



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

DIETA DE LARVAS DE *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816) (CHARACIDAE, SALMININAE) EM AMBIENTE NATURAL: RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS PRESA X PREDADOR

Luana Wieczorek Fucks

Toledo – Paraná – Brasil

2015



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

DIETA DE LARVAS DE *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816) (CHARACIDAE, SALMININAE) EM AMBIENTE NATURAL: RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS PRESA X PREDADOR

Luana Wieczorek Fucks

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campus Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches

JULHO/2015

Toledo – PR

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

F951d	<p>Fucks, Luana Wieczorek Dieta de larvas de <i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816) (Characidae, Salmininae) em ambiente natural: relações morfométricas presa x predador / Luana Wieczorek Fucks. -- Toledo, PR : [s. n.], 2015. 29 f. : il., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.</p> <p>1. Ciências ambientais - Dissertações 2. <i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816) (Characiformes: Characidae) “dourado” - Alimentação larval natural e dieta alimentar. 3. Canibalismo - Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>) 4. Peixes carnívoros 5. Peixes piscívoros de água doce - Alimentação - Relação presa-predador I. Sanches, Paulo Vanderlei, orient. II. T</p> <p>CDD 20. ed. 639.3752 597.52</p>
-------	--

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUANA WIECZOREK FUCKS

“Dieta de larvas de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) (Characidae, Salminiae) em ambiente natural: relações morfométricas presa X predador.”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profa. Dra. Rosilene Luciana Delariva
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 30 de julho de 2015.

Local de defesa: Auditório do GERPEL – UNIOESTE/*campus* de Toledo.

Dedico este trabalho a todos que me ensinaram o que aprendi: aos meus queridos através do amor; e aos meus desafetos através da dor.

DEDICATÓRIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO _____	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS _____	10
3. ANÁLISE DE DADOS _____	12
4. RESULTADOS _____	14
5. DISCUSSÃO _____	16
6. AGRADECIMENTOS _____	19
7. REFERÊNCIAS _____	20
8. ANEXOS _____	25

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Localização da área de estudo e pontos de amostragem na região da planície de inundação do alto rio Paraná. _____ 11

Fig. 2. Representação de uma larva e medidas morfométricas de *S. brasiliensis* onde: ACO = Altura máxima do corpo (mensurada apenas nas presas); CP = comprimento padrão; XY = comprimento da maxila superior; C = 50% da abertura bucal e TAB = tamanho da abertura bucal. Adaptado de Shirota (1970) e Nakatani et al (2001). _____ 12

Fig. 3. Relação entre as proporções de comprimento padrão (CP) e tamanho da maxila superior (XY) das larvas de *S. brasiliensis*. _____ 15

Fig.4. Relação entre a altura máxima do corpo das presas (ACO) e o tamanho da abertura da boca (TAB) de larvas de *S. brasiliensis* (marcadores=média; barras=erro padrão). _____ 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência de Ocorrência (FO%) e Frequência Numérica (FN%) dos itens alimentares nos tubos digestórios das larvas de *S. brasiliensis* nas diferentes classes de comprimento. nt = número total de estômagos analisados e nc= número de estômagos analisados com conteúdo. _____ 15

RESUMO

FUCKS, L. W. Dieta de larvas de *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816) (CHARACIDAE, SALMININAE) em ambiente natural: relações morfométricas presa x predador. 30 de jul. de 2015. 29 pp. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. GERPEL, 30 de jul. de 2015.

Com o objetivo de avaliar a dieta de larvas de *Salminus brasiliensis* em ambiente natural, foi analisado o conteúdo estomacal de 200 de indivíduos com comprimento padrão variando entre 7.00 a 13.99 milímetros. Para tanto, os itens alimentares foram identificados e quantificados quanto à frequência numérica e de ocorrência. Foram obtidos alguns dados morfométricos tanto das larvas de *S. brasiliensis* como das presas ingeridas. Para as larvas foram avaliados o comprimento padrão e tamanho da boca, enquanto que das presas foi avaliado a altura máxima do corpo. O material analisado foi coletado na região do Parque Nacional de Ilha Grande em um trecho do remanescente lótico do rio Paraná, em 18 estações distribuídas na calha principal, seus tributários e lagoas marginais. A dieta das larvas foi composta predominantemente por larvas de peixes, principalmente de Characiformes e Siluriformes. Casos de canibalismo foram registrados demonstrando que este é um comportamento característico da espécie, e independe da disponibilidade de outros itens alimentares. As larvas do dourado apresentam uma relação alométrica negativa entre a proporção do tamanho da maxila superior e o comprimento padrão, isto é, essas variáveis não se desenvolvem proporcionalmente ao longo do crescimento. Pôde-se observar também que não há uma seletividade alimentar quando se leva em consideração a altura das presas consumidas, mas que seus tamanhos mantiveram-se dentro do limite máximo de ingestão, sendo que tanto as alturas das presas e quanto a abertura da boca foram um fator limitante na ingestão.

Palavras Chave: Alimentação natural; ictioplâncton; canibalismo; piscivoria.

ABSTRACT

FUCKS, L. W. Diet of larvae *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816) (CHARACIDAE, SALMININAE) in natural environment: morphometric relationships prey x predator. 30 Jul. 2015. 29 pp. Dissertation (Master's degree) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. GERPEL, 30 Jul. 2015.

In order to evaluate the *Salminus brasiliensis* larval diet in natural environment was analyzed the stomach contents of 200 individuals with standard length ranging between 7.00 to 13.99 millimeters. For that, the food items have been identified, classified and quantified by numeric frequency and occurrence. Were also obtained some morphometric data of both *S. brasiliensis* larvae and prey captured by them. For the larvae were assessed standard length and size of the mouth, while the prey has been evaluated the maximum height of the body. The material analyzed was collected in the Ilha Grande National Park region in a lotic remaining stretch of the Paraná River, in 18 stations distributed in the main channel, its tributaries and oxbow lakes. The diet of the larvae was predominantly composed of fish larvae, especially of Characiformes and Siluriformes. Cannibalism cases were reported demonstrating that this is a characteristic behavior of the species, and is independent on the availability of other food items. Dorado's larvae show a negative allometric relationship between the proportion size of the upper jaw relative to the standard length, it means, those variables do not grow proportionally throughout the growth. It was observed that there is no selectivity when taking into consideration the height of consumed prey, but their sizes remained within the maximum intake limit, and neither the heights of prey or even the height of the mouth were a factor limiting of intake.

Keyword: Natural feed; Ichthyoplankton; cannibalism; piscivory.

Análise da dieta de larvas de *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816) (CHARACIDAE, SALMININAE) em ambiente natural: relações morfométricas presa x predador
[Preparado de acordo com as normas da revista Ecology of Freshwater Fish]

INTRODUÇÃO

O conhecimento das fontes alimentares utilizadas pelos peixes constitui a base para a compreensão da estrutura trófica das comunidades. Por meio das análises dos hábitos alimentares, observando quais os principais itens consumidos pelas espécies, dados sobre o habitat e alguns aspectos comportamentais, permite identificar os nichos tróficos (Hanh & Delariva et al. 1997).

Traçando a importância para o desenvolvimento de estratégias para o manejo sustentável dos ecossistemas, Hahn et al. (2003) apontam que o estudo da alimentação natural de peixes tem a finalidade de levantar informações relevantes sobre a biologia e comportamento das espécies, podendo servir como uma ferramenta para ecologistas, administradores de recursos pesqueiros e piscicultores.

Estudos relativos às comunidades de peixes só podem ser considerados adequados após o conhecimento das fases iniciais de desenvolvimento das espécies, uma vez que a ecologia trófica das fases larvais é bem particular (Gerking 1994). O estágio de desenvolvimento larval é considerado um período crítico para a sobrevivência por apresentar exigências ecológicas distintas dos adultos, incluindo os tipos de *habitat*, alimentação e comportamento (Leis & Trnski 1989), como também alterações morfológicas principalmente no trato digestório, decorrentes da passagem da alimentação endógena para exógena (Makrakis et al. 2005).

Salminus brasiliensis, espécie caracterizada como migradora, piscívora, quando adulta e que ocupa o topo de teia trófica (Esteves & Pinto-Lôbo 2001; Weingarter & Zaniboni Filho 2005). Está amplamente distribuída geograficamente, disseminada por toda a bacia do rio da Prata, sendo que na porção brasileira é encontrada nas bacias dos rios Paraná, Uruguai, Paraguai (Morais Filho & Schubart 1955) e bacias do Pantanal (Fracalossi et al. 2004) Esta espécie, conhecida popularmente como dourado, é dotada de alta importância comercial conferida pelo rápido desenvolvimento inicial e excelente sabor de sua carne, sendo também muito cobiçada pela pesca esportiva por oferecer maior resistência quando capturada (Sato et al. 1997; Fracalossi et al. 2004; Weingarter & Zaniboni Filho 2005). Além de

sua importância para o setor pesqueiro, o crescente interesse por pesquisas deve-se à preocupação da sua conservação em ambiente natural em função da degradação de seu habitat e do apelo social despertado, principalmente entre as comunidades ribeirinhas de sua faixa de distribuição (Weingarter & Zaniboni Filho 2005).

A literatura sobre a alimentação das larvas de *S. brasiliensis* está voltada para a larvicultura, sendo que os relatos encontrados sobre a sua alimentação inicial foram avaliados em condições experimentais (Luz et al. 2000; Ribeiro 2005; Vega-Orellana et al. 2006; Ribeiro & Nuñez 2007; Shutz & Nuñez 2007). Nessas condições as larvas são reconhecidas como animais carnívoros generalistas, pois consomem organismos zooplânctônicos, larvas de insetos, microcrustáceos e larvas de peixes (Morais Filho & Schubart 1955; Rodriguez-Olarte & Taphorn 2006).

A criação dessa espécie em escala comercial ainda é pouco desenvolvida principalmente pela pouca aceitação de alimentos artificiais na transição para a alimentação exógena (Vega-Orellana et al. 2006), além de apresentar intensas taxas de canibalismo entre as larvas (Morais Filho e Schubart 1955). Este comportamento é um dos principais fatores de entraves para a produção de alevinos de espécies nativas brasileiras, e acredita-se estar relacionado à densidade de estocagem e forma de alimentação (Luz & Zaniboni Filho 2001). Segundo Zaniboni Filho (2000), esse fator se deve ao pouco conhecimento de produtores e pesquisadores em relação à biologia das espécies nativas, pois as técnicas utilizadas são baseadas em estudos de larvas de espécies exóticas.

Diante do exposto e da necessidade de informações sobre a alimentação dos estágios iniciais de desenvolvimento de *Salminus brasiliensis* em ambiente natural, este estudo analisou a alimentação das larvas a fim de caracterizar sua dieta e estabelecer relações com as mudanças morfológicas ocorridas durante a ontogenia.

Nesse sentido, este estudo buscou avaliar se: (i) ocorre mudança na dieta e no tamanho dos itens ingeridos de acordo com o desenvolvimento da larva e; (ii) a presença de canibalismo ocorre mesmo com a densidade populacional reduzida e alta disponibilidade de outros itens alimentares.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas mensalmente entre os anos de 2001 e 2009 na região do Parque Nacional de Ilha Grande, no canal do Rio Paraná, tributários e

lagoas marginais (Fig. 1), com o auxílio de rede de plâncton do tipo cônico-cilíndrica de malha 0,5 mm. Imediatamente após a coleta as amostras foram acondicionadas em frasco de polietileno contendo uma solução de formaldeído 4% e tamponada com carbonato de cálcio. Posteriormente as amostras foram encaminhadas ao laboratório para triagem do material e identificação das larvas segundo Nakatani et al. (2001).

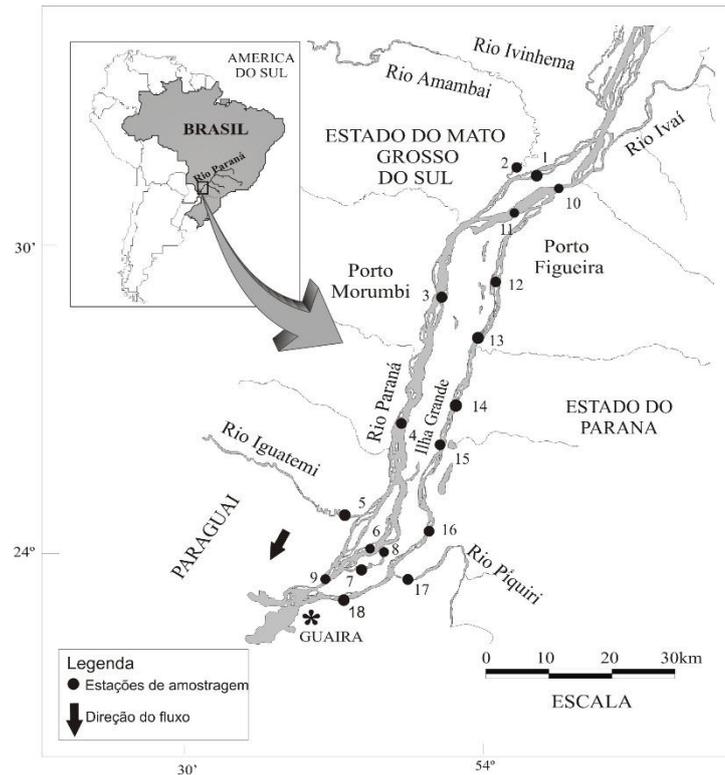


Fig. 1. Localização da área de estudo e pontos de amostragem na região de planície de inundação do alto rio Paraná.

A fim de estabelecer relações entre o grau de desenvolvimento e as variações na dieta, foram realizadas análises morfométricas tanto nas larvas de *S. brasiliensis* como nos itens presentes em seus estômagos. Para as análises morfométricas das larvas foram considerados: comprimento padrão (CP) e o comprimento da maxila superior (XY) para mensurar o tamanho de abertura da boca (TAB), enquanto para as presas presentes no estômago foi obtida a altura máxima do corpo (ACO) (Fig. 2), sendo todos os valores expressos em milímetros. A obtenção das medidas foi realizada utilizando-se um estereomicroscópio com ocular micrométrica de calibração de 0.01mm.

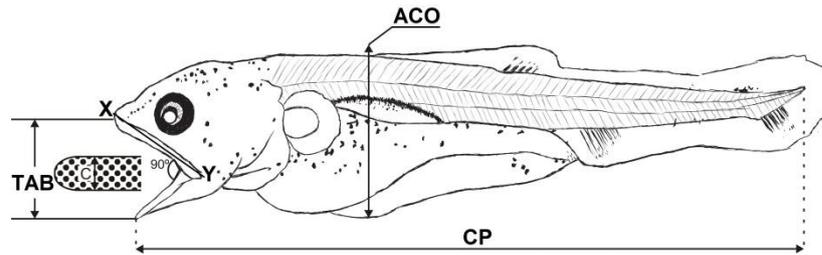


Fig. 2. Representação de uma larva e medidas morfométricas de *S. brasiliensis* onde: ACO = Altura máxima do corpo (mensurada apenas nas presas); CP = comprimento padrão; XY = comprimento da maxila superior; C = 50% da abertura bucal e TAB = tamanho da abertura bucal. Adaptado de Shirota (1970) e Nakatani et al (2001).

As larvas foram posteriormente evisceradas e seus itens alimentares foram contados e identificados ao menor nível taxonômico possível, baseado na literatura especializada (Matsumura-Tundisi 1986; Nakatani et al. 2001) e com o auxílio de estereomicroscópio. Para a confirmação de que não houvesse a presença de outros itens alimentares microscópicos, as amostras também foram observadas utilizando-se um microscópio óptico.

ANÁLISE DE DADOS

O cálculo do tamanho da abertura bucal (TAB) foi realizado por meio da metodologia proposta por Shirota (1970) (Fig. 2), que adota parâmetros proporcionais onde o valor do ângulo da abertura máxima da boca é de 90°, e que dessa maneira, corresponde a 100% da capacidade total de abertura da boca. Expressa pela seguinte equação:

$$TAB = \sqrt{2} \times XY$$

onde:

TAB = Abertura bucal do predador;

XY = comprimento da mandíbula superior do predador.

Para a análise do conteúdo estomacal foram utilizados os métodos de frequência de ocorrência (FO%) e frequência numérica (FN%) de acordo com o Hynes (1950) e Hyslop (1980), utilizando-se, respectivamente, as seguintes equações:

$$FO\% = \left(\frac{ei}{E}\right) \times 100$$

onde:

FO% = frequência de ocorrência do item amostrado;

ei = quantidade de estômagos com o item amostrado;

E = número total de estômagos.

$$FN\% = \left(\frac{ni}{N}\right) \times 100$$

onde:

FN% = frequência numérica do item amostrado;

ni = número de determinado item amostrado;

N = número total de itens amostrados.

O método frequência de ocorrência baseia-se em informações dos itens por estômago e sua porcentagem sobre o total de estômagos analisados, permitindo obter informações qualitativas sobre a dieta do predador, enquanto o método de frequência numérica registra a contagem dos itens, permitindo realizar estimativas sobre seletividade ou disponibilidade das espécies usadas como presas (Zavala-Camin 1996).

Para as análises do padrão de crescimento alométrico foi feita a análise de regressão linear dos dados de comprimento padrão e do comprimento da maxila superior transformados em $\log(x)$, para a obtenção do valor de b (coeficiente de crescimento), utilizando para isso o software Statistica[®], versão 7.0, extraído da equação:

$$Y = a + bx$$

onde:

Y = variável dependente;

X = variável independente;

a = intercepto;

b = coeficiente de crescimento.

Quando $b = 1$ tem-se um crescimento isométrico, se $b > 1$, o crescimento é alométrico positivo e se $b < 1$, o crescimento é alométrico negativo (Fuiman 1983).

RESULTADOS

Foram analisados aleatoriamente 200 indivíduos dos quais 40% continham alimentos nos estômagos, 13% continham itens já digeridos que não possibilitaram a identificação e 47% não continham alimento. De maneira geral, a dieta da espécie foi composta por duas categorias larvas de peixes (predominante), e copépodes.

Para os indivíduos que compuseram a menor classe de comprimento padrão (7-7.9 mm) não foi encontrado nenhum item alimentar nos estômagos analisados, ao passo que, nas demais classes de comprimento (8-13.9 mm) os itens identificados como larvas de Characiformes tiveram valores maiores, tanto para a análise da frequência de ocorrência, quanto para da frequência numérica. Ao longo do desenvolvimento pode-se observar o incremento de outros itens, como larvas de *Plagioscion squamosissimus* e de Siluriformes, além do registro do copépodo *Notodiaptomus* sp. Foram constatados alguns casos de canibalismo em indivíduos com comprimentos padrões entre 12 a 13.9 mm (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de Ocorrência (FO%) e Frequência Numérica (FN%) dos itens encontrados nos tubos digestórios das larvas de *S. brasiliensis* nas diferentes classes de comprimento. nt = número total de estômagos analisados e nc= número de estômagos analisados com conteúdo.

Itens alimentares	Classes de comprimento (mm)													
	7-7.9 (nt=21) (nc=0)		8-8.9 (nt=28) (nc=2)		9-9.9 (nt=16) (nc=6)		10-10.9 (nt=9) (nc=7)		11-11.9 (nt=36) (nc=27)		12-12.9 (nt=48) (nc=31)		13-13.9 (nt=42) (nc=30)	
	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%	FO%	FN%
Larvas de peixes														
Characiformes			100	100	100	100	71.4	71.4	85.7	86.7	91.7	81.1	84.2	84.6
<i>Plagioscion squamosissimus</i>							14.3	14.3	9.5	6.7	4.2	2.7	10	3.8
<i>Salminus brasiliensis</i>											12.5	8.1	10	3.8
Siluriformes							14.3	14.3	4.8	3.3	8.3	5.4	10	7.7
Copépodes														
<i>Notodiaptomus sp.</i>									4.8	3.3	4.2	2.7		

Por meio da análise de regressão linear pôde-se observar a existência da relação alométrica negativa entre o percentual do tamanho da maxila superior em relação ao comprimento padrão das larvas de *S. brasiliensis* (Fig. 3), indicando que as larvas do *S. brasiliensis* já eclodem com um tamanho de boca grande e que ao longo de seu crescimento o aumento do comprimento padrão não é proporcional ao aumento de sua boca.

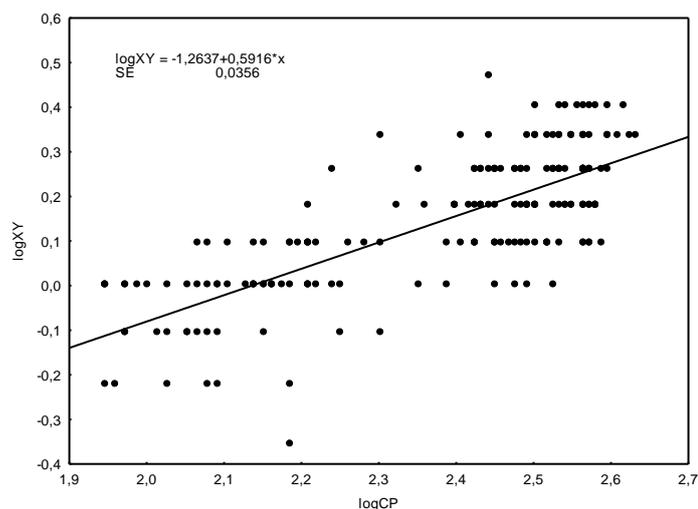


Fig. 3. Relação entre as proporções de comprimento padrão (CP) e tamanho da maxila superior (XY) das larvas de *S. brasiliensis*.

Não houve uma relação significativa entre a altura máxima das presas (ACO) ingeridas e o tamanho da abertura da boca (TAB) das larvas, porém os tamanhos dos itens apresentaram uma grande variação (Fig. 4).

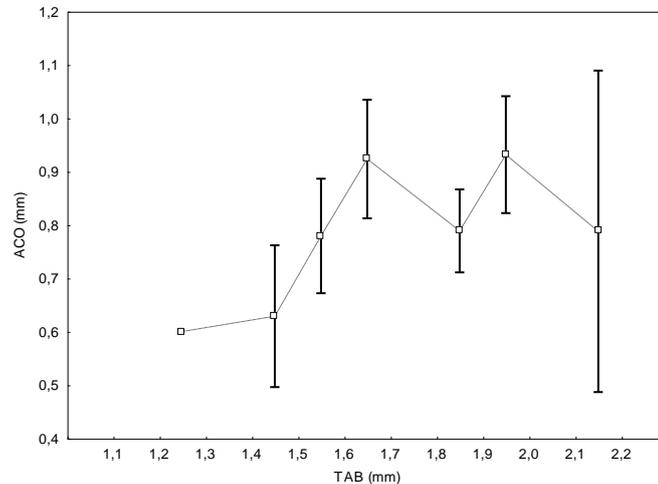


Fig.4. Relação entre a altura máxima do corpo das presas (ACO) e o tamanho da abertura da boca (TAB) de larvas de *S. brasiliensis* (marcadores=média; barras=erro padrão).

Ainda em relação ao tamanho máximo da altura das presas consumidas não foi constatado nenhum registro em que a presa ultrapassasse 75% da abertura máxima da boca das larvas. Estes resultados são indicativos de que as larvas não consumiram itens que ultrapassassem o tamanho ideal entre 50% a 75% proposto por Shirota (1970).

DISCUSSÃO

A alta ocorrência de estômagos vazios encontrados nesse estudo corrobora com o descrito por Gerking (1994), o qual cita que a elevada taxa de estômagos vazios é uma característica de espécies com hábitos carnívoros e este fato foi também documentado para adultos de *S. brasiliensis* (Esteves & Pinto-Lôbo 2001).

De acordo com a hipótese do “*match/mismatch*” postulada por Cushing (1969), a qual descreve que a existência de uma sincronia entre a reprodução dos predadores e ciclos de produção planctônica determinaria o sucesso de sobrevivência das larvas de peixes. Pode-se considerar desse modo, baixa a probabilidade de que a indisponibilidade de alimento para os primeiros estágios de desenvolvimento tenha ocorrido neste estudo, pois as larvas de *S. brasiliensis* iniciam a alimentação exógena a partir de aproximadamente 4,7 mm (Nakatani et al.

2001), já as larvas com estômagos vazios analisadas neste estudo mediam a partir de 7 mm de comprimento padrão e possivelmente já teriam encontrando alimento disponível no plâncton, caso contrário não teriam sobrevivido até alcançar esta faixa de comprimento. Sendo assim, a possível explicação para este fato pode se dar pelo motivo de que as presas ingeridas possuam um alto valor nutricional, sendo facilmente digeridas pelas enzimas estomacais, e reduzindo assim o tempo gasto para saciar um peixe carnívoro (Hanh et al. 1999). De fato, segundo Vega-Orellana et al. (2006), as larvas de *S. brasiliensis* já possuem a capacidade de digerirem proteínas 12 horas após eclodirem, mesmo ainda não tendo capacidade de ingerir alimento nesta fase de desenvolvimento.

A análise do conteúdo estomacal apontou a preferência por larvas de peixes. Tanto na análise dos resultados da frequência de ocorrência, quanto na frequência numérica as larvas de Characiformes foram o item mais consumido seguido por larvas de Siluriformes. Esse predomínio pode estar relacionado às altas densidades de espécies destas ordens encontradas na região (Langeani et al. 2007; Agostinho et al. 1997).

Para a ocorrência de casos isolados com consumo de copépodes pode-se pressupor que sua ingestão tenha sido acidental, pois neste estudo as larvas de *S. brasiliensis* não seguiram os padrões de alimentação para os primeiros dias de vida descritos por Zavala-Camin (1996) e Gerkin (1994), onde a maioria das espécies de peixes tem em comum a utilização de plâncton como primeiro alimento.

A ocorrência de canibalismo observado neste estudo revela que esta, aparentemente, seja uma característica da espécie e esteja relacionada ao seu comportamento agressivo, conforme descrito por Moraes Filho & Shubart (1955) nos primeiros estudos em ambiente natural realizados com a espécie. Este comportamento é um dos principais fatores de entaves para a produção de alevinos desta e de outras espécies nativas brasileiras. Luz & Zaniboni-Filho (2001) relacionam a alta ocorrência de canibalismo às elevadas densidades de estocagem e à alimentação em condições de cultivo. No entanto, os resultados revelam que os casos de canibalismo ocorrem mesmo em ambiente com oferta abundante de outros itens alimentares em condições naturais.

A existência da relação significativa ($p < 0.05$) entre comprimento padrão (CP) e tamanho da maxila superior (XY) já era esperada. Entretanto, pode-se observar que essas duas variáveis morfométricas não aumentam proporcionalmente, ou seja,

as larvas do *S. brasiliensis* apresentam, inicialmente, uma boca relativamente grande e conforme ela se desenvolve o comprimento do corpo aumenta em uma proporção maior, esse padrão de desenvolvimento é conhecido como crescimento alométrico. Estudos referentes à alometria são descritos Bialecki et al. (2008) sobre *Hoplias aff. malabaricus* e Andrade et al. (2014) sobre *Hemisorubim platyrhynchos*, contudo, nenhum deles fazem menção ao tamanho da boca em relação ao comprimento padrão das larvas.

O tamanho da presa tem uma relação direta com o tamanho do predador, visto que a maioria dos peixes ingere sua presa inteira, existindo um tamanho máximo de presa em relação ao tamanho da boca do predador (Zavala-Camin 1996). Ainda quanto ao tamanho das presas, o estudo demonstrou que as mesmas apresentam grande variação de tamanho, mas em nenhum dos casos os itens consumidos ultrapassaram a porcentagem máxima de 75% de abertura de boca, proposta por Shirota (1970), expressando que o tamanho da boca não foi um fator limitante para suas capturas.

O consumo predominante de itens com tamanhos abaixo do limite máximo da abertura da boca foi observado por Hambright (1991) em espécies piscívoras, sugerindo que as diferenças na disponibilidade e comportamento evasivo das presas podem ser um fator limitante para a ingestão de itens maiores, o que pode ser uma das explicações para o consumo de presas de tamanhos intermediários para este estudo.

Outros estudos sobre a predação seletiva de tamanhos de presas em peixes piscívoros têm mostrado que quando há oferta de alimentos com tamanhos variados, eles tendem a se alimentar de presas menores que não ultrapassem o tamanho máximo ingerível (Turesson et al. 2002). A explicação para este fato pode estar ligada à teoria do forrageamento ótimo descrita por Griffiths (1975), onde afirma que os predadores tendem a maximizar os ganhos e reduzir os gastos energéticos associados à alimentação e predação. Esta teoria se baseia em premissas para prever que a ingestão preferencial de presas pelo predador depende do tamanho e da disponibilidade de presas e do tempo gasto na captura e manipulação da presa pelo predador (Turesson et al. 2002; Gill 2003; Kahilainen & Lehtonen 2003). Ainda de acordo com esta teoria os peixes podem otimizar suas dietas de duas formas: capturando em maior proporção os organismos que constituem o recurso mais energético no ambiente (maximizadores de energia) ou

atuando como a maioria dos peixes, através do consumo das presas mais abundantes (maximizadores de número) (Griffiths 1975).

De acordo com os resultados as larvas de *S. brasiliensis* poderiam ser enquadradas como maximizadoras de energia, preferindo itens mais energéticos (larvas de peixes) ao invés de capturar os mais abundantes ou menos energéticos, como zooplâncton. Esta possibilidade ganha força pelo fato que neste estudo, a análise dos conteúdos estomacais de larvas capturadas nas estações presentes em uma lagoa marginal, onde a disponibilidade de organismos zooplanctônicos é grande, revelou a existência exclusivamente de larvas de peixes.

A maximização de energia é um comportamento favorável aos organismos, especialmente para os estágios iniciais de desenvolvimento, que são mais vulneráveis à predação. Com a obtenção de itens mais energéticos, as necessidades nutricionais são satisfeitas por um período de tempo maior, reduzindo a necessidade da larva se expor para se alimentar, reduzindo desta maneira, o risco de predação.

Conclui-se, portanto, que as larvas de *S. brasiliensis* apresentam desde cedo o hábito piscívoro não alterando a composição da dieta ao longo de seu crescimento, consumindo preferivelmente larvas de peixes durante todo seu desenvolvimento inicial. Embora os tamanhos dos itens consumidos tenham aumentado durante o desenvolvimento, não limitou a sua capacidade de ingestão de em relação ao tamanho da abertura da boca dos predadores mesmo nas larvas de menores tamanhos. Observou-se também que mesmo em ambiente natural, com disponibilidade de outros itens alimentares e uma densidade reduzida, houve a ocorrência de canibalismo, demonstrando que este é um comportamento característico da espécie, independentemente da disponibilidade de outros itens alimentares, e que a este respeito, são necessárias maiores investigações que justifiquem tal comportamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - Unioeste e ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia - GERPEL pela infraestrutura; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por conceder a bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Andrade F.F.; Makrakis, M.C., Lima, A.F. de, Assumpção L. de, Makrakis, S. & Pini S. F.R. 2014. Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre 104: 70-80.

Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P.V., Baumgartner, G., Makrakis, M.C. & Taguti, T.L. 2008. Desenvolvimento inicial de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum, Biological Sciences 30: 141-149.

Cushing D. H. 1969. The regularity of the spawning season of some fishes. Journal Conseil International pour l'Exploration de la Mer 33: 81–92.

Esteves, K.E. & Pinto-Lôbo, A.V. 2001. Feeding pattern of *Salminus maxillosus* (Pisces Characidae) at Cachoeira das Emas, Mogi-Guaçu River (São Paulo State, Southeast Brazil). Brazilian Journal of Biology 61: 267-276.

Fracalossi, D.M., Meyer G., Santamaria, F.M., Weingartner, M. & Zaniboni Filho, E. 2004. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na Região Sul do Brasil. Acta Scientiarum 26: 345-352.

Fuiman, L.A., Conner, J.V., Lathrop, B.F., G.L. Buynak, D.E. Snyder & Loos, J.J. 1983. State of the art of identification for cyprinid fish larvae from eastern North America. Transactions of the American Fisheries Society 112: 319-332.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego. 416 pp.

Gill, A.B. 2003. The dynamics of prey choice in fish: the importance of prey size and satiation. *Journal of Fish Biology* 63: 105- 116.

Griffiths, D. 1975. Prey availability and food of predators. *Ecology* 56: 1209-1214.

Hanh, N.S., Andrian, I.F., Fugi, R. & Almeida, V.L.L. *Ecologia Trófica* In: Vazzoler, A. E. A. de M., Agostinho, A. A. & Hahn, N S. 1997. A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá Eduem, pp 209-228.

Hahn, N.S., Loureiro, V.E. & Delariva, R.L. 1999. Atividade alimentar de curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum* 21: 309-314.

Hahn, N.S. & Delariva, R.L. 2003. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando? *Interciencia* 28: 100-104.

Hambright, K.D. 1991. Experimental analysis of prey selection by largemouth bass: role of predator mouth width and prey body depth. *Transactions of the American Fisheries Society* 120: 500-508.

Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 9: 36-58.

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

Kahilainen, K. & Lehtonen, H. 2003. Piscivory and prey selection of four predator species in a whitefish dominated subarctic lake. *Journal of Fish Biology* 63: 659-672.

Langeani, F., Castro, R.M.C, Oyakawa, O.T., Shibatta, O.A., Pavanelli, C.S. & Casatti, L. 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica* 7: 181-197.

Leis, J.M. & Trnski, T. 1989. The larvae of Indo-Pacific shorefishers. Honolulu: University of Hawaii Press; Sydney: The Australian Museum. 371 pp.

Luz, R.K., Ferreira, A.A. & Reynalte-Tataje, D. 2000. Larvicultura de dourado (*Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1849), nos primeiros dias de vida. In: Congresso Brasileiro de Aqüicultura. CD room. Peixes 28.

Luz, R.K. & Zaniboni Filho, E. 2001. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacèpède). *Acta Scientiarum* 23: 483-489.

Makrakis, M.C., Nakatani, K., Bialetzki, A., Sanches, P.V., Baumgartner, G. & Gomes, L.C. 2005. Ontogenetic shifts in digestive tract morphology and diet of fish larvae of the Itaipu Reservoir, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 72: 99-107.

Matsumura-Tundisi, T. 1986. Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic systems of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 46: 527-553.

Morais-Filho, M.B. & Shubart, O. 1955. Contribuição ao estudo do Dourado (*Salminus maxillosus*) do Rio Mogi Guassu. São Paulo. Ministério da agricultura. Divisão de caça e pesca. 114 pp.

Nakatani, K., Agostinho, A.A., Baumgartner, G., Bialetzki, A., Sanches, P.V., Makrakis, M.C. & Pavanelli, C.S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem. 378 pp.

Ribeiro, D.F.O. 2005. Alimentação de pós-larvas de dourado *Salminus brasiliensis* (*Pisces*, *Characidae*) em viveiros de piscicultura. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 48 pp.

- Ribeiro, D.F.O. & Nuñez, A.P.O. 2007. Feed preferences of *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae) larvae in fish ponds. *Aquaculture* 274: 65-71.
- Rodriguez-Olarte, D. & Taphorn, D.C. 2006. Abundance, feeding and reproduction of *Salminus* sp. (Pisces: Characidae) from mountains streams of the Andean piedmont in Venezuela. *Neotropical Ichthyology* 4: 73-79.
- Sato, Y., Fenerichverani, N., Verani, J.R., Godinho, H.P. & Vieira, L.J.S. 1997. Reprodução artificial do dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces: Characidae) da bacia do rio São Francisco. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 21: 113-116.
- Schütz, J.H. & Nuñez, A.P.O. 2007. Growth and survival of dorado *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae) post-larvae cultivated with different types of food and photoperiods. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50: 435-444.
- Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bulletin of the Japanese (Fisheries Research Board of Canada. Translation Series. 1978). Society for Scientific Fisheries* 36: 353-368.
- Turesson, H., Persson, A. & Brönmark, C. 2002. Prey size selection in piscivorous pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) includes active prey choice. *Ecology of Freshwater Fish* 11: 223–233.
- Vega-Orellana, O.M., Fracalossi, D.M., Sugai, J.K. 2006. Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. *Aquaculture* 252: 484-493.
- Weingartner, M. & Zaniboni Filho, E. Dourado. 2005. In: Baldisserotto, B., Gomes, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM. pp 257-286.
- Zaniboni Filho E. 2000. Larvicultura de peixes de água doce. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte. 21:69-77.

Zavala–Camin, L.A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: Eduem. 129 pp.

ANEXOS

Anexo A – Normas da revista

With the submission of any MS, authors are requested to submit:

- (1) A covering letter indicating succinctly why the manuscript is novel and of general interest for an international audience. Authors are encouraged to refer to other studies recently published and comment their contents including short abstracts. Authors should state that the manuscript is not currently under consideration in another journal and that all authors agree with the contents of the manuscripts. Only the senior author will be sent an acknowledgment of submission.
- (2) Several suitable reviewers (with e-mail addresses) may be suggested. *Ecology of Freshwater Fish* recognizes conflict of interest. Therefore, authors may also indicate referees they would prefer not to review their manuscripts. Such suggestions will be considered guidelines only and the Editors are under no obligation to follow them. The Editors will select the most appropriate reviewers for each manuscript.

IMPORTANT! All manuscripts sent to authors for revision should be returned to editors within 30 days. Otherwise the manuscript will be considered as a new submission unless an extension is requested in advance of the due date for justified reasons.

Language Requirements - Non English Speaking Authors

Ensure your paper is clearly written in standard, scientific English language. The paper will not be reconsidered if the quality of the initial submission is below this standard. If you feel that your paper could benefit from English language polishing, we recommend that you have your paper professionally edited by a service such as Wiley's English Language Editing Service. Please note that using the Wiley English Language Editing Service does not guarantee that your paper will be accepted by this journal.

Authorship

Ecology of Freshwater Fish is concerned with the matter of scientific misconduct, and although it might seem a matter of course to authors, the importance of adhering to all ethical guidelines in connection with scientific publishing must be stressed.

Papers submitted to *Ecology of Freshwater Fish* should conform to established guidelines for authorship (cf. <http://www.icmje.org>). Authorship of a paper carries with it both the responsibility and credit for the report. All those persons whose names appear as authors should have had substantial involvement in the conception, design, data acquisition, data analysis or interpretation, drafting or revising the manuscript, or providing extensive guidance critical for the completion of the study. They should be able to present and defend appropriate portions of the work in a public forum. Honorary authorship is not appropriate, nor is authorship solely for obtaining or providing funding, data collection, or general supervision of the research. All authors must agree on both the submission and entire content of any article bearing their names.

When an article is submitted for consideration by *Ecology of Freshwater Fish*, **the corresponding author must provide a statement that the manuscript conforms to these guidelines and that all authors agree to the submission and content of the article**. In cases where there are five (5) authors or more, the corresponding author must state the involvement each author had in the preparation of the manuscript.

Author material archive policy

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible if you have not yet done so.

Types of articles

Letters should express new ideas, new and controversial perspectives on major areas of research or topics of current interest for a broad international audience, clearly presented and documented. They should contain no abstract, have no keywords or subheadings, have a maximum of 15 references and should not exceed 1900 words.

Articles should not exceed 9000 words in length and have no more than 8 figures and/or tables and 80 references. Word count is for the main text body (excluding title, abstract acknowledgements, references, table and figure legends).

Reviews have no length limit but those no longer than 20 printed pages would be preferable. Reviews should express an overall contribution to the discipline, novel principles emerging over the past years, and indications of new venues for future research. For the submission of a Review, authors should first contact one of the editors and submit an abstract no longer than 300 words. Invited Reviews may be solicited by the editors.

Crossheads - Use no more than 3 levels of crossheads, clearly indicating the level of each

Title page - The title page should contain the title and authors names, e-mail address for the nominated corresponding author, telephone and telefax numbers and full postal address, including any postcode. Provide a short title to be used as a running headline, up to six keywords and an abstract no longer than 250 words.

Introduction - State the purpose, give only strictly pertinent references and do not review the subject extensively.

Material and methods and study area - Material and methods should be concise but allow confirmation of observations and repetition of the study. The study area may be described under a separate heading before Material and methods.

Results - Present your results in a logical sequence in the text, tables and figures. Do not repeat in the text all data in the tables and figures; emphasise or summarise only important observations.

Discussion - Summarise the findings without repeating in detail the data presented in Results. Relate your observations to other relevant studies; point out the implications of the results and their limitations and place them in the context of other work.

Acknowledgements - Acknowledge only people who have substantially contributed to the study and sources of financial support.

References in articles - We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here: <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>
Reference Manager reference styles can be searched for here: <http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

Text citations should quote the surnames of the authors in one of two ways:

- 1) with the year in parentheses: 'Fox (1991) has shown ...'
- 2) with the names and year in parentheses: 'According to recent findings (Fox 1991), ...'

For text citations with 2 authors, use both surnames separated by &. For 3 or more authors, use the first surname plus et al. For citations of several articles by the same authors with the same year, place a, b, c, etc. after the year. Include only references cited in the text. Check that the text citations correspond exactly with the reference list. Verify the references against the original documents. Do not abbreviate the titles of journals. Do not include unpublished material, including theses, in the references. List the references in alphabetical order at the end of the manuscript. For publications with one author, arrange them chronologically. For 2 authors, arrange alphabetically and then chronologically. For 3 or more authors, arrange chronologically.

Scientific names - Cite the scientific name, genus and species for every organism at first mention. The generic name may then be abbreviated as an initial capital except if intervening references to other genera would cause confusion. Common names of organisms must be accompanied by the correct scientific name at first mention. Latin names should be italicised (or underlined).

Abbreviations and units- Give the full name of abbreviations at first mention. Invent new abbreviations only for unwieldy names mentioned frequently. Identify abbreviations in the title and abstract and use them sparingly in the introduction and discussion. Use SI and metric units. Use no roman numerals. In decimals use the decimal point, not the comma.

Tables - Number tables consecutively in Arabic numerals following their order in the

text. Type each table on a separate sheet and provide a title that makes the table self-explanatory. Give due regard to the proportions of the printed page. Indicate the approximate location desired in the text.

Illustrations- Number all figures consecutively with Arabic numerals. Identify each with a label indicating the author's name at the top. Figures should clarify the text and must be professionally drawn. The details must be large enough to retain clarity after reduction. Half-tones should exhibit high contrast. Avoid using tints if possible; if shading is essential to the understanding of the figure, try to make it coarse. High-quality (laser or equivalent) computer-generated figures are acceptable. Select photographs only to illustrate something that cannot otherwise be adequately shown. Photographs should be original half-plate, glossy, black-and-white prints. Type the legends on a separate page at the end of the manuscript. Give due regard to the proportions of the printed page. Indicate the approximate location desired in the text. Line graphs: please place tick marks outside the axes of the graph. Please do not include a border or grid around your figure.

More detailed illustration guidelines for authors can be found at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.