

## Anatomia Funcional e Morfometria do Intestino no Teleostei (Pisces) de Água Doce Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* - Agassiz, 1829)<sup>1</sup>

José Teixeira de Seixas Filho<sup>2</sup>, José de Moura Brás<sup>3</sup>, Andréa Tassis de Mendonça Gomide<sup>4</sup>, Maria Goreti de Almeida Oliveira<sup>5</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>6</sup>, Eliane Menin<sup>7</sup>

**RESUMO** - Os objetivos do presente trabalho foram estudar a anatomia funcional e a morfometria comparativas nos intestinos médio e no reto, do peixe Teleostei, surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes, Siluroidei, Pimelodidae), de hábito alimentar carnívoro, em duas classes de tamanho, visando fornecer referência à nutrição para o ajuste de diferentes sistemas de alimentação artificial para essa espécie nativa. Por meio destes estudos concluiu-se que o intestino do surubim, sob o ponto de vista morfológico, deve ser denominado, de intestino médio e reto, devido a presença da valva ileorretal e da invaginação valvar intestinal entre esses segmentos. Em relação ao padrão de enrolamento do intestino, apesar do plano geral do intestino médio e do reto ter sido mantido, as alças do intestino médio apresentaram arranjo indefinido, não tendo sido determinado um arranjo-padrão para a espécie. O arranjo intestinal é compatível ao da maioria de peixes carnívoros, ou predominantemente carnívoro, uma vez que seu intestino é quase retilíneo; contudo, as circunvoluções das alças finais do intestino médio talvez possam ser vistas como adaptações a um possível regime onívoro, preferencialmente carnívoro. As pregas intestinais encontram-se mais complexas e desenvolvidas no intestino dos exemplares da segunda classe de tamanho. Procurando estabelecer relações entre o arranjo das pregas das mucosas e a velocidade de transporte do alimento no intestino médio da espécie estudada, sugere-se que o padrão longitudinal, com numerosas anastomoses retardam o avanço do alimento em sentido aboral, o que possibilita maior período digestivo e, conseqüentemente, maior aproveitamento dos nutrientes, pela exposição do material alimentar à mucosa intestinal por período maior, além de contribuir para a preparação do bolo fecal. As pregas da mucosa próxima ao ânus têm direção longitudinal, sugerindo auxílio na expulsão dos bolos fecais, direcionando-os para o meio exterior.

Palavras-chave: anatomia, peixe de água doce, surubim, teleósteos

## Functional Anatomy and Morphometry of the Intestine of Fresh Water Teleoste (Pisces) Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* - Agassiz, 1829)

**ABSTRACT** - The objectives of this work were to study the functional anatomy and the comparative morphometry in the medium intestine and in the rectum of Teleostei, surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes, Siluroidei, Pimelodidae), with carnivorous feeding habits, in two size classes, aiming to provide nutritional data for the adjustment of different artificial feeding system. It was concluded that the surubim intestine, under a morphological view, must be called of medium intestine and rectum, due to the presence of ileo-rectal valve and of intestinal valve invagination among these segments. In relation to the intestinal widding pattern, although the overall arrangement of the medium intestine and rectum was maintained, the medium intestine rings showed undefined arrangement, and an standard arrangement could not be determined for the specie. The intestinal arrangement was compatible to the most carnivorous fishes, or predominantly carnivore, once the intestine is almost ret; however, the circunvolutions of intestine final rings of medium intestine can be considered adaptations of a possible omnivorous feeding, preferentially carnivorous. The intestinal fold were more complex and developed in the intestine of the second size class species. In order to establish the relations among the mucous fold arrangement and the o food transportation speed in the medium intestine of the studied specie, it is suggested that the longitudinal pattern, with several anastomoses delay the feed progress in the aboral direction, allowing a larger digestive period and, consequently, better feed nutrients profit, by the feed material exposition to the intestinal mucous for larger period, besides contributing for the fecal mass preparation. The mucous fold next to the anus have longitudinal direction, contributing for the fecal bolos expulsion, directing them to the exterior environment.

Key Words: anatomy, freshwater fish, surubim, teleosteo

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à UFV, financiada pelo CNPq e pela FAPEMIG.

<sup>2</sup> Pesquisador da Fund. Inst. de Pesca do RJ - FIPERJ - 24120-191 - Niterói, R.J. E.mail:seixasfilho@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor do Dept. de Matemática/UFV - 36571-000 - Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Zootecnista, bolsista de DTI da FAPEMIG

<sup>5</sup> Professor do Dept. de Bioquímica e Biologia Molecular/UFV - 36571-000 - Viçosa, MG.

<sup>6</sup> Professor do Dept. de Zootecnia/UFV - 36571-000 - Viçosa, MG.

<sup>7</sup> Professor do Dept. de Biologia Animal/UFV - 36571-000 - Viçosa, MG.

## Introdução

Considerando-se a grande diversidade das espécies de peixes e conseqüente diferenciação morfo-fisiológica, a nutrição de peixes apresenta-se como uma grande área de estudos, apresentando hábitos e comportamentos alimentares diversos. Apesar das investigações nesta área acumularem décadas de conhecimentos muitos estudos vêm sendo realizados procurando relacionar as características estruturais, anatômicas e, ou, histológicas do aparelho digestivo dos peixes com seus hábitos e comportamentos alimentares, permitindo, inclusive, inferir a respeito da alimentação de espécies de valor comercial.

Essas relações, estabelecidas entre o regime alimentar e as características do aparelho digestivo, também vêm sendo estudadas em outros grupos zoológicos, onde a tecnologia já atingiu um estágio de controle na formulação e manipulação de rações balanceadas, indispensável na obtenção de resultados produtivos satisfatórios. Contudo, a nutrição de peixes, principalmente os Teleostei tropicais, encontra-se longe de estabelecer padrões de exigências, que possam ser utilizados pelos nutricionistas de uma forma padronizada.

Vários autores (ANGELESCU e GNERI, 1949; AL-HUSSAINI, 1946, 1947; 1949, assim como HIDALGO e ALLIOT, 1987), ressaltaram a importância do conhecimento da morfologia do tubo digestivo dos peixes, por ela ser muito variável e ilustrar a diversidade de seus regimes alimentares e de seus modos de vida. HIDALGO e ALLIOT (1987) enfatizaram, por exemplo, o comprimento do tubo digestivo, que repercute de maneira importante nos aspectos quantitativos da digestão e absorção de alimento. De mesma forma, GALLEGO e RUS (1987) consideraram imprescindível, antes do aprofundamento no estudo dos distintos mecanismos de absorção intestinal, o conhecimento das características anatomo-histológicas do intestino dos peixes.

As características anatômicas do aparelho digestivo dos peixes acham-se em estreita dependência com a natureza dos alimentos, as características do habitat, o estado nutricional e o estágio de desenvolvimento do indivíduo, manifestadas, especialmente nesse aparelho, por adaptações e modificações. Essas são variações morfológicas provocadas pela ação de fatores do ambiente sobre o organismo, podendo ser de caráter permanente, produzidas na evolução filogenética, como no caso das adaptações, ou, de

caráter temporário, produzidas no ciclo ontogenético do indivíduo, chamadas de modificações (ANGELESCU e GNERI, 1949). Portanto, é de fundamental importância o conhecimento da biologia das espécies e, em particular, o conhecimento da interligação desses fatores, o que fornece subsídios para melhor compreensão do seu desempenho em seus ecossistemas naturais ou em piscigranjas.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivos estudar a anatomia funcional e a morfometria comparativa no intestino médio e no reto do peixe Teleostei surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*, Agassiz, 1829), carnívoro, visando fornecer referência à nutrição para o ajuste de diferentes sistemas de alimentação artificial, sendo essa avaliação fundamental para que os nutricionistas possam definir um padrão alimentar.

## Material e Métodos

Foram utilizados exemplares de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes, Siluroidei, Pimelodidae), procedentes dos viveiros da Estação de Pesquisas e Desenvolvimento Ambiental de Volta Grande - CEMIG, em Conceição das Alagoas, MG. Os exemplares de cada espécie de peixe foram separados em duas classes de tamanho, levando-se em consideração o comprimento-padrão. A primeira e segunda classes de tamanho, compreenderam 10 e 5 peixes de 30,00 a 34,50 cm e 36,00 a 42,00 cm, respectivamente. A média do peso e comprimento-padrão, para a primeira classe, foi de 288,72 g ( $\pm 20,05$ ) e 32,05 cm ( $\pm 1,19$ ), respectivamente. Na segunda classe, os exemplares apresentaram média de 530,51 g ( $\pm 56,63$ ) e 38,50 cm ( $\pm 1,05$ ) de peso e comprimento-padrão, respectivamente.

Os animais foram coletados com auxílio de tarrafas e redes de arrasto. Em seguida, transportados em sacos plásticos com oxigenação em caixas de isopor até o laboratório e, então, acondicionados em aquários com capacidade para 2000 litros, abastecidos com água corrente, sendo então submetidos a jejum, por dois dias, devido ao comprimento do intestino ser considerado curto, por ser uma espécie carnívora. Após esse período, os exemplares sofreram imediata contenção fisiológica por meio de secção transversal da medula espinhal, após a região occipital, foram identificados e fixados em solução aquosa de formol, a 4%, em que permaneceram durante todo o período de estudo.

A rotina para esses procedimentos foi a que se segue: (a) contenção fisiológica, por meio de secção transversal da medula espinhal imediatamente após a região occipital (MENIN, 1994); (b) tomada do comprimento-padrão, sendo obtido pela distância da extremidade mais anterior do focinho à base dos raios medianos da nadadeira caudal, em linha reta, conforme RICKER (1968); (c) tomada de peso corpóreo; (d) identificação do exemplar por uma etiqueta numerada; (e) fixação da mucosa do aparelho digestivo, por meio de perfusão, via oral e anal, desse aparelho, com a solução fixadora, solução aquosa de formol, a 4% (CHAUDRY e KHANDELWAL, 1961); (f) fixação do exemplar, em solução aquosa de formol, a 4%.

Para a melhor preservação dos órgãos foi feita incisão longitudinal ventral, da região gular até próximo ao ânus, ficando, assim, os órgãos expostos a solução fixadora. Em seguida, para melhor preservação da mucosa, foi injetada solução fixadora no aparelho digestivo, por via oral, com auxílio de seringa hipodérmica. Os animais receberam ainda injeções intramusculares adicionais do fixador, para melhor preservação dos músculos corpóreos.

Os estudos anatômicos foram desenvolvidos no Laboratório de Morfofisiologia Animal, do Departamento de Biologia Animal do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.

Neste estudo foi considerada a divisão do tubo digestivo de BÉRTIN (1958), correspondendo, então, o intestino propriamente dito ao intestino médio e o último segmento ao reto, devido a presença da valva ileorretal.

O intestino médio e o reto foram subdivididos em segmentos para facilitar o acompanhamento das mudanças anatômicas, em relação a sua disposição na cavidade peritoneal. Assim, cada circunvolução observada na sua trajetória é designada no texto como alça, sendo acompanhada de um algarismo. Portanto, o surubim apresentou quatro alças.

Foram enfatizados no estudo anatômico do intestino médio e, ou, reto os seguintes aspectos estruturais: (a) disposição na cavidade peritoneal; (b) padrão da mucosa: orientação das pregas da mucosa; estrutura das pregas; presença de anastomoses entre as pregas; distância entre pregas adjacentes; e (c) presença de valva e, ou, esfíncter ileorretais.

Uma vez o material fixado, foram feitos cortes nos exemplares segundo AMLACHER (1964) e,

com auxílio de microscópio estereoscópio OLIMPUS, SZH 131, foi feita a descrição anatômica da disposição do intestino médio e do reto na cavidade peritoneal. Feito isso, os segmentos foram dissecados e, de mesmo modo, com auxílio do referido microscópio, foi feita sua descrição, conforme os planos anatômicos de delimitação: cranial, caudal, dorsal, ventral e laterais direito e esquerdo.

Para o estudo do padrão da mucosa do intestino médio e do reto e para a definição do padrão de enrolamento desses segmentos digestivos na cavidade peritoneal, foi feito conforme MENIN e MIMURA (1992). O estudo topográfico do intestino médio e do reto e para a verificação da existência do esfíncter e, ou, da valva ileorretal padronizou-se um período de jejum para ressaltar as diferenças na arquitetura da mucosa, especialmente na do intestino médio, conforme o estado de repleção desse órgão e, procedeu-se, conforme SUYEHIRO (1942): cada um dos segmentos do intestino médio e do reto foi incisado longitudinalmente, na parede lateral esquerda. As incisões foram feitas sobre uma placa de Petri preenchida com cera e as bordas resultantes, rebatidas e fixadas com auxílio de alfinetes; as partículas remanescentes foram retiradas com um pincel de cerdas macias, os intestinos foram, então, imersos em água por 24 horas. Após esse período, a água foi escoada, o padrão da mucosa descrito.

As medidas de comprimento foram tomadas com auxílio de paquímetro, em milímetros. Foi considerada a distância do início do intestino médio, imediatamente após o esfíncter pilórico, ao ânus, em linha reta, como a correspondente ao comprimento do intestino médio e do reto.

Para as medidas do diâmetro, verificou-se a largura dos segmentos, mensurando-se cada alça intestinal em três posições, caudal, mediana e cranial. Para o cálculo do diâmetro da alça, procedeu-se média aritmética das três medidas.

Para expressar matematicamente as medidas feitas, foi utilizado o Coeficiente Intestinal (CI), que expressa a relação entre o comprimento intestinal (intestino médio e reto) e o comprimento padrão (BÉRTIN, 1958).

Foram calculadas a média geral e o erro-padrão para as medidas do intestino médio e do reto, com auxílio do SAEG (1997).

Foram ilustrados os segmentos dos intestinos médio e do reto, em diferentes vistas, segundo os planos anatômicos de delimitação em que foram

descritos, com auxílio de uma câmara fotográfica e, o padrão da mucosa de cada segmento dos intestinos foi ilustrado, com auxílio de microscópio óptico binocular (DOCUVAL -Carl Zeiss-Jena). Os filmes utilizados foram Gold Ultra 400 da KODAK, colorido, as cópias feitas em papel fotográfico KODAK F3.

As fotografias foram realizadas no Laboratório fotográfico do Setor de Anatomia Vegetal, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFV.

A confecção das pranchas anatômicas das espécies em estudo foram feitas com auxílio de microcomputador, por meio de digitalização das fotos no programa PHOTO SHOP 4.0 e a diagramação foi realizada no programa POWER POINT.

### Resultados e Discussão

A disposição dos órgãos digestivos está diretamente relacionada com a forma da cavidade peritoneal que, por sua vez, está relacionada com a forma do corpo. No terço anterior da cavidade peritoneal dispõem-se o intestino anterior (esôfago e estômago), a alça 1 e a porção cranial da alça 2 do intestino médio, os lobos hepáticos direito e esquerdo, a vesícula biliar e as vias biliares; no terço médio encontram-se o baço e as circunvoluções do intestino médio, denominadas de alça 3, devido a sua grande variação nas circunvoluções e, no terço posterior encontra-se o reto (Figuras 1A e 2A). Este chega ao ânus, que se abre logo após as nadadeiras pélvicas. O peritônio é claro, com pouca melanização. A forma da cavidade peritoneal é condizente com a forma do corpo da espécie em estudo. Esta disposição é, geralmente, encontrada na maioria dos Teleostei e foi também verificada por MENIN (1988), LOGATO (1995), GOMIDE (1996) e MORAES et al. (1997) nas espécies por estes estudadas. Um dos aspectos mais importantes a ser discutido neste item é a relação entre as características anatômicas da cavidade peritoneal e o arranjo espacial das alças intestinais.

O intestino de *Pseudoplatystoma coruscans*, portanto, pode ser subdividido em quatro porções distintas: a primeira (alça 1), que vai desde a valva pilórica à primeira das circunvoluções citadas; a segunda (alça 2), que compreende a porção caudal da primeira circunvolução até a porção cranial das circunvoluções, unidas pelo mesentério, e cujo limite posterior é a última circunvolução observada (alça 3); e, a última (alça 4), o reto, que vai desta a circunvolução

ao ânus. Vários autores tiveram o mesmo procedimento em relação a estes segmentos intestinais (BÉRTIN, 1958; SIS et al., 1979; MENIN, 1988; MORAES e BARBOLA, 1995).

Quanto a relação entre as características anatômicas da cavidade peritoneal e o arranjo espacial das alças intestinais BÉRTIN (1958) afirmou que, nos Teleostei, o padrão de voltas e o comprimento do tubo digestório devem ser compatíveis com a forma do corpo, com o desenvolvimento da bexiga natatória e com o desenvolvimento ou atrofia da musculatura, entre outros aspectos.

Na porção terminal do intestino médio e o reto localizam-se a valva ileorretal, que se projeta à luz do reto [Figuras 3 e 4 (A<sub>4</sub> - Reto)].

Em alguns exemplares das duas classes de tamanho, 30,00 a 34,50 cm e 36,00 a 42,00 cm de comprimento-padrão, respectivamente, observa-se a presença de uma invaginação valvar intestinal, [Figuras 3 e 4 (A<sub>4</sub>)] que podem ocorrer no intestino médio e, ou, no limite caudal do intestino médio (substituindo a valva ileorretal) e, ou, no reto, ilustrada na Figura 3. SIS et al. (1979) e MORAES e BARBOLA (1995) referiram-se ao último segmento intestinal como reto, em virtude da presença de uma valva entre esse segmento e o intestino médio. Por outro lado, MOSHIN (1961, 1962) não observou essa valva nas espécies por ele estudadas. Havendo um esfíncter demarcando as duas regiões em *Glossogobius giuris*, *Anabas testudineus*, *Notopterus notopterus* e *Barbus sarana*. MENIN (1988), estudando as espécies *Hoplias malabaricus* e *Pimelodus* sp., observou tanto a valva quanto o esfíncter ileorretais demarcando as referidas regiões.

Alguns autores procuraram relacionar o arranjo das alças intestinais com os hábitos alimentares dos peixes. As adaptações do intestino, desde o comprimento e o arranjo na cavidade

peritoneal até a estrutura da mucosa, é um dos aspectos mais estudados, em nível anatômico, quanto à interações entre o ambiente, o regime alimentar e a aparelho digestivo dos peixes.

Para os exemplares das duas classes de tamanho, pode-se verificar que da alça 1, que vai desde a valva pilórica à primeira circunvolução; a alça 2, que compreende a porção caudal da primeira circunvolução até a porção cranial da alça 3 (várias circunvoluções) e a alça 4 (reto) que vai da porção caudal da alça 3 até o ânus, a disposição das alças intestinais do intestino não se alteram. Portanto, observou-se que

o segmento intestinal denominado de alça 3, apresentou intensa variação do seu arranjo intestinal, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2 (A, B, C, D, E e F). Não pode, durante a avaliação dos exemplares dessa espécie, determinar um arranjo padrão do intestino médio. Para os exemplares da primeira classe de tamanho, a mucosa da primeira alça do intestino médio apresenta pregas muito espessas em sentido paralelo à parede intestinal, com grande quantidade de anastomoses por meio de pregas curtas, menos espessas, oblíquas e transversalmente dispostas (Figura 4).

O padrão da mucosa na porção cranial da segunda alça do intestino as pregas são menos espessas e mais longas, com raras anastomoses. Na porção mediana, as pregas são ainda menos espessas, mais curtas que a porção anterior e, apresentam maior sinuosidade nas bordas livres na sua porção caudal, dispostas, em relação à parede intestinal de forma mais oblíqua. Na terceira alça, as pregas apresentam a menor espessura em relação a todas as porções das alça anteriores e, possuem acentuada sinuosidade de suas pregas paralelamente dispostas em relação à parede intestinal. Na porção cranial da quarta alça intestinal, as pregas apresentam a menor espessura, menor altura e grande sinuosidade em relação aos segmentos intestinais anteriores e observa-se a presença da valva ileorretal limitando o intestino médio com o reto. Na porção cranial do reto as pregas encontram-se com a mesma estrutura da porção final do intestino médio. Na porção mediana do reto observou-se a presença de uma invaginação valvar intestinal e, na sua porção caudal, próxima ao ânus, as pregas encontram-se bem curtas, mais espessas e com intensa sinuosidade e disposição paralela em relação à parede intestinal (Figura 4).

Para os exemplares da segunda classe de tamanho, a mucosa da primeira alça do intestino médio apresenta pregas muito espessas, estreitas e com as bordas livres, onduladas, longitudinalmente dispostas em relação à parede intestinal e anastomosadas em alguns pontos por pregas curtas, menos espessas, oblíqua e transversalmente dispostas (Figura 5).

O padrão da mucosa na porção cranial da segunda alça do intestino médio é semelhante ao descrito, mas as pregas são mais espessas e menos longas, com poucas anastomoses. Na porção mediana, as pregas são ainda menos espessas, mais curtas que a porção anterior e, apresentam maior sinuosidade nas bordas livres na sua porção caudal, porém estão dispostas, em relação à parede intestinal de forma

mais paralela. Na porção cranial da terceira alça, as pregas apresentam a menor espessura em relação a todas as porções das alças anteriores e, possuem acentuada sinuosidade de sua pregas, com grande número de anastomoses por meio de pregas curtas, menos espessas, oblíqua e transversalmente dispostas em relação à parede intestinal. A porção mediana da terceira alça intestinal, as pregas são bem curtas, pouco espessas e bastante anastomosadas, com sulcos largos e pouco profundos entre as pregas. Na sua porção caudal, as pregas apresentam espessuras bem similares com àquelas que promoviam as anastomoses, lembrando um formato de rede, as alturas das pregas estão bem reduzidas em relação as porções anteriores. Na porção cranial da quarta alça intestinal as pregas apresentam a menor espessura em relação a todos os segmentos intestinais e observa-se a presença de uma invaginação valvar intestinal, na sua porção mediana. Na porção caudal dessa alça as pregas encontram-se bem curtas e com intensa sinuosidade. Na porção cranial do reto observa-se a valva íleorretal limitando o intestino médio com o reto. Este possui a mucosa com as pregas menos espessas que as do intestino médio, longitudinais, com as bordas livres muito onduladas. Próximo ao ânus, as pregas são longitudinais, paralelas e mais largas que nos segmentos anteriores (Figura 5).

Para KHANNA e MEHROTA (1971) as pregas da mucosa mais complexamente estruturadas podem ser encontradas nas espécies carnívoras. Já ANGELESCU e GNERI (1949) procuraram relacionar a estrutura da mucosa intestinal com os processos fisiológicos da digestão e absorção, afirmando que a região com as pregas mais complexas estariam mais envolvidas com os processos absorptivos, dado o aumento da área efetiva para a absorção de nutrientes. Observações semelhantes foram feitas por FUGI e HAHN (1991), LOGATO (1995), MORAES E BARBOLA (1995) e GOMIDE (1996). Essas relações podem ser bem evidenciadas nas duas classes de tamanho da espécie em estudo, nas quais os dois primeiros terços intestinais apresentaram-se com a mucosa extremamente desenvolvida, estando, provavelmente, mais relacionada com os processos de absorção dos nutrientes.

Procurando estabelecer relações entre o arranjo das pregas na mucosa e a velocidade de transporte do alimento no intestino médio da espécie em estudo, pode-se supor que o padrão longitudinal com numerosas anastomoses, retardam o avanço do alimento em

Figura 1 - *Pseudoplatystoma coruscans*, disposição do tubo digestivo na cavidade peritoneal, vista ventral, sendo: an - ânus; bç - baço; bn - bexiga natatória; est - estômago; fg - fígado; im - intestino médio; rt - reto; vb - vesícula biliar. <sup>1, 2, 3, 4</sup> Alças intestinais 1 a 4.

Figure 1 - *Pseudoplatystoma coruscans*, digestive canal arrangement in the peritoneal cavity, ventral vision, where: an - anus; bç - spleen; bn - natatory bladder; est - stomach; fg - liver; im - medium intestine; rt - recto; vb - billiard vesicle. <sup>1, 2, 3, 4</sup> Intestine rings from 1 to 4.

Figura 2 - *Pseudoplatystoma coruscans*, disposição do tubo digestivo na cavidade peritoneal, vista ventral, sendo: na - ânus; bç - baço; bn - bexiga natatória; est - estômago; fg - fígado; im - intestino médio; rt - reto; vb - vesícula biliar. <sup>1, 2, 3, 4</sup> Alças intestinais 1 a 4.

Figure 2 - *Pseudoplatystoma coruscans*, digestive canal arrangement in the peritoneal cavity, ventral vision, where: an - anus; bç - spleen; bn - natatory bladder; est - stomach; fg - liver; im - medium intestine; rt - recto; vb - billiard vesicle. <sup>1, 2, 3, 4</sup> Intestine rings from 1 to 4.

Figura 3 - *Pseudoplatystoma coruscans* (30,00 cm a 34,50 cm), intestino médio e reto, vista lateral esquerda e detalhe do padrão da mucosa das alças intestinais, sendo: an - ânus; rt - reto. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>: Alças intestinais 1 a 4. Aumento: A<sub>1</sub> - 109 X; A<sub>2</sub> e ânus - 105 X; A<sub>3</sub> - 107 X; A<sub>4</sub> e reto - 280 X.

Figure 3 - *Pseudoplatystoma coruscans* (30.00 to 34.5 cm), medium intestine and rectum, left lateral vision and detail of intestinal rings mucosa standard, where: an - anus; rt - recto; A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>: intestine rings from 1 to 4. Increase: A<sub>1</sub> - 109 X; A<sub>2</sub> and anus - 105 X; A<sub>3</sub> - 107 X; A<sub>4</sub> and rectum - 280 X.

Figura 4 - *Pseudoplatystoma coruscans*, (36,00 cm a 42,00 cm), intestino médio e reto, vista lateral esquerda e detalhe do padrão da mucosa das alças intestinais, sendo: an - ânus; rt - reto. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>: alças intestinais 1 a 4. Aumento: A<sub>1</sub> a A<sub>4</sub>, reto e ânus - 105 vezes.

Figure 4 - *Pseudoplatystoma coruscans* (36.00 to 42.00 cm), medium intestine and rectum, left lateral vision and detail of intestinal rings mucosa standard, where: an - anus; rt - recto; A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>: intestine rings from 1 to 4. Increase: A<sub>1</sub> to A<sub>4</sub>, rectum and anus 105 times.

sentido aboral, o que possibilita maior período digestivo e, conseqüentemente, maior aproveitamento dos nutrientes, o que concorda com MENIN (1988), LOGATO (1995) e GOMIDE (1996). Pode-se ainda supor que, na espécie em questão, as pregas longitudinalmente dispostas auxiliam no direcionamento do conteúdo intestinal e na distensão das paredes intestinais adaptando-as à acomodação do material que o intestino médio e o reto recebem. É interessante ressaltar que as pregas valvares devem também auxiliar na contenção das paredes intestinais a distensões excessivas, atuando como reforço para elas, além de impedirem o refluxo do material digerido. As pregas da mucosa próximas ao ânus têm direção longitudinal, podendo-se supor que elas devem auxiliar na expulsão dos bolos fecais, direcionando-os para o exterior. Considerações similares foram feitas por MENIN (1988), LOGATO (1995) e GOMIDE (1996) para espécies estudadas.

Enquanto alguns autores procuram relacionar o arranjo intestinal com os hábitos alimentares, outros, como AL-HUSSAINI (1949a), MORAIS FILHO e SCHUBART (1955), BÉRTIN (1958), DAS e MOITRA (1965 a, b), KAPOOR et al. (1975), KHANNA (1961), SASTRY (1973), MENIN (1988), JUNGER et al. (1989), LOGATO (1995), GOMIDE (1996) e MORAES et al. (1997), afirmaram que o comprimento relativo do intestino dos peixes varia conforme o hábito alimentar, sendo que o intestino mais curto é encontrado mais freqüentemente nos carnívoros e o mais longo, nos herbívoros e iliófagos.

Os resultados do comprimento total, e das alças, do intestino médio e reto, do surubim encontram-se na Tabela 1.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os exemplares das duas classes de tamanho. Pode-se observar que, a percentagem de cada alça intestinal em relação ao comprimento total do intestino foi semelhante, apresentando crescimento proporcional com o aumento do tamanho do intestino médio e do reto, em razão do desenvolvimento do peixe.

Quanto ao comprimento de cada alça, observou-se que não houve diferença significativa entre as alças 2 e 4, sendo que apresentaram o maior comprimento ( $P<0,05$ ) em relação as outras alças, ficando em posições subseqüentes as alças 3 e 1, respectivamente.

Na segunda classe de tamanho dessa espécie, apesar de não haver diferença significativa entre o comprimento total do intestino médio e reto, observou-se que a alça 2 apresentou o maior comprimento em relação as outras alças ( $P<0,05$ ), ficando em posição subseqüente as alças 3 e 4, sem diferença significativa entre si. A alça 1 apresentou o menor comprimento ( $P<0,05$ ) em relação as outras alças.

Nas duas classes de tamanho, a alça 1 apresentou maior calibre ( $P<0,05$ ) em relação as outras alças, ficando em posição subseqüente a alça 2. As alças 3 e 4 apresentaram o menor calibre e não diferiram entre si ( $P>0,05$ ).

A diferença percentual da primeira para a última alça foi de 51,51 e 55,45% para a primeira e a segunda classes de tamanho, respectivamente.

Os resultados das medidas do calibre do intestino médio e reto encontram-se na Tabela 2. Não houve diferença significativa do calibre intestinal nos exemplares de surubim entre a primeira e a segunda classe de tamanho.

Tabela 1 - Médias do comprimento total e das alças do intestino médio e do reto do surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*  
Table 1 - Means of total length and rings of medium intestine and anus of surubim *Pseudoplatystoma coruscans*

Classe Class	Alça Ring	Comprimento Length		Classe Class	Alça Ring	Comprimento Length	
		(mm)	(%)			(mm)	(%)
1	1	16,11 ( $\pm 1,32$ ) <sup>Abc</sup>	10,44	2	1	18,52 ( $\pm 1,50$ ) <sup>Abc</sup>	10,59
	2	60,37 ( $\pm 4,87$ ) <sup>Aa</sup>	39,13		2	65,50 ( $\pm 7,85$ ) <sup>Aa</sup>	37,46
	3	26,44 ( $\pm 3,75$ ) <sup>Ab</sup>	17,14		3	33,92 ( $\pm 7,23$ ) <sup>Ab</sup>	19,39
	4	51,36 ( $\pm 7,02$ ) <sup>Aa</sup>	33,29		4	56,95 ( $\pm 10,57$ ) <sup>Aab</sup>	32,56
Média Mean		154,28 ( $\pm 8,67$ ) <sup>A</sup>	100,00			174,89 ( $\pm 6,08$ ) <sup>A</sup>	100,00
CV			5,62				3,48

Em cada linha, A>B pelo teste t ( $P<0,05$ ).

Em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste t ( $P>0,05$ ).

CV - Coeficiente de variação.

In each row, A>B by t test ( $P<0,05$ ).

In each column, means followed by the same small letters do not differ by t test ( $P>0,05$ ).

CV - Coefficient of variation.



Tabela 2 - Médias do calibre do intestino médio e reto do surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* nas duas classes de tamanho estudadasTable 2 - Means of surubim rectum and medium intestine gauge, *Pseudoplatystoma coruscans* in the two studied size classes

Classe Class	Alça Ring	Calibre Ring		Classe Class	Alça Ring	Calibre Ring	
		(mm)	(%)			(mm)	(%)
1	1	5,96 ( $\pm 0,38$ ) <sup>Aa</sup>	100,00	2	1	6,24 ( $\pm 0,42$ ) <sup>Aa</sup>	100,00
	2	3,75 ( $\pm 0,34$ ) <sup>Ab</sup>	62,92		2	3,78 ( $\pm 0,18$ ) <sup>Ab</sup>	60,58
	3	2,63 ( $\pm 0,15$ ) <sup>Ac</sup>	44,13		3	2,60 ( $\pm 0,07$ ) <sup>Ac</sup>	41,67
	4	2,89 ( $\pm 0,13$ ) <sup>Abc</sup>	48,49		4	2,78 ( $\pm 0,34$ ) <sup>Abc</sup>	44,55
Média Mean		3,81 ( $\pm 0,29$ ) <sup>A</sup>	-			3,85 ( $\pm 0,21$ ) <sup>A</sup>	-
CV			7,61				5,45

Em cada linha, A>B pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

Em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste t ( $P > 0,05$ ).

CV - Coeficiente de variação.

In each row, A>B by t test ( $P < 0,05$ ).

In each column, means followed by the same small letters do not differ by t test ( $P > 0,05$ ).

CV - Coefficient of variation.

O comprimento total do intestino médio e do reto, nos exemplares de surubim aumentou da primeira para a segunda classe de tamanho.

O coeficiente intestinal, ou seja, a relação entre o comprimento total do intestino e o comprimento-padrão, do exemplares pertencentes às classes de tamanho 1 e 2, não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ), como pode ser observado na Tabela 3.

Estes resultados demonstram que o crescimento do intestino acompanha proporcionalmente o comprimento-padrão.

Não foi verificada diferença no calibre do intestino médio e do reto, nas duas classes de tamanho. O diâmetro das alças intestinais apresentaram redução gradual, que é atribuída à estrutura das pregas da mucosa intestinal, mais espessa no intestino médio, em que se pode relacionar com maior potencial para absorção de nutrientes, tornado-se essas pregas mais delgadas no reto. Talvez a semelhança de calibre das alças intestinais nas duas

classes seja decorrente do comprimento-padrão dos exemplares, que é próximo um do outro.

Os estudos da morfometria do calibre intestinal, para a espécie estudada neste trabalho, são semelhantes aos encontrados por MENIN (1988), LOGATO (1995) e GOMIDE (1996). Por outro lado, DABROWSKY (1993) declarou que a estrutura morfológica do tubo digestório não permite tirar conclusões evidentes sobre os hábitos alimentares, pois existem peixes carnívoros agástricos e herbívoros com tubo digestório curto. Entretanto, AL-HUSSAINI (1949b) já havia relatado que as variações no comprimento do intestino são compensados por variações na área da mucosa intestinal, o que explica a ocorrência de alguns peixes herbívoros com intestino curto e carnívoros com intestino longo.

Na espécie em questão, os valores do coeficiente intestinal, estão condizentes com os intervalos propostos por BÉRTIN (1958) para o hábito alimentar de um carnívoro.

Tabela 3 - Médias do coeficiente intestinal do surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*, nas duas classes de tamanho estudadasTable 3 - Means of surubim intestinal coefficient, *Pseudoplatystoma coruscans* in the two studied size classes

Classe Class	Comprimento do intestino (cm) Intestine length	Comprimento-padrão (cm) Standard length	Coeficiente intestinal Intestinal coefficient	CV
1	15,43	32,05	0,48 <sup>a</sup>	6,24
2	17,53	38,50	0,45 <sup>a</sup>	9,44

Em cada coluna, médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem ( $P > 0,05$ ) pelo teste t.

CV - Coeficiente de variação.

In each column, means followed by the same small letters do not differ ( $P > 0,05$ ) by t test.

CV - Coefficient of variation.

## Conclusões

O padrão de enrolamento das alças do intestino médio em arranjo indefinido, mas mantendo o plano geral do intestino médio e do reto, do surubim, é compatível com os encontrados para outras espécies de hábito alimentar similar.

O arranjo intestinal é compatível com o da maioria dos peixes carnívoros, ou predominantemente carnívoro, uma vez que seu intestino é quase retilíneo, as circunvoluções das alças finais do intestino médio talvez possam ser vistas como adaptações a um possível regime onívoro, preferencialmente carnívoro.

Os estudos da morfometria do calibre intestinal são semelhantes aos de outras espécies com o mesmo hábito alimentar, com o diâmetro do intestino médio maior na sua porção inicial, mantendo-se, após esta porção, mais ou menos constante. Já para o intestino posterior ocorreu redução gradativa de diâmetro até o ânus.

As pregas intestinais do surubim são complexas e desenvolvidas, principalmente na segunda classe de tamanho.

As relações entre o arranjo das pregas mucosas e a velocidade de transporte do alimento no intestino médio sugere que o padrão longitudinal com numerosas anastomoses, retardam o avanço do alimento em sentido aboral, o que possibilita maior período digestivo e, conseqüentemente, maior aproveitamento dos nutrientes, em virtude da exposição do material alimentar à mucosa intestinal por maior período, além de contribuir para a preparação do bolo fecal.

As pregas longitudinais dispostas auxiliam no direcionamento do conteúdo intestinal e na distensão das paredes intestinais, adaptando-as à acomodação do material que o intestino médio e o reto recebem.

As pregas da mucosa próxima ao ânus têm direção longitudinal, podendo-se supor que elas devam auxiliar na expulsão dos bolos fecais, direcionando-os para o exterior.

## Referências Bibliográficas

- AL-HUSSAINI, A.H. 1946. The anatomy and histology of the alimentary tract of the bottom-feeder *Mulloidés auriflamma* (Forsk.). *J. Morphol.*, 78:121-154.
- AL-HUSSAINI, A.H. 1947a. The anatomy and histology of the alimentary tract of the plankton feeder, *Atherina forskali* (Rupp.). *J. Morphol.*, 80:251-286.
- AL-HUSSAINI, A.H. 1947b. The feeding habit and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the Marine Biological Station, Ghardaqa, Red Sea. *Publ. Mar. Biol. Stat.*, 5:4-61.
- AL-HUSSAINI, A.H. 1949a. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits. I. Anatomy and histology. *Quart. J. Microsc. Sci.*, 90:109-139.
- AL-HUSSAINI, A.H. 1949b. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits. II. Cytology and physiology. *Quart. J. Microsc. Sci.*, 90:323-354.
- ANGELESCU, V., GNERI, F.S. 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio in algunos peces del rio Uruguay e del rio de la Plata. *Rev. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat.*, 1:161-272.
- AMLACHER, E. 1964. *Manual de enfermedades de los peces*. Zaragoza, Editorial Acribia. 319p.
- BÉRTIN, L. 1958. Appareil digestif. In: GRASSÉ, P.P. (Ed.). *Traité de zoologie*. Paris: Masson, v.13, p.1249-1301.
- CHAUDRY, H.S., KHANDELWAL, O.P. 1961. The anatomy and histology of the alimentary tract of *Oreinus plagiosomus*. *Ann. Zool. Jap.*, 34:134-152.
- DABROWSKI, K. 1993. Ecophysiological adaptations exist in nutrient requirements of fish: true or false? *Comp. Biochem. Physiol.*, 104A:579-584.
- DAS, S.M., MOITRA, S.K. 1956a. Studies on the food of some common fishes of Uttar Pradesh, India. II. *Proc Nat. Acad. Sci. Ind.*, 26B:213-223.
- DAS, S.M., MOITRA, S.K. 1956b. Studies on the food of some common fishes of Uttar Pradesh, India. III. *Proc Nat. Acad. Sci. India.*, 26B:224-233.
- FUGI, R., HAHN, N.S. 1991. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 51:873-879.
- GALLEGO, M.G., RUS, A.S. 1987. Absorción intestinal en peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J., LABARTA, U. (Eds.). *Nutrición en acuicultura I*. Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. p.123-171.
- GOMIDE, A.T.M. *Anatomia funcional, e morfometria comparativas do tubo digestivo de trairão (Hoplias cf. lacerdae RIBEIRO, 1908) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE), em diferentes classes de tamanho*. Viçosa, MG: UFV. 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- HIDALGO, F., ALLIOT, E. 1987. La digestión en los peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J., LABARTA, U. (Eds.). *Nutrición en acuicultura I*. Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. p.85-107.
- JUNGER, H., KOTRSCHAL, K., GOLDSCHMID, A. 1989. Comparative morphology and ecomorphology of the gut in European cyprinids (Teleostei). *J. fish. Biol.*, 34(2):315-326.
- KAPOOR, B.G., SMIT, H., VERGHINA, I.A. 1975. The alimentary canal and digestion in fish. *Advances in Marine Biology*, 13:109-239.
- KHANNA, S.S. 1961. Alimentary canal in some Teleostean fishes. *J. Zool. Soc. India*, 13:206-219.
- KHANNA, S.S., MEHROTRA, B.K. 1971. Morphology and histology of the Teleostean intestine. *Anat. Anz. Bd.*, 129:1-18.
- LOGATO, P.V.R. *Anátomo-histologia funcional do aparelho digestivo do pacu, Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887 (Characiformes, Characidae, Myelinae)*. Viçosa, MG: UFV, 1995. 118p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- MENIN, E., MIMURA, O.M. 1992. Anatomia funcional da cavidade bucofaringeana de *Prochilodus marggravii* (Wallbaum, 1792) e *Prochilodus affinis* Reinhardt, 1874 (Characiformes, Prochilodontidae). *Revista Ceres*, 39:506-527.

- MENIN, E. *Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce*. São Paulo, SP: USP, 1988. 557p. Dissertação (Doutorado em Anátomo-fisiologia) - Universidade de São Paulo, 1988.
- MENIN, E. 1994. *Fisiologia animal comparada*. Viçosa, MG: Imprensa UFV. 188p. (Manual de laboratório, 347).
- MOHSIN, S.M. 1961. The morphology and histology of the alimentary canal of *Glossogobius giuris* (Ham.). *Canad. J. Zool.*, 39:605-613.
- MOHSIN, S.M. 1962. Comparative morphology and histology of the alimentary canal in certain groups of Indian teleosts. *Acta Zool.*, 43:79-133.
- MORAES, M.F.P.G., BARBOLA, I.F. 1995. Hábito alimentar e morfologia do tubo digestivo de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par.*, 24:1-23.
- MORAES, M.F.P.G., BARBOLA, I.F., GUEDES, E.A.C. 1997. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do "curimbatá", *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do sul do Brasil. *R. Bras. Zool.*, 14:169-180.
- RICKER, W.E. 1968. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 313p.
- SASTRY, K.V. 1973. Comparative morphology and histology of the alimentary canal in two teleost fishes. *Folia Morphol.*, 21:31-39.
- SIS, R. F., IVES, P. J., JONES, D. M. et al. 1979. The microscopic anatomy of the oesophagus, stomach and intestine of the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. Fish Biol.*, 14:179-186.
- SUYEHIRO, Y. 1942. A study of the digestive system and feeding habits of fish. *Jap. J. Zool.*, 10:303.

**Recebido em:** 27/09/00

**Aceito em:** 13/04/01