

Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná

Fernanda F. Andrade¹, Maristela C. Makrakis¹, Ariane F. de Lima¹, Lucileine de Assumpção^{1,2}, Sergio Makrakis¹ & Suelen F. R. Pini¹

1. Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos – GETECH, Rua da Faculdade, 645, 85903-000, Toledo, PR. (fernandinhaf.andrade@hotmail.com)
2. Instituto Água Viva, Rua da Faculdade, 645, 85903-000, Toledo, PR.

ABSTRACT. Embryonic, larval and juvenile development of *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Paraná River basin. This study aimed to describe the initial stages of development of the Pothole Shovelnose Catfish, *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840), as well as changes in the allometric growth pattern during early ontogeny. A total of 90 eggs, 210 larvae, and 24 juveniles from hatching were analyzed for morphometric and meristic variables, and for besides the allometric growth coefficient in relation to head, trunk, and tail during larval and initial juvenile period. The eggs presented 1.74 mm of mean diameter; ample vitelline space (21.29%) with mean of 0.37 mm; and the average diameter of the yolk was 1.08 mm. The standard length (SL) of the larvae ranged from 3.47 to 11.85 mm, with most measurements presenting proportional increase throughout development. The total number of myomeres ranged from 40 to 46 (pre-anal=15-17 and post-anal=24-30). The early larvae of *H. platyrhynchos* present pigmentation in the head and in the anteroventral region of the body (anterior and posterior regions of the yolk sac). The pigmentation intensifies in the post-flexion stage along the dorsal region of the head, forming a longitudinal strip extending from the snout to the operculum, as a transversal strip that goes from one side to the other, passing through the anterior region of the dorsal fin, with maculae distributed throughout the body in juveniles (SL=19.5-49.09 mm). In the early stages of larval development, the head and tail grow much faster than the trunk, indicating priorities related to food and swimming, which tend to isometry, with fast growth of the trunk in early juveniles.

KEYWORDS. Early development, morphometry, allometric growth, fish larvae.

RESUMO. O objetivo deste estudo foi descrever o desenvolvimento embrionário, larval e juvenil da jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840), bem como as mudanças nos padrões de crescimento alométrico durante a ontogenia inicial da espécie. Um total de 90 ovos, 210 larvas e 24 juvenis provenientes de reprodução induzida foram analisados quanto a variáveis morfológicas e merísticas, além do coeficiente de crescimento alométrico em relação à cabeça, tronco e cauda durante o período larval e juvenil inicial. Os ovos apresentaram diâmetro médio de 1,74 mm, espaço perivitelino amplo (21,29%), com média de 0,37 mm, e diâmetro médio do vitelo de 1,08 mm. O comprimento padrão (CP) das larvas variou de 3,47 a 11,85 mm, com a maioria das medidas apresentando aumento proporcional ao longo do desenvolvimento. O número total de miômeros variou de 40 a 46 (pré-anal=15-17 e pós-anal=24-30). As larvas iniciais de *H. platyrhynchos* apresentam pigmentação na cabeça e na região ântero-ventral do corpo (anterior e posterior do saco vitelino). No estágio de pós-flexão, a pigmentação se intensifica, distribuindo-se na região dorsal da cabeça, formando uma faixa longitudinal que se estende do focinho ao opérculo, assim como uma faixa transversal, de um flanco a outro, passando pela região anterior da nadadeira dorsal, com máculas distribuídas ao longo do corpo nos juvenis (CP=19,5-49,09 mm). Nos primeiros estágios de desenvolvimento larval, a cabeça e a cauda crescem muito mais rapidamente do que o tronco, o que indica prioridades relacionadas à alimentação e natação, as quais posteriormente tendem à isometria, com um crescimento rápido do tronco nos juvenis iniciais.

PALAVRAS-CHAVE. Desenvolvimento inicial, morfometria, crescimento alométrico, larvas de peixes.

O entendimento da dinâmica reprodutiva da comunidade íctica permite estabelecer áreas e períodos de desova em ambientes naturais e uma das maneiras para a determinação destas são os estudos de ovos e larvas. A identificação precisa das áreas e períodos de desova tem importância fundamental para a implementação de medidas de preservação (BIALETZKI *et al.*, 2001; FUIMAN, 2002). Além disso, os estudos de ovos e larvas de peixes subsidiam os estudos de biologia, sistemática, de avaliação de estoques pesqueiros e de dinâmica das populações (HEMPEL, 1973).

Os caracteres morfológicos, morfométricos e merísticos, pigmentação e estágio de desenvolvimento de estruturas corpóreas, relativos ao tamanho, são parâmetros base para a identificação de larvas de peixes (ARAÚJO-LIMA & DONALD, 1988). A caracterização do desenvolvimento inicial de peixes é imprescindível para a identificação do ictioplâncton na natureza, pois permite relacionar, com maior precisão, os ovos e larvas coletados com a espécie à qual pertencem (BIALETZKI *et al.*, 2001).

Apesar das dificuldades na identificação do material

coletado em ambiente natural (BIALETZKI *et al.*, 1998), devido ao fato de larvas e adultos de muitas espécies de peixes divergirem quanto à morfologia, dieta, habitats e comportamento (LEIS & TRNSKI, 1989), estes estudos têm crescido no Brasil (NAKATANI *et al.*, 2001). Descrições do desenvolvimento embrionário e/ou larval foram feitas para espécies de peixes de diferentes bacias hidrográficas brasileiras (NASCIMENTO & ARAÚJO-LIMA, 1993; NAKATANI *et al.*, 1997, 1998; CAVICCHIOLI *et al.*, 1997; BIALETZKI *et al.*, 1998, 2001, 2008; SANCHES *et al.*, 1999; REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2001; LUZ *et al.*, 2001; SOUSA & SEVERI, 2002; REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2004; MACIEL *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2012; HONJI *et al.*, 2012).

Hemisorubim platyrhynchos (Valenciennes, 1840), popularmente conhecida como jurupoca, é uma espécie de médio porte, pertencente à família Pimelodidae e tem ocorrência nos grandes rios da América do Sul, nas bacias dos rios Amazonas, Maroni, Orinoco e Paraná (REIS *et al.*, 2003). A espécie é predadora de microfauna bentônica e de peixes, com uma longevidade de 11,4 anos, podendo

alcançar até 64 cm de comprimento (PENHA *et al.*, 2004). A primeira maturação sexual ocorre com 30,1 cm de comprimento, sendo sua desova constatada durante o período de cheias entre dezembro e janeiro (AGOSTINHO *et al.*, 2003; SUZUKI *et al.*, 2004). Além disso, *H. platyrhynchos* é migradora de longa distância (AGOSTINHO *et al.*, 2003; MAKRAKIS *et al.*, 2012) e é uma espécie suscetível à degradação ambiental e à pesca predatória (PENHA *et al.*, 2004), o que contribui para o declínio das populações naturais. No Brasil, é considerada uma espécie nobre e de grande valor comercial (PENHA *et al.*, 2004; HOEINGHAUS *et al.*, 2009).

Apesar de sua ampla distribuição e importâncias comercial e ecológica (HOEINGHAUS *et al.*, 2009), pouco se conhece sobre a biologia e ecologia desta espécie (PENHA *et al.*, 2004). Assim, este estudo descreve os estágios iniciais de desenvolvimento de *H. platyrhynchos*, por meio de variáveis morfométricas, merísticas e padrão de pigmentação, buscando preencher lacunas no conhecimento da ontogenia inicial da espécie, fundamentais para subsidiar ações de manejo e conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado neste estudo foi proveniente de reprodução induzida de exemplares de *H. platyrhynchos* da bacia do alto rio Paraná, realizada na Estação de Piscicultura de Jupiá, pertencente à Companhia Energética de São Paulo (CESP), no município de Castilho, Estado de São Paulo, no ano de 2007. Os espécimes-testemunho foram depositados na Coleção de Peixes do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL 3795).

Após a desova das fêmeas induzidas à reprodução, amostras foram coletadas de acordo com o grau de desenvolvimento de ovos e larvas. Os ovos foram coletados logo após a hidratação, com intervalos de duas horas até a eclosão. As larvas foram coletadas desde a eclosão até a completa absorção do saco vitelino, em intervalos de duas a seis horas. Após este período, larvas e juvenis foram coletados periodicamente a cada doze horas. Ovos, larvas e juvenis foram previamente anestesiados com benzocaína e, posteriormente, fixados em uma solução de formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio.

Os ovos foram classificados de acordo com NAKATANI *et al.* (2001) nos seguintes estágios de desenvolvimento: a) clivagem inicial – estágio em que ocorre a formação das primeiras células; b) mórula; c) blástula; d) gástrula; e) embrião inicial – estágio em que ocorre a diferenciação do embrião; f) formação da cauda; g) cauda livre – estágio em que a cauda se desprende do vitelo; e h) embrião final – estágio em que o embrião se encontra praticamente formado.

As larvas e juvenis foram separados de acordo com o grau de desenvolvimento, segundo AHLSTROM & BALL (1954), modificado por NAKATANI *et al.* (2001), em I) período larval: a) estágio larval vitelino – compreende desde a eclosão até quando as larvas apresentam olho completo

ou parcialmente pigmentado, abertura do ânus e da boca; b) estágio de pré-flexão – se estende desde a abertura do ânus e da boca até o início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos primeiros elementos de suporte da nadadeira caudal; c) estágio de flexão – se caracteriza pelo início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos suporte da nadadeira caudal até a completa flexão da mesma e aparecimento do botão da nadadeira pélvica e d) estágio de pós-flexão – da completa flexão da notocorda e aparecimento do botão da nadadeira pélvica até a completa formação dos raios de todas as nadadeiras; e II) período juvenil, em que apresentam completa formação dos raios de todas as nadadeiras até a primeira maturação sexual.

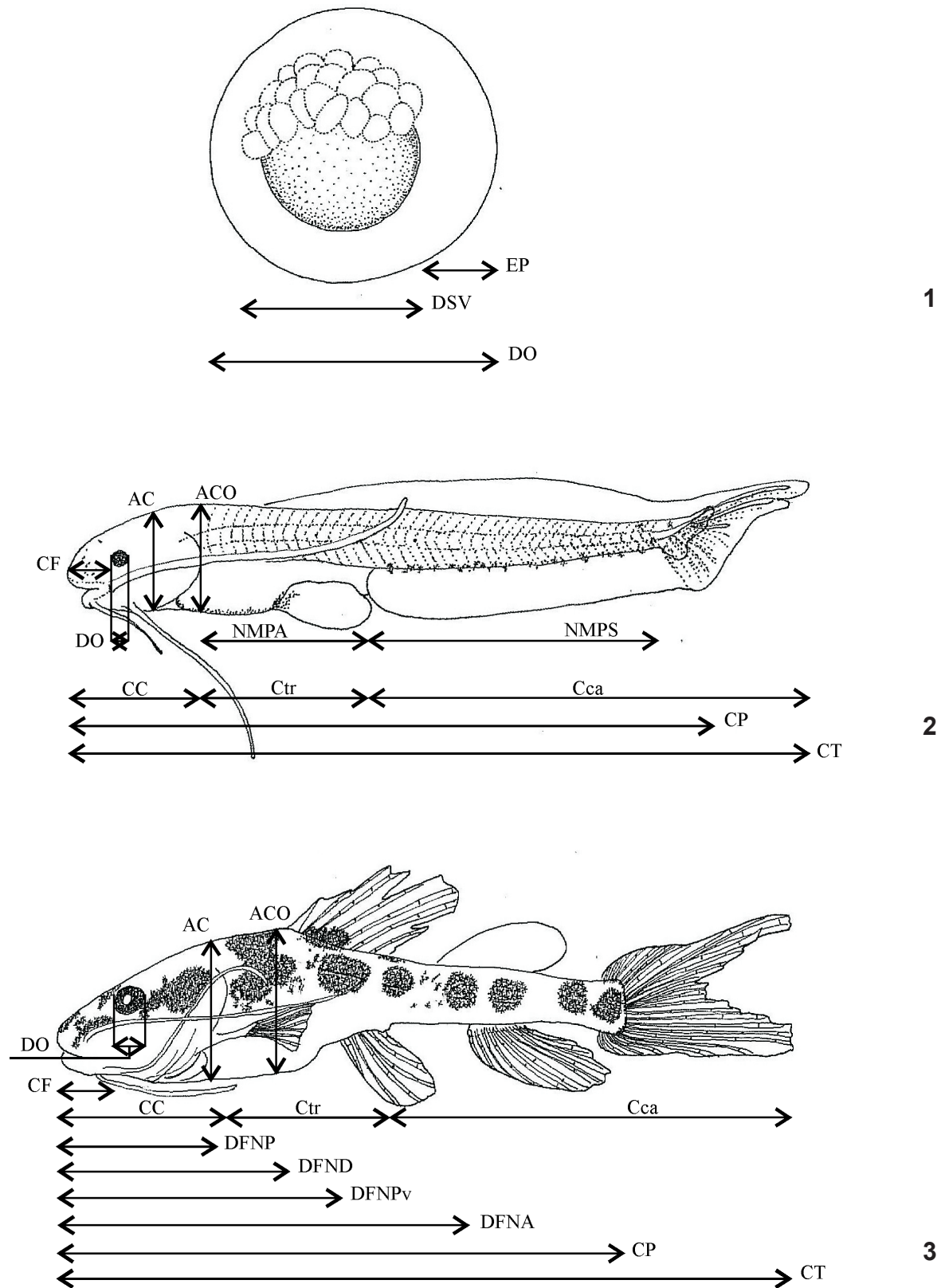
As medidas morfométricas, expressas em mm, foram realizadas em microscópio estereoscópio equipado com ocular micrométrica. Dos ovos foram obtidas as seguintes variáveis: diâmetro total (DO); diâmetro do saco vitelino (DSV) e espaço perivitelino (EP) (Fig. 1), considerando que o tamanho do espaço perivitelino foi caracterizado conforme sua participação no volume total do ovo (NAKATANI *et al.*, 2001).

Para as larvas e juvenis iniciais, os caracteres morfométricos obtidos foram: comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DOL); comprimento da cabeça (CC); comprimento do tronco (Ctr); comprimento da cauda (Cca); altura da cabeça (AC); altura do corpo (ACO); distância pré-peitoral (DFNP); distância pré-pélvica (DFNPv); distância pré-dorsal (DFND) e distância pré-anal (DFNA). Os caracteres merísticos foram número de miômeros pré-anais (NMPA), número de miômeros pós-anais (NMPS) e número de raios das nadadeiras peitoral (NRNP), dorsal (NRND), pélvicas (NRNPv) e anal (NRNA) (Figs 2, 3).

Além da descrição do grau de desenvolvimento de cada período (embrionário, larval e juvenil inicial), foi também observada a ocorrência dos principais eventos morfológicos (formação da cauda, absorção do saco vitelino, formação da boca, olhos, flexão da notocorda, formação das nadadeiras) e padrão de pigmentação, sendo fotografados e ilustrados os indivíduos que melhor representaram essas características, com auxílio de câmera digital e câmara clara acopladas ao microscópio estereoscópio.

As relações corporais para a altura do corpo, comprimento da cabeça e diâmetro do olho foram estabelecidas utilizando-se os critérios sugeridos por LEIS & TRNSKI (1989), modificado por NAKATANI *et al.* (2001). Na análise das relações corporais, as variáveis morfométricas foram expressas como porcentagens do comprimento padrão e comprimento da cabeça ao longo do desenvolvimento: altura do corpo, distância pré-peitoral, distância pré-pélvica, distância pré-dorsal e distância pré-anal foram relacionadas com o comprimento padrão e o diâmetro do olho, comprimento do focinho e altura da cabeça foram relacionadas com o comprimento da cabeça.

O coeficiente de crescimento alométrico em relação à cabeça, ao tronco e à cauda em proporção ao comprimento total foi calculado para evidenciar as mudanças que ocorrem



Figs 1-3. Medidas morfométricas realizadas em *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840): 1, ovos; 2, larvas; 3, juvenis (AC, altura da cabeça; ACO, altura do corpo; CC, comprimento da cabeça; Cca, comprimento da cauda; CF, comprimento do focinho; CP, comprimento padrão; CT, comprimento total; Ctr, comprimento do tronco; DFNA, distância pré-anal; DFND, distância pré-dorsal; DFNP, distância pré-peitoral; DFNPv, distância pré-pélvica; DO, diâmetro total; DOL, diâmetro do olho; DSV, diâmetro do saco vitelino; EP, espaço perivitelino; NMPA, número de miômeros pré-anais; NMPS, número de miômeros pós-anais; NRNA, número de raios das nadadeiras anal; NRND, número de raios das nadadeiras dorsal; NRNP, número de raios das nadadeiras peitoral; NRNPv, número de raios das nadadeiras pélvicas).

durante o crescimento e desenvolvimento em sucessivos estágios. Os padrões de alometria foram descritos pelo coeficiente de crescimento através da regressão linear simples ($Y=a+X^b$) realizada sobre os dados log-transformados, onde Y é a variável dependente (caractere medido), X é a variável independente (comprimento total), a é o intercepto e b é o coeficiente de crescimento (FUIMAN, 1983). 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.

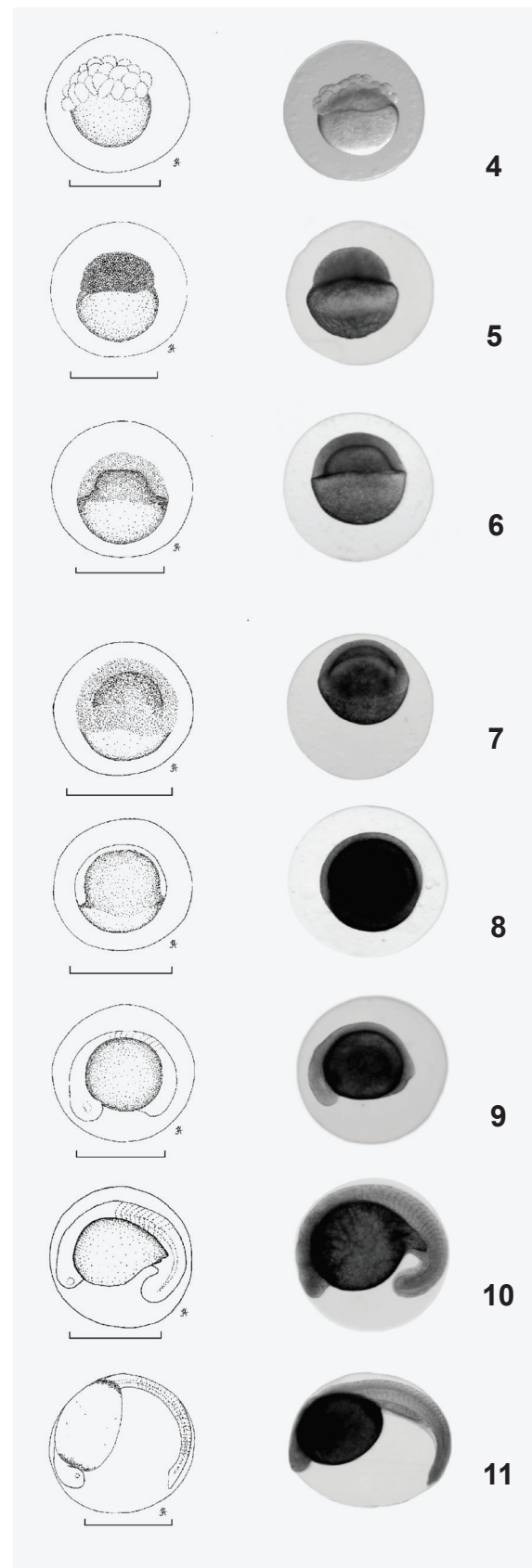
RESULTADOS

Período embrionário. Um total de 90 ovos de *H. platyrhynchos* (Tab. I) foi analisado. Os ovos são esféricos, transparentes e não adesivos, apresentando diâmetro médio de 1,74 mm, diâmetro médio do vitelo de 1,08 mm e espaço perivitelino amplo (21,29%) com média de 0,37 mm. Decorridas quatro horas após a fecundação, inicia-se a diferenciação do embrião e a extremidade caudal se desprende depois de aproximadamente 8 horas (Figs 4-11). A duração do período embrionário (incubação - da fertilização à eclosão) correspondeu a 16 horas.

Período larval. As larvas de *H. platyrhynchos* eclodiram 16 horas após a fecundação, com um comprimento padrão médio de $3,83 \pm 0,22$ mm, a uma temperatura média de $29,2^\circ\text{C}$. Um total de 210 larvas foi analisado, com comprimento padrão variando de 3,47 a 11,85 mm (Tab. I). No estágio larval vitelino (Fig. 12), as larvas apresentam um saco vitelino com formato elíptico e relativamente grande, pigmentação restrita apenas à região ventral do corpo e de forma concentrada nas regiões anterior e posterior do saco vitelino, além de alguns cromatóforos puntiformes na região frontal da cabeça. O olho é evidente, mas pouco pigmentado, e a nadadeira embrionária ("finfold") inicia-se na extremidade posterior do saco vitelino, contorna o pedúnculo caudal e segue dorsalmente em direção à cabeça até o nível do saco vitelino. A notocorda é bem visível e o número de miômeros totais nesse estágio varia de 40 a 43 (pré-anal=15-16 e pós-anal=25-27).

No estágio pré-flexão (Fig. 13), o padrão de pigmentação se mantém, os barbilhões maxilares começam a se desenvolver na face lateral da cabeça, o saco vitelino diminui de tamanho e ocorre a formação da boca. O número de miômeros totais varia de 40 a 44 (pré-anal=15-17 e pós-anal=24-29).

Na flexão (Figs 14-16), pode-se observar o olho bem pigmentado, a boca e o ânus completamente abertos, o opérculo formado, um par de barbilhões maxilares e dois mentonianos. Ocorre também a flexão da notocorda e a formação dos raios da nadadeira caudal, o saco vitelino é absorvido por completo e os cromatóforos, que se encontravam nas suas extremidades, se tornam mais esparsos e bem distribuídos na região ântero-ventral. No final desse estágio, quando os raios da nadadeira caudal estão completamente formados e segmentados, os raios da nadadeira dorsal começam a se formar, a região ântero-



Figs 4-11. Desenvolvimento embrionário de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840): 4, clivagem inicial; 5, mórula; 6, blástula; 7, gástrula; 8, embrião inicial; 9, formação da cauda; 10, cauda livre; 11, embrião final. Escala = 1 mm.

Tab. I. Valores máximo (Máx) e mínimo (Mín) e média (X) para as variáveis morfométricas (mm) e merísticas obtidas de ovos, larvas e juvenis de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (n, número de indivíduos; LV, larval vitelino; PF, pré-flexão; FL, flexão; FP, pós-flexão; J, juvenis; DO, diâmetro total; DSV, diâmetro do saco vitelino; EP, espaço perivitelino; CT, comprimento total; CP, comprimento padrão; CF, comprimento do focinho; DOL, diâmetro do olho; CC, comprimento da cabeça; Ctr, comprimento do tronco; Cca, comprimento da cauda; AC, altura da cabeça; ACO, altura do corpo; NRNP, número de raios da nadadeira peitoral; NRND, número de raios da nadadeira dorsal; NRNPv, número de raios da nadadeira pélvica; NRNA, número de raios da nadadeira anal).

Variável	Períodos											
	Embrionário			Larval						Juvenil		
	O (n=90)		LV (n=20)	PF (n=40)		F (n=120)		FP (n=30)		J (n=24)		
Mín- Máx	X	Mín- Máx	X	Mín- Máx	X	Mín- Máx	X	Mín- Máx	X	Mín- Máx	X	
DO	1,47 - 1,93	1,7										
DSV	0,90 - 1,27	1,1										
EP	0,20 - 0,67	0,4										
CT			3,53 - 4,50	4,3	4,18 - 5,38	4,9	5,25 - 11,60	7,1	9,40 - 17,30	12,8	25,40 - 67,40	45,4
CP			3,47 - 4,20	3,8	4,07 - 4,73	4,5	4,10 - 8,46	5,7	6,62 - 11,85	8,6	19,50 - 49,09	33,1
CF			0,13 - 0,20	0,2	0,20 - 0,30	0,3	0,30 - 0,75	0,4	0,35 - 1,40	0,9	3,05 - 8,43	5,2
DOL			0,05 - 0,08	0,1	0,05 - 0,13	0,1	0,09 - 0,33	0,2	0,20 - 0,63	0,4	1,37 - 3,50	2,4
CC			0,48 - 0,60	0,5	0,48 - 0,88	0,7	0,73 - 2,43	1,2	1,60 - 4,07	2,6	9,26 - 20,08	14,4
Ctr			1,65 - 1,80	1,7	1,45 - 1,75	1,6	1,50 - 2,13	1,7	1,69 - 3,23	2,4	5,44 - 14,65	9,0
Cca			1,85 - 2,20	2,1	2,10 - 2,85	2,6	2,90 - 7,47	4,3	5,60 - 10,00	8,0	17,31 - 33,76	26,5
AC							0,73 - 1,85	0,9	1,20 - 3,25	1,9	3,52 - 8,21	5,4
ACO					0,80 - 0,90	0,9	0,78 - 2,00	1,0	1,30 - 3,80	2,1	3,91 - 10,20	6,0
DFNP							0,93 - 2,27	1,2	1,47 - 3,23	2,3	6,27 - 16,89	11,4
DFNPv									2,50 - 6,15	4,7	10,56 - 28,10	18,1
DFND									2,50 - 6,15	4,7	9,35 - 25,96	16,5
DFNA							5,00 - 6,07	5,4	4,73 - 8,46	6,1	14,37 - 37,80	24,5
Raios												
NRNP							i + 5 - 6	i + 5,5	i + 6 - 7	i + 6,5	i + 7 - 9	i + 8
NRNPv									7	7	7	7
NRND									i + 4 - 6	i + 5	i + 5 - 6	i + 5,5
NRNA							10	10	8 - 13	10,50	11 - 13	12
Miômeros												
Total			40 - 43	41,7	40 - 44	42,25	41 - 46	44,24	43 - 45	44,25		
Pré-anal			15 - 16	15,6	15 - 17	15,73	15 - 17	16,2	16 - 17	16,42		
Pós-anal			25 - 27	26,1	24 - 29	26,53	26 - 30	28,05	27 - 29	27,9		

ventral está completamente despigmentada, enquanto na parte superior da cabeça pode-se observar uma concentração de cromatóforos dendríticos próxima ao olho e ao focinho e na parte lateral do tronco, após o opérculo, formando uma mácula. Nesse estágio, o número de miômeros totais varia de 41 a 46 (pré-anal=15-17 e pós-anal=26-30).

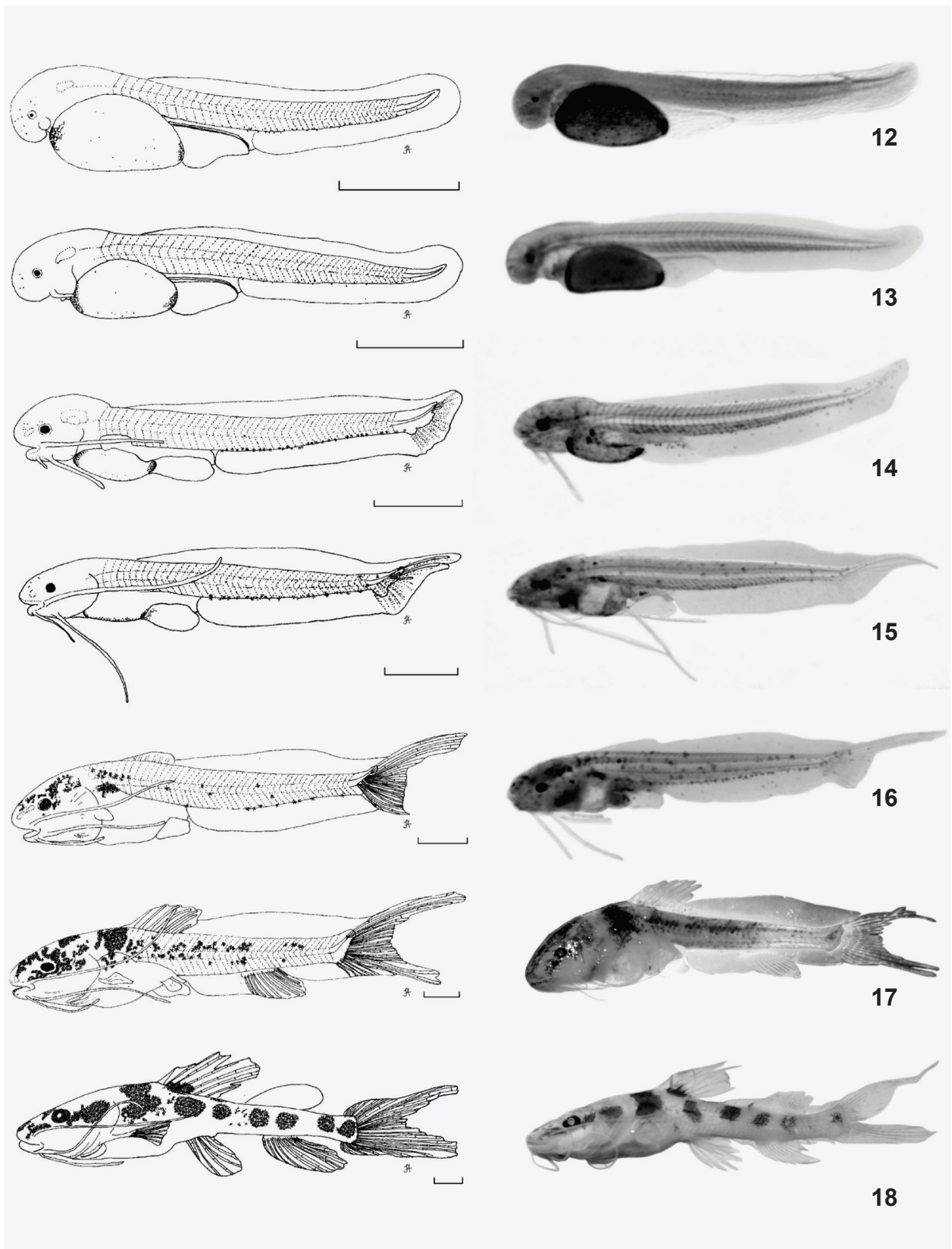
A partir do estágio de pós-flexão (Fig. 17), a pigmentação se intensifica na face lateral da cabeça e também no tronco, após o opérculo, onde forma uma faixa transversal que vai de um flanco a outro, passando pela região anterior da nadadeira dorsal, e também ao longo do corpo, com a presença de aglomerados de cromatóforos dendríticos. As nadadeiras dorsal e anal estão completamente formadas e o botão da nadadeira pélvica pode ser observado. O número de miômeros totais varia de 43-45 (pré-anal=16-17 e pós-anal=27-29).

Período juvenil. Foram analisados 24 exemplares no período juvenil (Fig. 18), com comprimento-padrão entre 19,5 e 49,09 mm. O número de raios das nadadeiras corresponde a: peitoral i + 7-9; pélvica 7; dorsal i + 5-6 e anal 11-13 (Tab. I). Neste período, não foi possível visualizar os

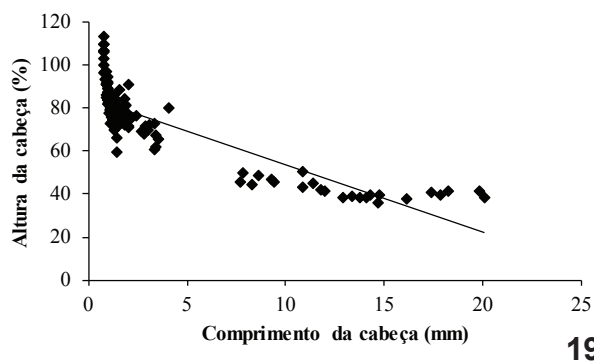
miômeros. Os juvenis apresentam pigmentação na cabeça (faixa longitudinal anterior e posterior ao olho), além de máculas, uma no opérculo e outras distribuídas ao longo do corpo, principalmente acima da linha lateral, e na base da nadadeira dorsal. Todos os barbilhões e nadadeiras estão pigmentados.

Relações corporais e alometria. Houve variação nas relações corporais ao longo do desenvolvimento da espécie. A maioria das medidas biométricas apresentou um aumento proporcional ao longo do desenvolvimento, com exceção da altura da cabeça, que apresentou uma diminuição (Figs 19-21, 22-27). O olho é pequeno (6,45% a 21,57%), a cabeça variou de pequena a grande (11,13% a 42,65%) e o corpo de longo a moderado (13,14% a 32,08%).

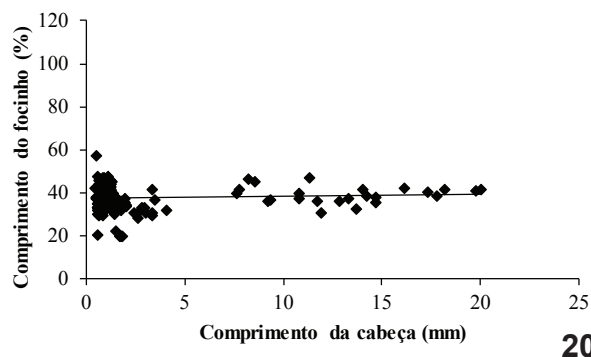
A relação do crescimento da cabeça, do tronco e da cauda em relação ao comprimento total mostrou-se diferente para os estágios de desenvolvimento larval e período juvenil (Figs 28-32). No estágio larval vitelino, de pré-flexão e flexão (Figs 28, 29, 30, respectivamente) os coeficientes de crescimento da cabeça ($b=1,25; 3,01$ e $1,19$) e da cauda ($b=1,49; 1,77$ e $1,22$) mostraram um crescimento



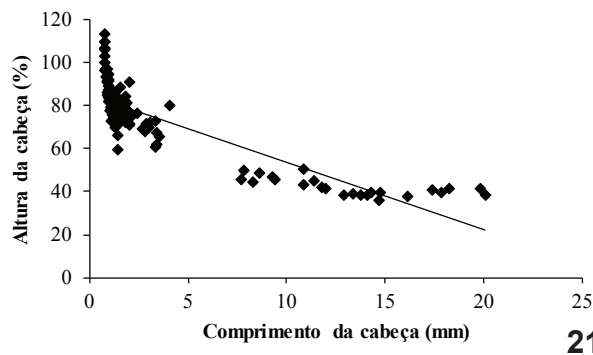
Figs 12-18. Desenvolvimento de larvas e juvenis de *Hemisorubim platyrhynchus* (Valenciennes, 1840): 12, larval vitelino; 13, pré-flexão; 14, início de flexão; 15, flexão; 16, final de flexão; 17, pós-flexão; 18, juvenil.



19



20



21

Figs 19-21. Relações corporais de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) obtidas em função do comprimento da cabeça: 19, diâmetro do olho; 20, comprimento do focinho; 21, altura da cabeça.

alométrico positivo, enquanto o coeficiente de crescimento do tronco ($b=0,33$; $-0,54$ e $0,31$), nestes três estágios, mostrou um crescimento alométrico negativo. Na larva em pós-flexão (Fig. 31), a cabeça manteve um crescimento alométrico positivo ($b=1,47$), o tronco apresentou um crescimento alométrico negativo ($b=0,72$), enquanto que a cauda apresentou um crescimento isométrico ($b=0,94$). No período juvenil (Fig. 32), os coeficientes de crescimento da cabeça e da cauda ($b=1,06$ e $0,86$, respectivamente) mostraram um crescimento isométrico, enquanto o tronco ($b=1,27$) apresentou um crescimento alométrico positivo.

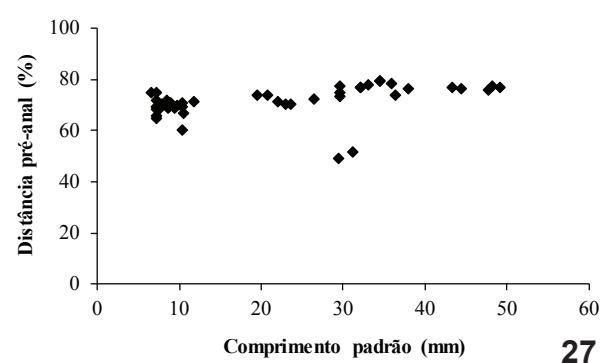
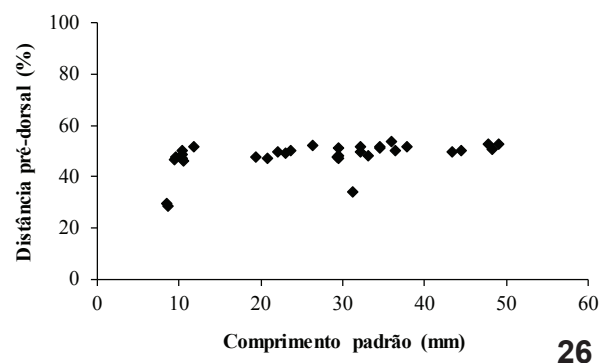
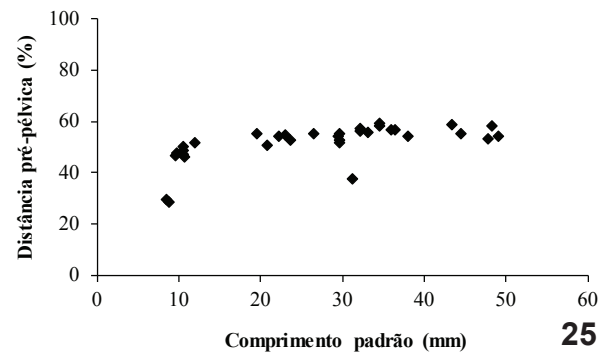
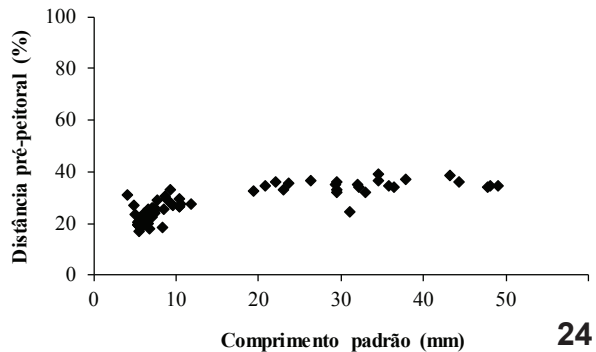
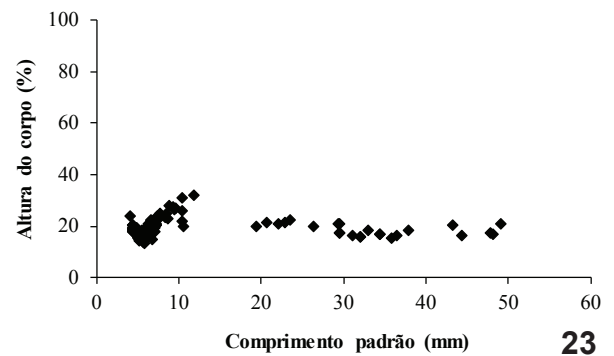
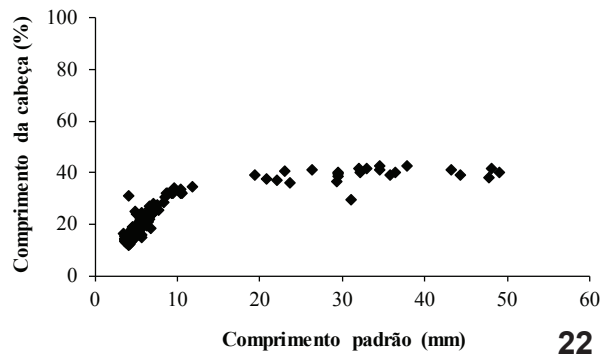
DISCUSSÃO

Hemisorubim platyrhynchos apresentou desenvolvimento embrionário com características semelhantes àquelas da maioria dos teleósteos de água doce (CASTELLANI *et al.*, 1994; RIBEIRO *et al.*, 1995; NAKATANI *et al.*, 2001). O espaço perivitelino amplo apresentado pela espécie é uma característica comum em espécies migradoras que desovam em ambientes lóticos, como *Pseudoplatystoma corruscans* (SPIX & Agassiz, 1829) (NAKATANI *et al.*, 2001) e *B. orbignyanus* (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2004) e possivelmente representa um mecanismo adaptativo para garantir a sobrevivência do embrião, diminuindo a ação de choques mecânicos provocados pela correnteza (SANCHES *et al.*, 2001).

As alterações ocorridas no desenvolvimento inicial variam de acordo com a espécie, sendo este desenvolvimento influenciado por vários fatores, dentre

eles, a temperatura da água (HUET, 1978). Estudos realizados por LUZ *et al.* (2001) com *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 mostraram que a diferenciação do embrião ocorre após 10h50min, a uma temperatura de $23,1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, semelhante ao tempo observado por HONJI *et al.* (2012) para *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1897) ($23,8 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$). Por outro lado, NAKATANI *et al.* (2001) reportaram diferenciação do embrião de *P. corruscans* a partir das 3h15 min e o desprendimento da cauda ocorre após 7h, enquanto LANDINES *et al.* (2003) relataram para a mesma espécie o fechamento do blastóporo 5h após a fertilização e o desprendimento da cauda após 14h, com temperatura média de $26,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$. Os resultados obtidos no presente estudo para *H. platyrhynchos* foram similares aos de *P. corruscans* em relação à diferenciação do embrião e desprendimento da cauda, com pequenas diferenças no tempo de desenvolvimento em relação a outras espécies.

As larvas de *H. platyrhynchos* podem ser consideradas “altriciais”. Segundo FUIMAN (2002), este tipo de larva é pouco desenvolvida à eclosão, com alguns milímetros de comprimento (comprimento padrão médio de $3,83 \pm 0,22$ mm) e transparentes. O saco vitelino é grande, os olhos estão desenvolvidos, porém, sem pigmentos, com boca e brânquias ausentes (FUIMAN, 2002). O pouco desenvolvimento corporal neste estágio está intimamente relacionado às características reprodutivas da espécie (OLIVEIRA *et al.*, 2012), como alta fecundidade e ausência de cuidado parental, as quais possuem rápido desenvolvimento embrionário. Estudos realizados com outras espécies (NAKATANI *et al.*, 2001; LUZ *et al.*, 2001; REYNALTE-TATAJE *et al.*



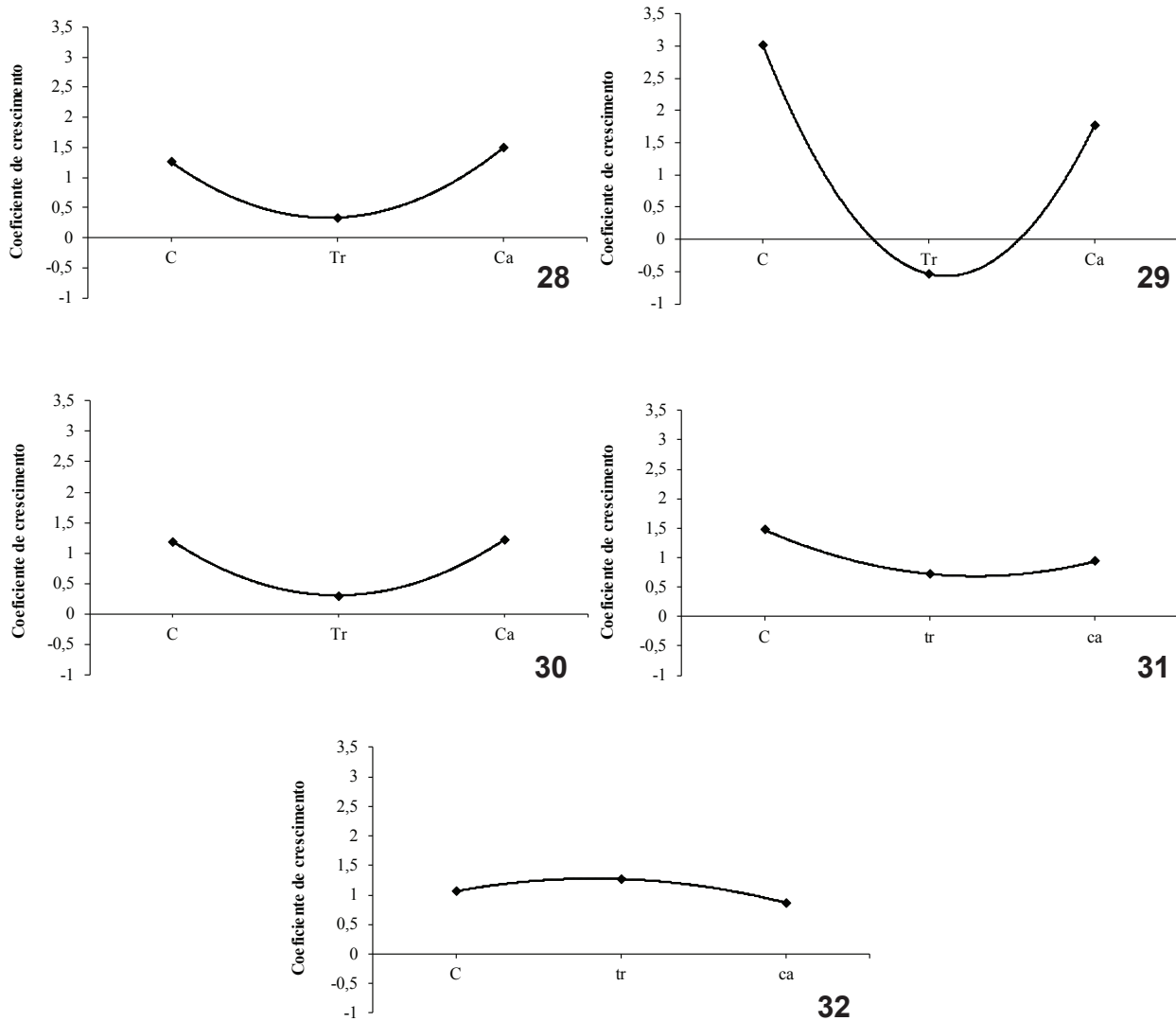
Figs 22-27. Relações corporais de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) obtidas em função do comprimento padrão: 22, comprimento da cabeça; 23, altura do corpo; 24, distância pré-peitoral; 25, distância pré-pélvica; 26, distância pré-dorsal; 27, distância pré-anal.

al., 2004; HONJI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2012) também indicam curto período de incubação com eclosão de larvas caracterizadas por pouco desenvolvimento corporal.

O padrão de pigmentação das larvas pode representar um caractere taxonômico fundamental na identificação de espécies (NASCIMENTO & ARAÚJO-LIMA, 1993; MEIJIDE & GUERRERO, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Segundo KENDALL *et al.* (1984), cada espécie tem um padrão distinto de pigmentação, sendo o tamanho e a localização dos melanóforos determinados geneticamente. Em relação ao padrão de pigmentação das larvas de peixes, os cromatóforos podem apresentar forma dendrítica (ARAÚJO-LIMA, 1985) e puntiforme. As larvas de *H. platyrhynchos*, nos estágios iniciais, possuem cromatóforos exclusivamente puntiformes, distribuídos na região ventral do corpo, de forma concentrada nas regiões anterior e posterior do saco vitelino e de forma esparsa na parte frontal da cabeça.

As larvas iniciais de *P. corruscans* (NAKATANI *et al.*, 2001) possuem o padrão de pigmentação similar ao de *H. platyrhynchos*, com exceção da pigmentação presente na cabeça, que pode ser uma característica que diferencie as duas espécies, visto que há uma grande dificuldade na identificação das larvas destas espécies nos primeiros estágios de desenvolvimento.

O número total ou parcial de miômeros (número total das vértebras menos um) é considerado uma importante variável na identificação de larvas de peixes (SNYDER, 1979), que pode ser uma característica determinante para a separação de espécies, especialmente nos estágios de pré-flexão e flexão (CAVICCHIOLI *et al.*, 1997). Há, porém, uma leve sobreposição do número de miômeros totais entre *H. platyrhynchos* (40 a 46) e *P. corruscans* (45 a 47) (NAKATANI *et al.*, 2001), o que dificulta a separação das espécies, que pertencem a uma mesma família, nos



Figs 28-32. Coeficiente de crescimento da cabeça (C), tronco (Tr) e cauda (Ca) em larvas e juvenis de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) para os diferentes estágios de desenvolvimento larval e juvenil: 28, larval vitelino; 29, pré-flexão; 30, flexão; 31, pós-flexão; 32, juvenil.

estágios iniciais com base neste caractere.

O crescimento alométrico durante o desenvolvimento larval inicial é considerado uma resposta adaptativa para neutralizar pressões ambientais (OSSE & VAN DEN BOOGARD, 2004), aumentando a probabilidade de sobrevivência e de crescimento durante o desenvolvimento inicial, produzindo alterações na forma corporal devido a um crescimento diferenciado dos órgãos e sistemas envolvidos em funções básicas (ou seja, alimentação, respiração e locomoção) (FUIMAN, 1983), ao invés de órgãos que têm menor prioridade para a sobrevivência (OSSE & VAN DEN BOOGARD, 1995).

As mudanças na forma do corpo e, conseqüentemente, em desenvolvimento funcional podem ocorrer rapidamente durante desenvolvimento inicial; a partir de um estado de desenvolvimento incipiente na eclosão, processos de diferenciação têm lugar durante o período de nutrição

endógena para assegurar o êxito na transição da endógena para exógena (PEÑA & DUMAS, 2009). Um rápido crescimento inicial da cabeça e, na maioria dos casos, um rápido crescimento da cauda, observados para várias espécies de teleosteos (FUIMAN, 1983; VAN SNIK *et al.*, 1997; KOUMOUNDOUROS *et al.*, 1999; GISBERT *et al.*, 2002; OSSE & VAN DEN BOOGARD, 2004), também foi verificado para as larvas de *H. platyrhynchos* nos primeiros estágios do desenvolvimento, indicando necessidade prioritária de crescimento para maximizar a alimentação, escapar de predadores e reduzir o gasto energético durante a locomoção. LIMA *et al.* (2012) também observaram um crescimento acentuado da cabeça inicialmente para *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829), espécie que incuba os ovos na boca, porém na fase de embriões - a larva da espécie eclode bem desenvolvida. Estudos de VAN SNIK *et al.* (1997) mostraram que, para *Cyprinus carpio* Linnaeus

1758 e *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), essa prioridade inicial de crescimento da cabeça e da cauda desaparece em direção à fase juvenil; o atraso inicial de crescimento do tronco também se reflete na alometria negativa inicial do intestino, o qual é rápido no período subsequente ao desenvolvimento larval. O mesmo padrão de crescimento foi verificado por KAJI *et al.* (1996, 1999) em estudos com espécies do gênero *Thunnus* (família Scombridae), como a albacora [*Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)] e o atum de barbatana azul [*Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758)], bem como para *H. platyrhynchos* no presente estudo, no qual o crescimento acentuado do tronco nos juvenis iniciais pode indicar mudanças na alimentação.

Com o presente estudo pode-se constatar que *H. platyrhynchos* apresenta um desenvolvimento embrionário rápido, suas larvas são pouco desenvolvidas à eclosão, com saco vitelino grande e elíptico. Com o desenvolvimento, ocorrem mudanças no padrão de pigmentação, crescimento inicial acentuado da cabeça e da cauda associados ao desenvolvimento cerebral e da natação e, posteriormente, do tronco nos juvenis iniciais associados à alimentação, que refletem prioridades de desenvolvimento quando órgãos importantes estão se desenvolvendo para a sobrevivência juvenil. As informações obtidas neste trabalho contribuem para a ecologia e sistemática da espécie, particularmente no que se refere à variação ontogênica na morfologia e crescimento, que poderão subsidiar tanto a larvicultura quanto às ações de manejo e conservação da espécie.

Agradecimentos. Os autores agradecem à Companhia Energética de São Paulo – CESP pelo fornecimento do material biológico utilizado no estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I. & JÚLIO-JR, H. F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C. & BAER, A. eds. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Vitoria, World Fisheries Trust. p.19-89.
- AHLSTROM, E. H. & BALL, O. P. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. **United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin** 56(97):209-245.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. 1985. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia** 45(4):423-431.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. & DONALD, E. 1988. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. **Acta Amazonica** 18(1-2):351-358.
- BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. & NAKATANI, K. 1998. Caracterização morfométrica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto rio Paraná – PR. **Revista Brasileira de Zoologia** 15(4):1037-1047.
- BIALETZKI, A.; 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(2):141-149.
- BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; GALUCH, A. V.; LUVISUTO, M. A.; NAKATANI, K.; MAKRAKIS, M. C. & BORGES, M. E. E. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences** 23(2):377-382.
- CASTELLANI, L.; GODINHO, H.; LEME DOS SANTOS, H.; SANT, R.; FARIA, A. & SANTOS, M. 1994. Desenvolvimento embrionário do curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Cypriniformes, Prochilodontidae). **Revista Brasileira de Morfologia** 11(2):99-105.
- CAVICCHIOLI, M.; NAKATANI, K. & SHIBATA, O. A. 1997. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters** 8:97-106.
- FUIMAN, L. A. 1983. Growth gradients in fish larvae. **Journal of Fish Biology** 23(1):117-123.
- _____. 2002. Special considerations of fish eggs and larvae. In: FUIMAN, L. A. & WERNER, R. G. eds. **Fishery science: the unique contributions of early life stages**. United Kingdom, Blackwell Science. p.1-32.
- GISBERT, E.; MERINO, G.; MUGUET, J. B.; BUSH, D.; PIEDRAHITA, R. H. & CONKLIN, D. E. 2002. Morphological development and allometric growth patterns in hatchery-reared California halibut larvae. **Journal of Fish Biology** 61:1217-1229.
- HEMPEL, G. 1973. On the use of ichthyoplankton surveys. **FAO Fisheries Technical Paper** 122:1-2.
- HOEINGHAUS, D. J.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M.; OKADA, E. K.; LATINI, J. D.; KASHIWAQUI, E. A. L. & WINEMILLER, K. O. 2009. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: Embodied energy and market value of artisanal fisheries. **Conservation Biology** 23(5):1222-1231.
- HONJI, R. M.; TOLUSSI, C. E.; MELLO, P. H.; CANEPEPE, D. & MOREIRA, R. G. 2012. Embryonic development and larval stages of *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae): implications for the conservation and rearing of this endangered neotropical species. **Neotropical Ichthyology** 10:313-327.
- HUET, M. 1978. **Tratado de Piscicultura**. Madri, Mundi- Prensa. 745p.
- KAJI, T.; TANAKA, M.; OKA, M.; TAKEUCHI, H.; OHSUMI, S.; TERUYA, K. & HIROKAWA, J. 1999. Growth and morphological development of laboratory-reared yellowfin tuna *Thunnus albacares* larvae and early juveniles, with special emphasis on the digestive system. **Fisheries Science** 65(5):700-707.
- KAJI, T.; TANAKA, M.; TAKAHASHI, Y.; OKA, M. & ISHIBASHI, N. 1996. Preliminary observations on development of Pacific bluefin tuna *Thunnus thynnus* (Scombridae) larvae reared in the laboratory, with special reference to the digestive system. **Marine & Freshwater Resource** 47(2):261-269.
- KENDALL, A. W.; AHLSTROM, E. H. & MOSER, H. G. 1984. **Ontogeny and systematics of fishes**. Lawrence, American Society Ichthyologists and Herpetologists. p.11-12.
- KOUMOUNDOUROS, G.; DIVANACH, P. & KENTOURI, M. 1999. Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae) in rearing conditions. **Marine Biology** 135:561-572.
- LANDINES, M. A.; SENHORINI, J. A.; SANABRIA, A. I. & URBINATI, E. C. 2003. Desenvolvimento embrionário do pintado (*Pseudoplatystoma coruscans* Agassiz, 1829). **Boletim Técnico do CEPTA** 16:1-13.
- LEIS, J. M. & TRNSKI, T. 1989. **The larvae of Indo-Pacific shore fishes**. Honolulu, University of Hawaii Press. 371p.
- LIMA, A. R. A.; BARLETTA, M.; DANTAS, D. V.; POSSATO, F. E.; RAMOS, J. A. A.; COSTA, M. F. 2012. Early development and allometric shifts during the ontogeny of a marine catfish (*Cathorops spixii*-Ariidae). **Journal of Applied Ichthyology** 28:217-225.
- LUZ, R. K.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; FERREIRA, A. A. & ZANIBONI-FILHO, E. 2001. Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandimarelo *Pimelodus maculatus*. **Boletim do Instituto de Pesca** 27(1):49-55.
- MACIEL, C. M. R. R.; JÚNIOR, A. M.; DONZELE, J. L.; LANNA, E. A. T. & MENIN, E. 2009. Desenvolvimento morfológico das larvas de *Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908 (Characiformes, Erythrinidae), da eclosão até a metamorfose, relacionado com a capacidade de capturar alimento exógeno. **Revista Biotemas** 22(3):103-111.
- MAKRAKIS, M. C.; MIRANDA, L. E.; MAKRAKIS, S.; JUNIOR, H. M. F.; MORLIS, W. G.; DIAS, J. H. P. & GARCIA, O. J. 2012. Diversity in migratory patterns among neotropical fishes in a highly regulated river basin. **Journal of Fish Biology** 81:866-881.

- MELIJE, F. J. & GUERRERO, G. A. 2000. Embryonic and larval development of a substrate-brooding cichlid *Cichlasoma dimerus* Heckel, 1940 under laboratory conditions. **Journal of Zoology** **252**:481-493.
- NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & LATINI, J. D. 1998. Descrição morfológica de larvas do mapará *Hypophthalmus edentatus* (Spix) (Osteichthyes, Hypophthalmidae) no reservatório de Itaipu (rio Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** **15**(3):687-696.
- NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & TENÓRIO-BAUMGARTNER, M. S. 1997. Larval development of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) (Perciformes, Sciaenidae) de Itaipu reservoir (Paraná river, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia** **14**(1):35-44.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. & PAVANELLI, C. S. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento manual de identificação de ovos e larvas de peixes brasileiros de água doce**. Maringá, EDUEM. 378p.
- NASCIMENTO, F. L. & ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. 1993. Descrição de larvas de *Psectrogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central. **Acta Amazonica** **23**(4):457-472.
- OLIVEIRA, F. G. D.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANTIN, M. & TAGUTI, T. L. 2012. Larval development of *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). **Iheringia, Série Zoologia** **102**(1):62-70.
- OSSE, J. W. M. & VAN DEN BOOGAART, G. M. J. 1995. Fish larvae, development, allometric growth and the aquatic environment. **ICES Marine Science Symposia** **201**:21-34.
- _____. 2004. Allometric Growth in fish Larvae: Timing and Function. In: GOVONI, J. J. ed. **The development of form and function in fish and the question of larval adaptation**. American Fisheries Society. Symposium, 40, Bethesda, Maryland. p.167-194.
- PENHA, J. M. F.; MATEUS, L. A. F. & BARBIERI, G. 2004. Age and growth of the Pothole Shovelnose Catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology** **64**(4):833-840.
- PEÑA, R.; DUMAS, S. & RODRÍGUEZ-JARAMILLO, C. 2009. Development and distribution of intestinal enzymatic activity in *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868) larvae fed live prey. **Aquaculture Research** **40**:218-224.
- REIS, R. E.; KULLENDER, S. O. & FERRARIS JR, C. J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. 729p.
- REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. & ESQUIVEL, J. R. 2004. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Scientiarum** **26**(1):67-71.
- REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. & MUELBERT, B. 2001. Stage of the embryonic development of the piaçuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum** **23**(4):823-827.
- RIBEIRO, C.; LEME DOS SANTOS, H. & BOLZAN, A. 1995. Estudo comparativo da embriogênese de peixes ósseos (pacu, *Piaractus mesopotamicus*; tambaqui, *Colossoma macropomum* e híbrido tambacu). **Revista Brasileira de Biologia** **55**(1):65-68.
- SANCHES, P. V.; NAKATANI, K. & BIALETZKI, A. 1999. Morphological description of the developmental stages of *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) on the floodplain of the upper Paraná River. **Revista Brasileira de Biologia** **59**(3):429-438.
- SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SIUBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K. & BARBOSA, N. D. C. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus frederici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná. **Acta Scientiarum** **23**(2):383-389.
- SNYDER, D. E. 1979. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. In: HOYT, R. D. ed. **Proceedings of Third Symposium on Larval Fish**. Western Kentucky University, Bowling Gree. p. 53-69.
- SOUSA, W. T. Z. & SEVERI, W. 2002. Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829 (Characiformes, Cynodontidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **19**(1):85-94.
- SUZUKI, H. I.; VAZZOLER, A. E. A. M.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. A. P. & INADA, P. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. eds. **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden, Backhuys Publishers. p. 271-291.
- VAN SNIK, G. M. J.; VAN DEN BOOGAART, J. G. M. & OSSE, J. W. M. 1997. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. **Journal of Fish Biology** **50**:1339-1352.