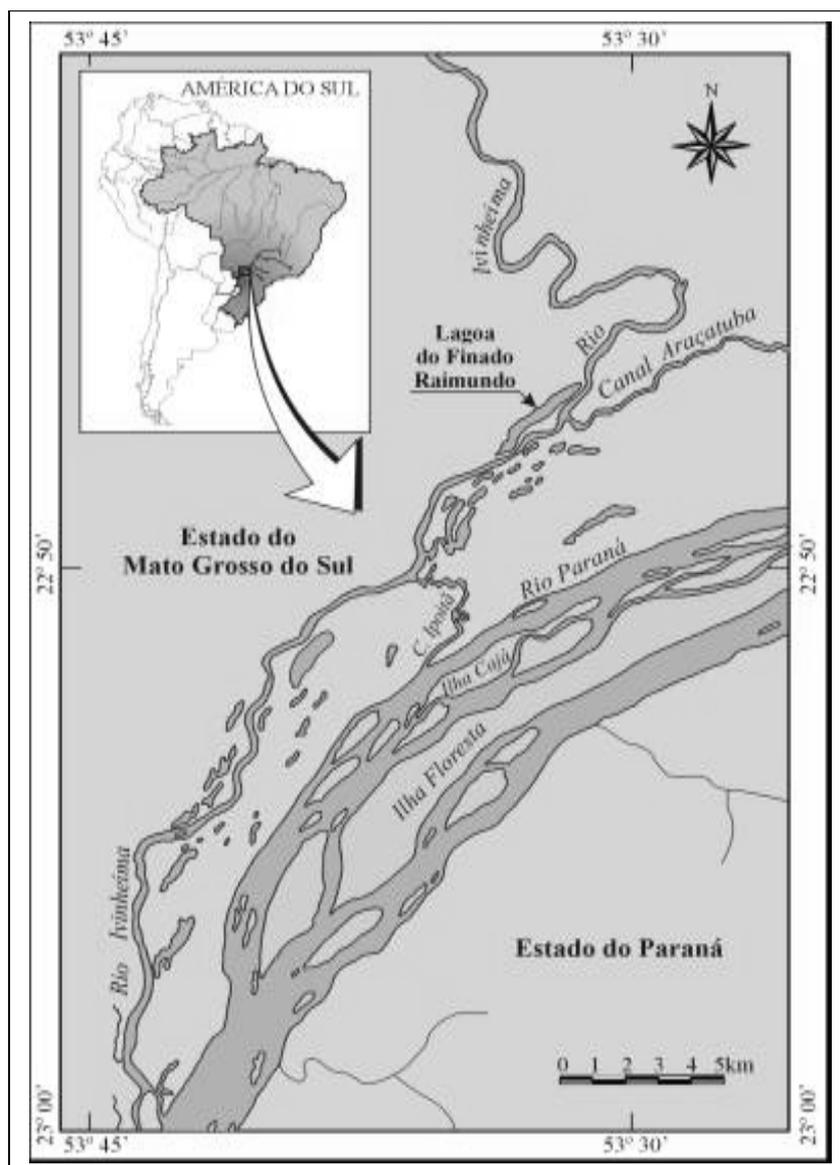
Com o intuito de identificar as alterações ontogênicas na dieta e nos itens alimentares assimilados pelas duas espécies de peixes pelágicos, analisaram os conteúdos estomacais e os valores isotópicos de nitrogênio das larvas de *P. squamosissimus* e *H. edentatus*. As hipóteses investigadas foram: (1) as larvas de espécies cujo adulto tem hábito o piscívoro e planctívoro possuem dietas distintas; (2) existe mudança na composição da dieta ao longo do desenvolvimento ontogênico das larvas das espécies estudadas; (3) os itens assimilados obedecem a proporções equivalentes àquelas ingeridos durante o desenvolvimento larval; (4) as algas contribuem para a dieta apenas na primeira fase larval, independentemente do hábito alimentar da espécie.

## **Material e métodos**

As amostras foram coletadas na lagoa do Finado Raimundo e rio Ivinheima (Fig.1), mensalmente, no período de outubro a março de 2003 e 2004, durante a época de desova das espécies de peixes. Para as coletas, foi utilizado rede de plâncton cônico-cilíndrica ao longo de ciclos nictemerais, com intervalos de quatro horas entre as amostragens por 48hs.

As amostras, após fixadas em álcool 70%, foram triadas, quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. As espécies selecionadas corresponderam àquelas mais abundantes nas amostragens: *Plagioscion squamosissimus* e *Hypophthalmus edentatus*.

Os espécimes foram separados em estágios de desenvolvimento de acordo com o grau de flexão da notocorda em período larval (pré-flexão, flexão e pós-flexão) e juvenil, segundo a terminologia descrita por Ahlstron *et al.* (Ahlstron *et al.*, 1976) e modificada por Nakatani *et al.* (Nakatani *et al.*, 2001). Posteriormente foi obtido de cada indivíduo o comprimento padrão (CP). Mediante aleatorização, 196 larvas das 3.100 medidas foram selecionadas para a análise do conteúdo estomacal. As larvas sorteadas foram agrupadas por classes de comprimento, de acordo com os estágios de desenvolvimento. As amostras de *P. squamosissimus*, em um total de 115 indivíduos, foram separadas em quatro classes de tamanho, levando em consideração também os estágios de desenvolvimento: pré-flexão, de 3,1 a 5,0 mm; pré-flexão e flexão, de 5,1 a 7,0 mm; flexão, de 7,1 a 9,0 mm; pós-flexão, 9,1 a 11,0 mm. As amostras de *H. edentatus*, num total de 81 indivíduos, foram distribuídas em três classes de comprimento: pré-flexão, de 3,5 a 7,5 mm; flexão, de 7,51 a 11,5 mm e pós-flexão, 11,51 a 15,5 mm. Algumas larvas de *P. squamosissimus*, nas fases de pré-flexão e de flexão, precisaram ser agrupadas devido à amplitude do comprimento padrão observado em alguns indivíduos



**Figura 1: Localização das estações de amostragem.**

Para as larvas em pré-flexão e de flexão, foram analisados todo o conteúdo do tubo digestório, enquanto que, naquelas em pós-flexão, analisaram-se 2/3 do tubo digestórios devido ao acentuado grau de digestão dos itens alimentares na porção final. Os estômagos dos juvenis não foram analisados devido ao número insuficiente de amostras coletadas nos períodos. Entretanto, foi possível a identificação isotópica das amostras.

Sobre os itens, foram calculadas as frequências de ocorrência (FO%) (Hynes, 1950) e numérica (FN%) (Hyslop, 1980) por classe de tamanho.

Para que o valor isotópico de nitrogênio fosse determinado foi necessário agrupar de 8 a 10 indivíduos, de modo a se obter uma amostra de 0,5 miligramas para cada um dos estágios de desenvolvimento. Nesse caso, analisou-se o valor isotópico de nitrogênio dos juvenis. De cada exemplar foi retirado o tubo digestório para que não houvesse interferência na composição isotópica dos tecidos dos peixes analisados. Os espécimes conservados em álcool 70% foram enxaguados em água destilada para se retirar o excesso de álcool, e em seguida, foram submetidos à secagem em estufa a 60°C. Foram, então, macerados em moinho de esfera até a obtenção de pó fino. Todas as amostras foram enviadas ao CENA

(Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP/SP) para determinação da razão isotópica de nitrogênio.

Para o cálculo das possíveis contribuições dos itens alimentares na dieta de *P. squamosissimus* e *H. edentatus*, utilizou-se o Método da Matriz Pseudoinversa de Moore-Penrose (M-P). O método aplicado consistiu em determinar os diversos tipos de presas (f) a partir da inversão de uma matriz inversa 2x2, cujos elementos são a unidade e o valor de  $\delta^{15}\text{N}_{\text{mix}}$ , para os vários tipos de presas (f) (Hall-Aspland *et al.*, 2005). Para *P. squamosissimus*, os grandes grupos identificados na dieta das larvas foram fitoplâncton ( $f_a$ ), zooplâncton ( $f_b$ ) e zoobentos ( $f_c$ ), com exceção da fase de pré-flexão, quando as larvas ingeriram apenas  $f_a$  e  $f_b$ . Para *H. edentatus*, os grandes grupos identificados na dieta das larvas foram fitoplâncton ( $f_a$ ) e zooplâncton ( $f_b$ ). Ao valor isotópico médio de nitrogênio de cada item alimentar foi acrescentado 3,4‰, o qual se refere ao nível trófico assumido pela espécie predadora ao ingerir o item presa. Nesse caso, os valores corrigidos das presas utilizados no cálculo para os predadores foram  $f_a = 6,7\%$ ,  $f_b = 10,08\%$  e  $f_c = 6,6 \%$  (C. A. Lopes, dados não publicados). Para identificar a real contribuição do item na dieta ao longo do desenvolvimento, foi estabelecida a equação vetorial especificada abaixo, substituindo o valor médio de nitrogênio das larvas ( $\delta^{15}\text{N}_{\text{mix}}$ ) para cada fase de desenvolvimento.

A equação que relaciona o valor isotópico do predador  $\delta^{15}\text{N}_{\text{mix}}$  com o valor isotópico de seus itens alimentares é dada por

$$f_a * \delta^{15}\text{N}_a + f_b * \delta^{15}\text{N}_b + \dots + f_n * \delta^{15}\text{N}_n = \delta^{15}\text{N}_{\text{mix}}$$

em que  $\delta^{15}\text{N}_a$  e  $\delta^{15}\text{N}_b$  são os sinais isotópicos para os itens presas (Hall-Aspland *et al.*, 2005).

Utilizou-se o teste estatístico t-Student para se verificar a existência ou não de diferença significativa ao nível de 5 % entre a composição dos itens alimentares ingeridos e assimilados pelas espécies ao longo do desenvolvimento ontogênico.

## Resultados

### Análise das dietas

#### *Plagioscion squamosissimus*

As larvas, no início da alimentação exógena, apresentaram, no trato digestório, maior frequência de ocorrência do zooplâncton (cladóceros e copépodos). À medida que as larvas se desenvolveram, verificou-se o predomínio dos copépodos. A maior quantidade ingerida foi verificada para os itens cladóceros, algas e copépodos (Tab. 1).

A dieta de *P. squamosissimus* alterou-se nas diferentes classes de tamanhos e estágios de desenvolvimento. Na primeira classe (3,0-5,1mm), a maior porcentagem de FO e FN foi de cladócero. Na segunda classe (5,1-7,0 e mm) a maior FO foi do copépodo calanoida, enquanto a maior FN foi de *Aulacoseira ganulata*. A maior FO na terceira classe (7,1-9,0mm) foi para copépodo calanoida e a maior FN foi de *Aulacoseira* sp. Na última classe, o item calanoida teve a maior FO e maior FN (Tab.1).

Constatou-se ainda que, durante o desenvolvimento ontogênico, houve a inclusão de insetos e a redução de itens de origem vegetal (alga) na dieta da espécie.

**Tabela 1. Frequência de Ocorrência (FO) e Frequência de Numérica (FN) dos itens alimentares registrados nos tratos digestórios de larvas de *Plagioscion squamosissimus* nas diferentes classes de tamanho e estágios de desenvolvimento.**

Itens alimentares	Classes de tamanho							
	(Pré-flexão)		(Pré-flexão e Flexão)		(Flexão)		(Pós-flexão)	
	3,1-5,0 mm (N = 25)	5,1-7,0 mm (N = 30)	7,1-9,0 mm (N = 30)	9,1-11,0 mm (N = 30)	FO%	FN%	FO%	FN%
Algas								
Alga filamentosa	2,9	5,6	-	-	-	-	-	-
<i>Anabaena</i> sp.	2,9	1,4	-	-	1,6	0,7	-	-
<i>Aulacoseira granulata</i>			26,9	45,2	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> sp.	5,9	2,8	-	-	18,8	36,4	9,5	24,7
Chroococcales	2,9	11,1	-	-	1,6	10,9		
Cyanophyceae	2,9	16,7	-	-	-	-	-	-
Oedogonium	2,9	1,4	-	-	-	-	-	-
Rodophyceae	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	2,9	2,8	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya</i> sp.	2,90	2,8	-	-	-	-	-	-
Esporo vegetal	2,90	1,4	-	-	-	-	-	-
Detrito	-	-	-	-	1,6	0,4	-	-
Cladóceros								
Cladóceros não identificado	44,1	37,5	1,9	0,7	1,6	0,4	16,2	8,8
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>			1,9	2,1	6,3	1,8	13,5	8,5
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>							1,4	0,7
<i>Ceriodaphnia</i> sp.			1,9	0,7	3,1	0,7	1,4	0,3
<i>Moina minuta</i>	2,9	1,4	-	-	1,6	0,4	1,4	0,7
<i>Moina</i> sp.	-	-	-	-	1,6	0,7	-	-
Ovo de cladóceros	2,9	1,4	1,9	2,7	1,6	1,5	-	-
<i>Diaphanosoma</i> sp.	2,9	4,2	30,8	17,1	21,9	14,9	17,6	14,6
Sididae	-	-	-	-	3,1	1,1	5,4	4,1
Chydoridae	-	-	-	-	-	-	1,4	0,3
<i>Grimaldina brazzai</i>	-	-	-	-	-	-	1,4	0,3
Copépodos								
Copépodo não identificado	2,9	2,8	-	-	-	-	1,4	0,7
Calanoida	11,8	5,6	32,7	30,8	32,8	29,5	23,0	34,6
Harpacticoida	2,9	1,4	-	-	-	-	-	-
Insetos								
Larva de Chironomidae	-	-	-	-	-	-	1,4	0,3
Pupa de Culicidae	-	-	-	-	-	-	1,4	0,3
Chaoborus	-	-	-	-	3,1	0,7	4,1	1,0

N= número de exemplares analisados

### *Hypophthalmus edentatus*

Os itens registrados nos conteúdos estomacais de *H. edentatus* foram essencialmente algas e cladóceros. O item de maior frequência de ocorrência na dieta das larvas foi *Ceriodaphnia cornuta*, ao passo que a maior frequência numérica foi encontrada para *Aulacoseira granulata*, nas diferentes classes de comprimentos padrão e fases de desenvolvimento (Tab. 2).

**Tabela 2. Frequência de Ocorrência (FO) e Frequência de Numérica (FN) dos itens alimentares registrados nos tratos digestórios de larvas de *Hypophthalmus edentatus*, nas diferentes classes de comprimento padrão e estágios de desenvolvimento.**

Itens alimentares	Classes de tamanho					
	(Pré-flexão)		(Flexão)		(Pós-flexão)	
	3,5-7,5mm (N=24)		7,51-11,5 mm (N = 32)		11,51-15,5 mm (N=25)	
	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%
Algas						
<i>Aulacoseira granulata</i>	16,0	42,0	15,0	37,0	12,7	42,6
<i>Anabaena</i> sp.	2,0	0,4	1,0	4,0	1,8	1,6
Cyanophyceae	2,0	2,0	–	–	–	–
Cladóceros						
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	32,0	27,0	26,0	23,0	30,9	23,8
<i>Ceriodaphnia cornuta rigualdi</i>	2,0	1,0	–	–	–	–
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	9,0	3,0	24,0	12,0	20,0	7,0
ovo de cladóceros	19,0	17,0	13,0	9,0	9,1	11,7
cladóceros não identificado	16,0	6,0	7,0	4,0	9,1	3,4
<i>Bosmina tubicens</i>	–	–	1,0	0,6	3,6	0,5
<i>Moina minuta</i>	–	–	5,9	4,0	9,1	8,4
Sididae	–	–	2,3	3,0	–	–
<i>Diaphanosoma</i> sp.	–	–	1,0	0,3	–	–
<i>Daphnia gessneri</i>	–	–	2,0	0,9	3,6	0,8
<i>Bosmina hagmanni</i>	–	–	–	–	1,8	0,3

N= número de exemplares analisados

### Contribuição das presas para o predador

Utilizando-se os valores isotópicos de nitrogênio para as presas e para os predadores e as matrizes propostas pelo método de Moore-Penrose, determinou-se a porcentagem de cada presa ( $f_a$ =fitoplâncton,  $f_b$ =zooplâncton e  $f_c$ =zoobêntos) na dieta dos seus respectivos predadores (Fig. 2).

A maior contribuição do item assimilado, para as espécies de larvas analisadas, durante os estágios de pré-flexão, flexão, pós-flexão e juvenil proveio do zooplâncton. Constatou-se que, à medida que as larvas de *P. squamosissimus* se desenvolveram, a contribuição do zooplâncton também aumentou, ao mesmo tempo em que ocorreu a redução da contribuição de fitoplâncton e de zoobêntos. Inversamente, no estágio de pós-flexão para o juvenil ocorreu a diminuição da contribuição do zooplâncton e o aumento na contribuição das duas outras presas (Fig. 2A). Por outro lado, as contribuições das presas fitoplâncton e zooplâncton na dieta de *H. edentatus* pouco se alteraram entre os estágios de pré-flexão e flexão. No entanto, na fase de pós-flexão, os itens apresentaram a mesma porcentagem de contribuição (50%), ao passo que, para os juvenis, o item zooplâncton aumentou sua participação (Fig. 2B).

Na dieta das larvas de *P. squamosissimus*, as frequências de ocorrência dos itens foram proporcionais aos assimilados, ou seja, quando a porcentagem do item diminui, a assimilação desse item também decresce. Por sua vez, a frequência numérica não demonstrou equivalência com a assimilação. As porcentagens das frequências de ocorrência e numérica dos grandes grupos de itens ingeridos e assimilados para *H. edentatus* não apresentaram relação alguma entre si (Tab. 3).

As larvas da espécie piscívora, nos estágios de desenvolvimento, ingeriram e assimilaram, percentualmente, em termos de ocorrência, mais algas, na fase pré-flexão, mas esses valores diminuíram ao longo do desenvolvimento. Enquanto que, as larvas planctívoras no estágio de pós-flexão, independentemente dos valores de FO e FN, assimilaram uma porcentagem maior de alga, em comparação com os estágios anteriores. No estágio de pré-flexão e pós-flexão, as frequências numéricas de algas foram iguais (44%), porém a assimilação, nesse último estágio, foi maior, apesar de a ocorrência ter sido menor (14%) (Tab. 3).

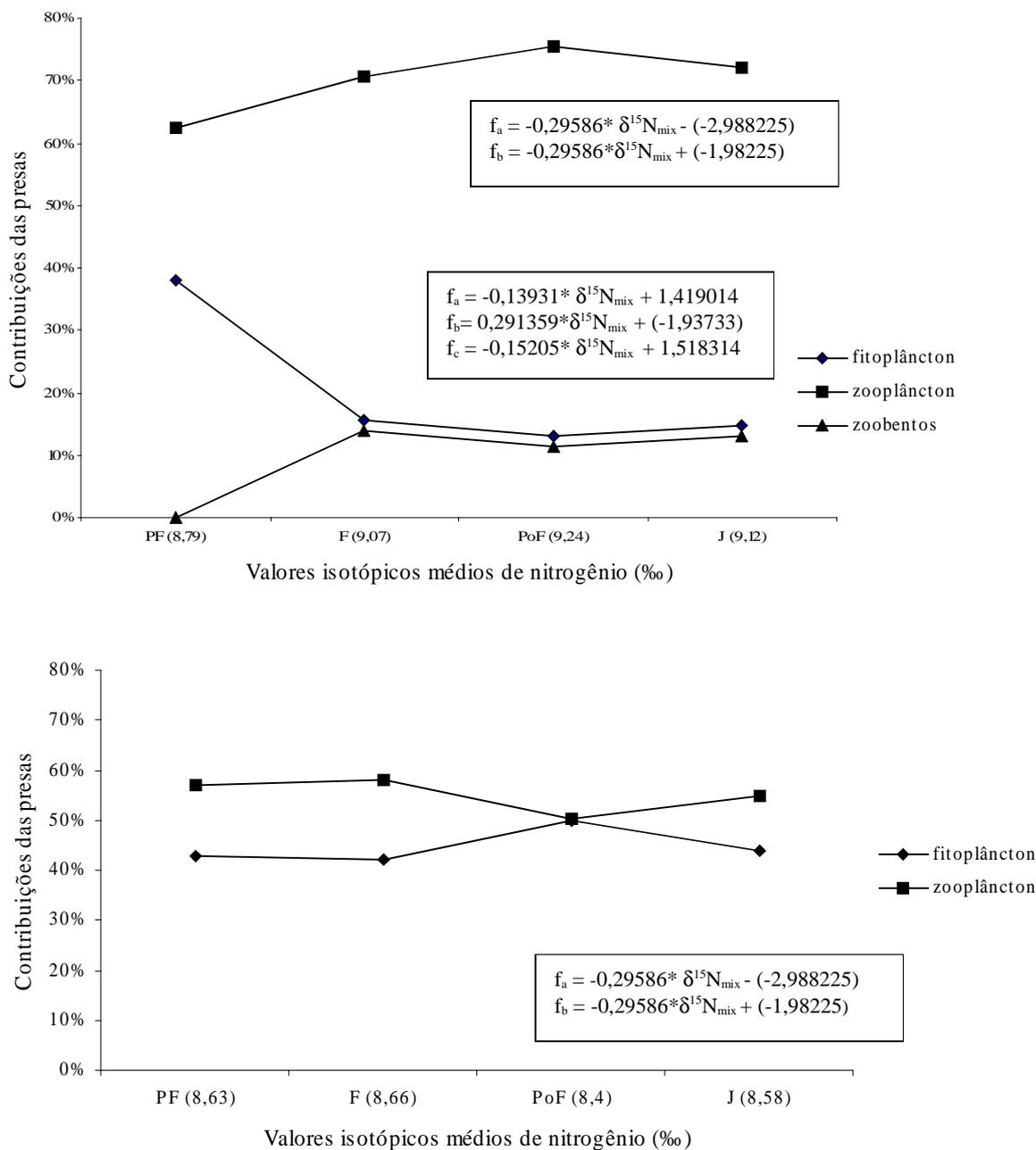


Figura 2. Contribuições dos itens alimentares nos valores isotópicos médios de nitrogênio nos estágios de pré-flexão (PF), flexão(F), pós-flexão (PoF) e nos juvenis (J) de *Plagioscion squamosissimus* (A) e *Hypophthalmus edentatus* (B).

**Itens ingeridos x itens assimilados**

De modo geral, para ambas as espécies, o grande grupo de item alimentar que apresentou as maiores FO e FN e de assimilação foi o zooplâncton, com exceção de *H. edentatus* no estágio de pós-flexão.

Tabela 3. Frequências de ocorrência (FO%) e numérica (FN%) dos grandes grupos de itens ingeridos e as porcentagens dos itens assimilados, durante os estágios de desenvolvimento de *Plagioscion squamosissimus* e *Hypophthalmus edentatus*.

<i>P. squamosissimus</i>				
Grandes Grupos	Pré-flexão			
	FO	FN	Assimilado	FO
Fitoplâncton	27	46	38	22
Zooplâncton	71	54	62	74
Zoobentos	0	0	0	3

Grandes Grupos	Pré-flexão			
	FO	FN	Assimilado	FO
Fitoplâncton	20	44	43	16
Zooplâncton	79	56	57	82

As aplicações dos testes t-Student não revelaram diferença significativa ao nível de 5% entre as frequências de ocorrência e os itens assimilados tanto para *P.squamosissimus* ( $t= 0,1091$ ;  $gl= 8$ ;  $p= 0,9158$ ), quanto para *H. edentatus* ( $t= -0,1396$ ;  $gl= 5$ ;  $p= 0,8943$ ). Também não houve diferença significativa em termos da quantidade numérica e dos itens assimilados para *P. squamosissimus* ( $t= 0,44$ ;  $gl= 8$ ;  $p= 0,9652$ ) e *H. edentatus* ( $t= -0,40$ ;  $gl= 5$ ;  $p= 0,7023$ ), independentemente dos estágios de desenvolvimento.

## Discussão

A análise do conteúdo estomacal revelou particularidades na dieta de cada espécie estudada. As larvas de *P. squamosissimus* apresentaram maior diversidade de itens alimentares em comparação com as larvas de *H. edentatus*, sendo que as primeiras, no estágio inicial, ingeriram preferencialmente cladóceros, os quais foram substituídos por copépodos ao longo do desenvolvimento. As larvas de *H. edentatus* se alimentaram de algas e cladóceros, e sua dieta foi constituída de poucos itens alimentares. As larvas, de modo geral, se alimentam de zooplâncton, tanto em ambiente de água doce quanto marinho. As algas possivelmente são utilizadas como alimento somente nos estágios larvais iniciais de certas espécies, antes de passarem para o alimento de origem animal. A presença ou ausência de algas no intestino não segue um padrão definido. Assim, não se sabe se a escassez de zooplâncton pode de alguma forma influenciar a ingestão de algas, nem se as mesmas podem ser digeridas e eficientemente assimiladas pelas larvas. Os comportamentos alimentares das larvas de peixes piscívoros e zooplânctívoros diferem entre si. A diferença ocorre em relação à postura e à persistência durante o ataque às presas e quanto à capacidade de alimentação. As larvas de peixes piscívoros são maiores, exploram um volume maior de água por unidade de tempo e perseguem a presa até a sua captura (Gerking, 1994).

Estudos de seletividade alimentar de larvas de peixes, no reservatório de Itaipu, demonstraram que as larvas de *H. edentatus* selecionaram presas entre 0,2-0,6 mm, ao passo que as larvas de *P. squamosissimus* selecionam preferencialmente as presas maiores, entre 0,8 e 1,2 mm (Makrakis *et al.*, 2005). Já os experimentos realizados em laboratório por Fregadolli (Fregadolli, 1993) e Sipaúba-Tavares (Sipaúba-Tavares, 1993) para determinar a seleção alimentar de pacu, tambaqui e tambacu, indicaram que as larvas de peixes selecionam os organismos-alimento disponíveis, sendo que a relação tamanho da larva/presa, a mobilidade e a capacidade de escape da presa, a proteção do corpo e palatabilidade, a disponibilidade do item são fatores que determinam o consumo de uma dada presa.

As larvas de *P. squamosissimus*, durante os estágios de desenvolvimento, alteraram as frequências de ocorrência e numérica do item alimentar predominante na dieta (Tab. 1). Por outro lado, as larvas de *H. edentatus* não variaram, em ambas as frequências, o item principal ao longo do crescimento (Tab. 2). Dessa forma, após a análise do conteúdo estomacal, verificou-se que, durante o desenvolvimento ontogênico, as larvas de *P. squamosissimus* mudam de itens alimentares, ao passo que, isso não foi verificado para *H. edentatus*. Alguns trabalhos identificaram a variação ontogênica na dieta, seja durante as fases de desenvolvimento larval (Rossi, 2001) seja na transição de jovem para adulto (Post e McQueen, 1988; Cervellini *et al.*, 1993; Deus e Petrere-junior, 2003; Gomiero e Braga, 2004). Esteves (Esteves, 1996) estudou o lago do rio Mogi-Guaçu/SP e verificou que três espécies de *Astyanax*

alteraram a dieta durante o seu desenvolvimento, sendo o zooplâncton o item mais ingerido nos primeiros estágios, diminuindo a proporção ingerida com o aumento do tamanho das espécies.

Os estudos com larvas de peixes em reservatórios de clima temperado e tropical não apresentaram diferença entre as dietas. Para o reservatório de Itaipu/PR, Ambrósio *et al.* (Ambrósio *et al.*, 2001), Abujanra e Agostinho (Abujanra e Agostinho, 2002) e Makrakis *et al.* (Makrakis *et al.*, 2005) analisaram a dieta de *H. edentatus* e verificaram o predomínio do item cladóceros, por meio da análise do conteúdo estomacal. No reservatório Sardis, no Mississippi, USA, as larvas de *Dorosoma cepedianum* apresentaram ontogenia nos estágios de desenvolvimento, mas o item mais consumido foi o cladóceros (Miranda e Gu, 1998). Nesse caso, independentemente do clima, as larvas de água doce não apresentaram mudança na dieta. Por outro lado, os trabalhos de Araújo-Lima *et al.* (Araújo-Lima *et al.*, 1986a,b) e Leite e Araújo-Lima (Leite e Araújo-Lima, 2002) com larvas de peixes tropicais no Amazonas não revelaram os cladóceros como sendo o item principal no início da alimentação exógena.

Realizando-se análise comparativa entre as dietas das larvas de espécie piscívora estudada e da literatura, pertencentes à mesma bacia hidrográfica, verificou-se que a dieta nos primeiros estágios de vida de *Sorubim lima*, no sistema do rio Paraná (Rossi, 2001), diferiu de *P. squamosissimus*. Para as larvas em estágio de pós-flexão de *Sorubim lima*, verificou-se a diminuição na ingestão de rotíferos, o predomínio de cladóceros e o aumento na frequência de insetos e peixes. Já as larvas de *P. squamosissimus*, no mesmo estágio, não ingeriram peixes e rotíferos, e o item principal constante na dieta foi o copépodo. Assim a similaridade na categoria trófica ocupada pelo peixe adulto e a bacia hidrográfica não são parâmetros determinantes para se inferir sobre a dieta das larvas.

Post e Kitchell (Post e Kitchell, 1997) relatam que as larvas de peixes predominantemente zooplantívoros têm uma limitada ontogenia trófica, assim como podem permanecer a vida toda com esse hábito alimentar. Todavia as larvas de peixes piscívoros possuem uma rápida ontogenia devido à presença de presas alternativas e a competição por maiores componentes do zooplâncton. No presente estudo, observou-se situação semelhante àquela relatada pelos autores em que as dietas das espécies são diferentes, porém as larvas da espécie piscívora possuem variação ontogênica na dieta, ao passo que, a espécie plantívora não alterou a dieta durante o desenvolvimento das larvas. Assim a primeira e a segunda hipóteses não podem ser refutadas em relação à diferença entre as dietas e à ontogenia, respectivamente, para *P. squamosissimus*, mas não quanto à ontogenia para *H. edentatus*.

Os valores isotópicos de nitrogênio das larvas nos tecidos dos predadores foram utilizados para calcular as contribuições das presas assimiladas na dieta das larvas analisadas. O zooplâncton foi a presa que mais contribuiu em todas os estágios, alterando-se somente as porcentagens de contribuições, mas não o item. Dessa forma, ambas as espécies utilizaram, como fonte de proteína, o zooplâncton em maior proporção, com exceção do estágio pós-flexão de *H. edentatus*.

Assim como os peixes adultos, as larvas causam impactos significativos sobre as populações de zooplâncton em ambientes naturais, reduzindo numericamente o tamanho populacional de alguns organismos e, conseqüentemente, aumentando a população de outros (Gerking, 1994). O resultado deste trabalho vem confirmar que os peixes nas fases larvais utilizam preferencialmente essa comunidade. Assim os efeitos de predação das larvas sobre o zooplâncton manifestam-se de diferentes formas nos ecossistemas lacustres, podendo ocasionar alterações na diversidade e na densidade das espécies que constituem o zooplâncton, bem como na composição e na biomassa do fitoplâncton e nas condições físicas e químicas do meio (Soares e Hayashi, no prelo). Vale observar que as larvas da espécie zooplantívora ocasionam maior impacto sobre a comunidade zooplantônica do que as espécies piscívoras por disporem de grande potencial reprodutivo e prolongada ontogenia trófica, de modo que cada coorte de peixes plantívoros afeta a comunidade (Post e Kitchell, 1997).

*Plagioscion squamosissimus*, desde o início do desenvolvimento, apresentou em sua dieta maior ocorrência de item de origem animal. Assim, tem-se a evidência de que a espécie, na alimentação exógena, possui uma dieta com tendência à carnívora. Apesar de os dados de frequência numérica em duas fases de desenvolvimento apresentarem uma porcentagem relativamente alta do item de origem vegetal, não foi esse o item de maior contribuição na dieta assimilada, apesar da alta quantidade ingerida observada no trato digestório. Na análise das contribuições das presas, verificou-se que o zooplâncton, seguido pelo fitoplâncton e zoobentos, foram os itens de maiores participações na dieta.

As larvas de *P. squamosissimus* ingeriram e assimilaram o item mais freqüente (FO) no estômago, ao passo que a quantidade do item presente (FN) não apresentou relação significativa com a assimilação. Isso demonstra que, para essa espécie, a utilização da FO indicou satisfatoriamente quais foram os itens responsáveis pelo crescimento dos indivíduos da espécie. Logo a terceira hipótese, (os itens ingeridos e assimilados se equivalem proporcionalmente) não pode ser refutada para essa espécie.

Para as larvas de *H. edentatus*, o item que numericamente mais ocorreu no trato digestório foi *Ceriodaphnia cornuta* sendo que a maior freqüência numérica foi de alga *Aulacoseira granulata* em todas as classes de tamanho. Por meio da análise do tubo digestório, verificou-se a maior participação desses itens, o que foi confirmado pelas porcentagens de contribuições das presas através dos valores isotópicos de nitrogênio. Nessa análise, a maior contribuição na dieta foi do zooplâncton seguido pelo fitoplâncton, com exceção no estágio de pós-flexão, em que as contribuições das algas aumentaram igualando-se à do zooplâncton. Os juvenis ainda apresentaram maior assimilação das algas do que nos estágios iniciais de desenvolvimento. Notou-se que zooplâncton e fitoplâncton são os itens ingeridos e assimilados por essas larvas. O fato de não se encontrar equivalência entre o item ingerido (FO e FN) e o assimilado para *H. edentatus* talvez esteja relacionado com o fato de os valores isotópicos de nitrogênio das larvas nas fases iniciais (pré-flexão e flexão) estar refletindo o valor isotópico parental (Vander Zander *et al.*, 1998). Isso explicaria a alta porcentagem do zooplâncton assimilado nestas fases.

Gerking (Gerking, 1994) afirma que a ingestão de alga pode ocorrer pela escassez de zooplâncton, que as algas podem ser digeridas e eficientemente assimiladas pelas larvas. Notou-se que, para ambas as espécies estudadas, houve ingestão e assimilação da alga. Para as larvas da espécie piscívora, a ingestão e a assimilação foram maiores na primeira fase, sendo que ao longo do desenvolvimento foram sendo reduzidas as porcentagens de algas e aumentando as de origem animal. Contrariamente, as larvas da espécie planctívora apresentaram maior assimilação da alga no estágio que antecede a fase juvenil; essa diferença talvez esteja relacionada ao desenvolvimento morfológico que essa espécie possui em relação a *P. squamosissimus*. Para *H. edentatus*, os rastros branquiais desenvolvem-se mais rapidamente, sendo estes mais longos e mais numerosos no primeiro arco, decrescendo em direção ao quarto. Isso está relacionado ao hábito planctívoro e ao modo de alimentação por filtração que se definirão no período juvenil (Makrakis *et al.*, 2005). Esse resultado torna-se evidente quando a assimilação de algas se iguala ao zooplâncton, no estágio de pós-flexão. A partir desses resultados, conclui-se pela rejeição da quarta hipótese, que assume que as algas contribuem somente nas fases iniciais.

A transição do período larval para a fase juvenil não apresentou alterações significativas quanto a assimilação dos itens alimentares. *Plagioscion squamosissimus* apresentou aumento na assimilação do fitoplâncton e redução do zooplâncton, sendo que a assimilação das algas foi menor do que no início da alimentação exógena. Para *H. edentatus* entre o estágio de pós-flexão e o período juvenil, as porcentagens de assimilação das presas foram inversas às observadas para a espécie piscívora e a assimilação da alga foi maior do que no estágio de pré-flexão.

Pôde-se verificar que as metodologias de análise da dieta e dos isótopos estáveis de nitrogênio são complementares. A análise da dieta consegue identificar variação do item alimentar, em cada fase de desenvolvimento. Por outro lado, através dos valores isotópicos de nitrogênio dos predadores foi possível identificar mudanças na categoria trófica durante o desenvolvimento ontogênico.

Por meio deste estudo, pode-se inferir que, para as larvas de *H. edentatus*, na sub-bacia do rio Ivinheima, os itens *C. cornuta* e *A. granulata* são espécies-chave para a sobrevivência dessa espécie. Por outro lado, as larvas de *P. squamosissimus* possuem uma variação ontogênica na dieta. Destaca-se que, para cada estágio de desenvolvimento ou classe de tamanho, essa espécie utilizou-se de um item alimentar característico. Os resultados desse estudo para ambas espécies corroboraram com estudos com larvas de peixes que também observaram que o zooplâncton foi o item principal na dieta (Leite e Araújo-Lima, 2000; Rossi, 2001; Grey *et al.*, 2002; Makrakis *et al.*, 2005). Assim essa comunidade é uma das mais importantes para a sobrevivência das larvas e, por sua vez, contribui significativamente para a manutenção do estoque pesqueiro da região.