

Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salmininae)

Sirlene Souza Rodrigues*
Eliane Menin

Departamento de Veterinária – Universidade Federal de Viçosa
Rua Arthur Bernardes, 34, apto. 44, Centro
CEP: 36570-000, Viçosa – MG
rodrigues_sr@hotmail.com
*Autora para correspondência

Submetido em 22/02/2005
Aceito para publicação em 24/05/2005

Resumo

A cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (dourado), espécie ictiófaga de água doce, é anatomicamente adaptada à predação. A fenda oral ampla, o alargamento caudal da cavidade oral e a reduzida espessura do aparelho dentário faringeano favorecem a tomada e a ingestão de presas de maior porte. Em função do tipo das dentições oral e faringeana, não há preparação pré-digestiva do alimento. Esses dentes, pontiagudos e encurvados, juntamente com a língua, relativamente móvel, previnem o escape da presa da cavidade bucofaringeana. O trânsito do alimento é facilitado pela ausência de relevos pronunciados na mucosa desta cavidade e pela disposição dos dentes orais e faringeanos.

Lábios lisos e delgados, dentição oral desenvolvida, língua relativamente móvel, mucosa sem relevos, faringe com denticulos dispostos em áreas e placas dentíferas, e rastros branquiais curtos e pontiagudos são adaptações anatômicas compartilhadas entre *S. brasiliensis* e outras espécies Characiformes também ictiófagas, como *Salminus maxillosus*, *Salminus hilarii*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii*. Diferentemente das espécies mencionadas, exceto os outros Salmininae, *S. brasiliensis* possui dentes orais de um único tipo, presentes somente nas maxilas e distribuídos em duas séries.

Unitermos: anatomia, cavidade bucofaringeana, Characiformes, Salmininae, *Salminus brasiliensis*

Abstract

Anatomy of the bucco-pharyngeal cavity of *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salmininae). The bucco-pharyngeal cavity of *Salminus brasiliensis*, an ichthyophagous species of fresh water, is anatomically adapted to predation. The wide buccal rift, the oral-aboral enlargement of the buccal cavity and the reduced thickness of the pharyngeal masticatory apparatus favor the capture and deglutition of larger prey. In function of the oral and pharyngeal dentition type, pre-digestive food preparation does not occur. The pointed and curved teeth, together with the tongue which is relatively mobile, prevent the prey's escape from the bucco-pharyngeal cavity. The passage of the food is facilitated by the absence of pronounced folds in the mucous membrane of this cavity and by the disposition of the oral and pharyngeal teeth.

The characteristics of flat and thin lips, developed oral dentition, relatively mobile tongue, mucous membrane without folds, pharynx with denticules disposed in dentigerous areas and plates, and short and

sharp gill-rackers are anatomical adaptations which are shared by *S. brasiliensis* and other ichthyophagous Characiformes species such as *Salminus maxillosus*, *Salminus hilarii*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Acestrorhynchus lacustris* and *Acestrorhynchus britskii*. However, different to the mentioned species, except other Salmininae, *S. brasiliensis* possesses oral teeth of an unique type, present only in the jawbones and distributed in two series.

Key words: anatomy, buccopharyngeal cavity, Characiformes, Salmininae, *Salminus brasiliensis*

Introdução

A estrutura da cavidade bucofaringeana de peixes tem sido estudada por vários autores (Rogick, 1931; Al-Hussaini, 1947; Angelescu e Gneri, 1949; Girgis, 1952; Khanna, 1962; Khanna e Mehrotra, 1970; Oliveros e Occhi, 1972; Menin, 1989; Rodrigues e Menin, 2003; Rodrigues et al., 2004), uma vez que este segmento do aparelho digestório está intrinsecamente relacionado com a seleção, captura, direcionamento e preparo do alimento a ser deglutido (Prejs, 1981). Segundo Khann e Mehrotra (1970), os Teleostei mostram uma grande variação nos hábitos alimentares e, conseqüentemente, a estrutura do aparelho digestório entre eles apresenta adaptações, tais como a posição da boca, a estrutura dos lábios, a presença de barbilhões, o tipo das dentições oral e faringeana, a estrutura do filtro branquial, o padrão da mucosa que reveste a cavidade bucofaringeana e o tubo digestivo, a forma do estômago, o comprimento do intestino e a presença de cecos pilóricos.

O presente trabalho teve por objetivos descrever a anatomia da cavidade bucofaringeana de um Characiformes nativo de água doce, *Salminus brasiliensis* (dourado), uma espécie predadora, ictiófaga, e comparar as suas adaptações com aquelas apresentadas por outras espécies Characiformes ictiófagas de água doce.

Material e Métodos

Foram utilizados 20 exemplares, dentre machos e fêmeas, de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Characidae, Salmininae), vulgarmente conhecido como dourado, com 27,5 a 33,6cm de comprimento-padrão (valor médio – 30,6cm) e 344,0 a 33,6g de peso corpóreo (valor médio – 418,6g). Também foi utilizada a região cefálica, com 20,5cm de comprimento, de um exemplar de 8000g da espécie em estudo. Os exemplares utiliza-

dos no trabalho são procedentes da Represa de Três Marias, Três Marias – MG.

Após terem sido tomados o peso corpóreo e o comprimento-padrão, os exemplares foram incisados longitudinalmente, através da linha mediana da parede ventral do corpo, sexados e identificados. O aparelho digestório dos exemplares em jejum foi perfundido, vias oral e retal, após secção do reto, cranialmente ao ânus, com solução fisiológica para peixes de água doce (Hickman 1967, apud Hoar e Hickman, 1967), para limpeza, e com a solução fixadora, solução aquosa de formol a 4%, para melhor preservação das mucosas do aparelho digestório. Para a descrição anatômica da cavidade bucofaringeana, os exemplares foram decapitados, caudalmente à margem livre do opérculo.

Para o estudo anatômico da constituição óssea da boca e dos arcos branquiais, bem como para a análise das dentições oral e faringeana, a região cefálica de alguns exemplares foi diafanizada e corada com alizarina (Taylor, 1967). As unidades ósseas foram identificadas conforme critérios de Roberts (1969). Nesses estudos foi utilizada, ainda, a cabeça do exemplar de maior porte, fixada em solução aquosa de formol a 4% e posteriormente seccionada no plano mediano, sendo que o opérculo de um dos antímeros resultantes foi retirado e o conjunto dos arcos branquiais foi isolado para a descrição dos rastros e das placas branquiais.

A modificação da forma e do tamanho da cavidade bucofaringeana ao longo da região cefálica foi descrita a partir de secções transversais seriadas e secções mediana e paramedianas de exemplares fixados e congelados (Menin, 1988).

O padrão da mucosa da cavidade bucofaringeana foi descrito em exemplares cuja região cefálica foi

seccionada no plano horizontal e mergulhada em água, por um período de 24 a 48 horas.

Aspectos funcionais como captura, prevenção ao escape da presa, preparação pré-digestiva e trânsito do alimento, foram discutidos em função do tipo de dentição, dos rastros branquiais, do padrão da mucosa, dentre outras particularidades estruturais da cavidade bucofaringeana.

Procurando subsídios para fundamentar essa discussão, o conteúdo gástrico dos exemplares coletados com o estômago em repleção, ou parcialmente repleto, foi observado quanto ao seu aspecto geral: marcas de dentes, profundidade dessas marcas, integridade, escorições e dilacerações da epiderme e descamações.

As descrições anatômicas foram feitas com o auxílio de um microscópio estereoscópico Olympus SZH 10 e as figuras das estruturas em estudo foram feitas com o auxílio de uma câmara clara, acoplada ao referido equipamento.

Resultados

Os lábios superior e inferior de *Salminus brasiliensis* são delgados e acolados, respectivamente, à maxila e mandíbula. O superior é mais espesso do que o inferior (Figuras 3 e 4), porém, ambos são despigmentados.

A rima oral, em vista lateral (Figura 1), quando a boca está cerrada, é encurvada, com a concavidade voltada rostroventralmente. Esta concavidade deve-se à forma do osso maxilar. Em vista frontal (Figura 2-1a), a rima oral forma a figura de um “U” com os ramos abertos e voltados ventralmente. A boca terminal é estruturada pelos ossos pré-maxilares e maxilares. A maxila é ligeiramente prognata (Figura 2-1LT), a fenda oral é ampla e, com a boca completamente aberta, é ovalada. Os ossos maxilares concorrem para a abertura oral.

Em secções transversais seriadas da região cefálica (Figura 2), pode-se observar que, cranialmente, a cavidade oral é deprimida, sendo, portanto, mais larga do que alta. Em sentido caudal, ela se alarga e se torna mais alta, ficando, junto à faringe, de forma triangular, com o ápice do triângulo voltado dorsalmente. Em secção sagital (Figura 3), a cavidade oral tem forma tubular, alargando-se em sentido caudal.

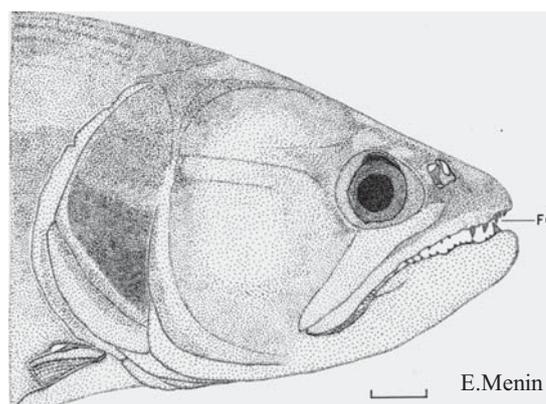


FIGURA 1: Vista lateral direita da região cefálica de *Salminus brasiliensis*.

FO: fenda oral. Escala: 1,0 cm.

Os dentes orais funcionais de *Salminus brasiliensis* estão dispostos na maxila, sobre os ossos pré-maxilares e maxilares, e na mandíbula, sobre os ossos dentários (Figura 5). Não ocorrem dentes em outras regiões da cavidade oral.

Nos pré-maxilares, os dentes estão dispostos em duas séries completas: a externa, com seis a sete dentes (Figura 5A) e a interna, com 10 a 15 dentes. Os dentes são pontiagudos, sendo maiores os da série externa. Dentre os dentes da série interna, os dois mais próximos da sínfise (mesiais) são os maiores, estando orientados para dentro e para cima. Os demais dentes dessa série estão voltados para dentro. Nos maxilares ocorrem de 29 a 33 dentes pontiagudos, menores do que os dos pré-maxilares e aproximadamente do mesmo tamanho entre si, dispostos em uma única série (Figura 5A). Nos dentários, os dentes orais funcionais estão também dispostos em duas séries completas: a externa, com 26 a 31 dentes, e a interna, com 49 a 58 dentes. Os dentes da série externa são maiores do que os da interna, sendo o segundo par, a partir da sínfise, o maior. Esses dentes diminuem gradativamente de tamanho, em direção à extremidade aboral dos dentários (Figura 5B).

Os dentes da série externa, tanto na maxila quanto na mandíbula, são mais largos na base e se estreitam em direção ao ápice. Mais próximo do ápice, alargam-se novamente, terminando numa ponta levemente encurvada para dentro (Figuras 5A, B). Com a boca cerrada, alguns dos dentes da série externa dos pré-maxilares permanecem expostos (Figuras 2-1LT).

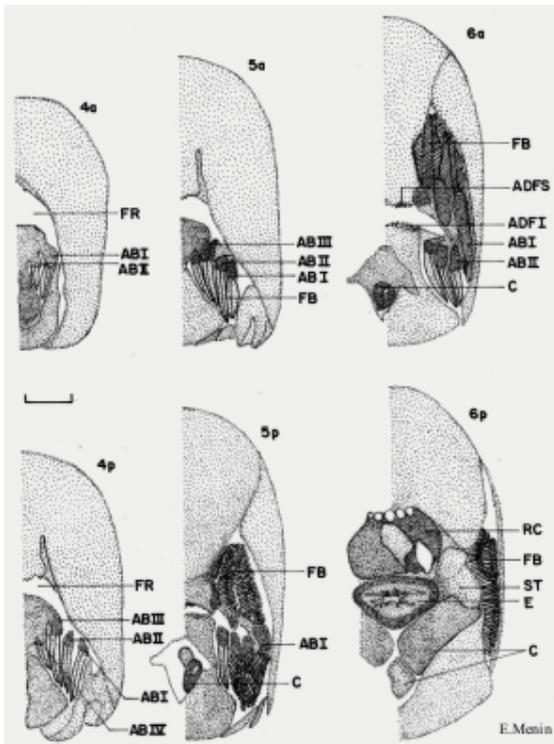
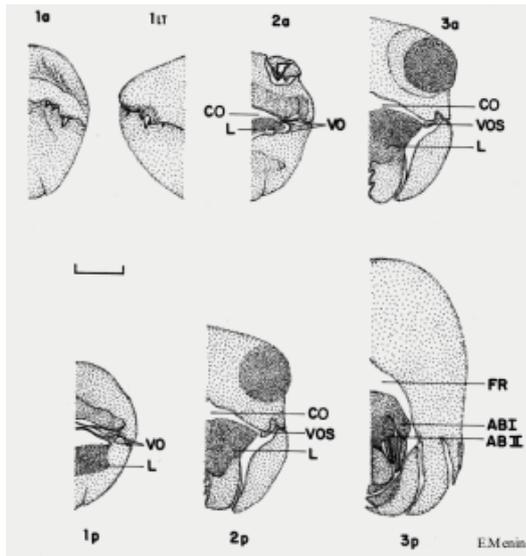


FIGURA 2: Seções transversais seriadas da região cefálica de *Salminus brasiliensis*. 1 a 3: segmentos seriados, a: face anterior do segmento; p: face posterior do segmento; LT: face lateral do segmento. ABI: arco branquial I; ABII: arco branquial II; CO: cavidade oral; FR: faringe; L: língua; VO: valvas orais; VOS: valva oral superior. 4 a 6: segmentos seriados; a: face anterior do segmento; p: face posterior do segmento; ABI a ABIV: arcos branquiais I, II, III e IV; ADFI: área dentífera faringea inferior; ADFS: área dentífera faringea superior; C: coração; E: esôfago; FB: filamentos branquiais; FR: faringe; RC: rim cefálico; ST: septo transversal. Escala: 1,0cm.

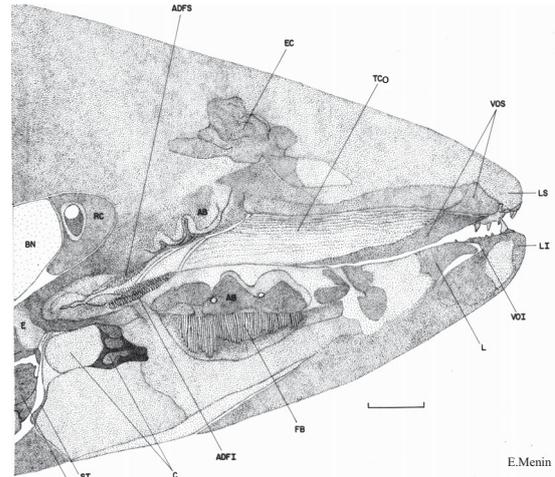


FIGURA 3: Secção mediana da região cefálica de *Salminus brasiliensis*. AB: arcos branquiais; ADFI: área dentífera faringea inferior; ADFS: área dentífera faringea superior; BN: bexiga natatória; C: coração; E: esôfago; EC: encéfalo; FB: filamentos branquiais; L: língua; LI: lábio inferior; LS: lábio superior; RC: rim cefálico; ST: septo transversal; TCO: teto da cavidade oral; VOI: valva oral inferior; VOS: valva oral superior. Escala: 1,0cm.

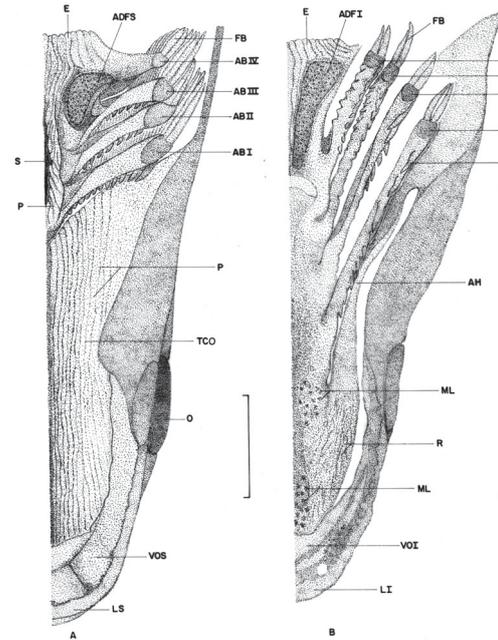


FIGURA 4: Secção horizontal da região cefálica de *Salminus brasiliensis*, evidenciando o padrão da mucosa que reveste a cavidade bucofaringea. A: teto da cavidade bucofaringea; B: assoalho da cavidade bucofaringea. ABI a ABIV: arcos branquiais I, II, III e IV; ADFI: área dentífera faringea inferior; ADFS: área dentífera faringea superior; AH: arco hióideo; E: esôfago; FB: filamentos branquiais; L: língua; LI: lábio inferior; LS: lábio superior; ML: melanóforos; O: olho; P: pregas da mucosa; R: rugas; RB: rastrós branquiais; S: sulco; TCO: teto da cavidade oral; VOI: valva oral inferior; VOS: valva oral superior. Escala: 1,0cm.

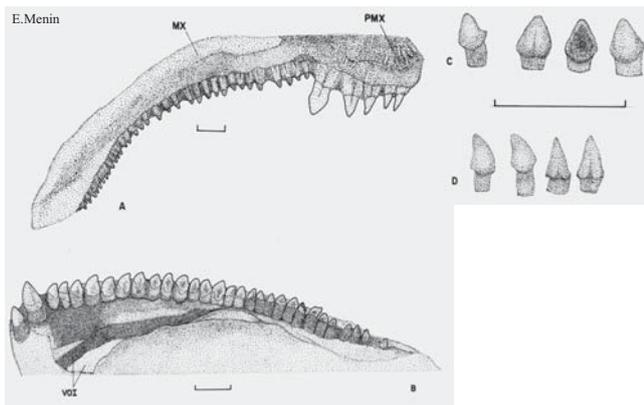


FIGURA 5: Dentição oral de *Salminus brasiliensis*. A: dentes da série externa do pré-maxilar e dentes do maxilar; B: dentes da série externa do dentário; C: dentes isolados da série interna do pré-maxilar; D: dentes isolados da série interna do dentário. MX: maxilar; PMX: pré-maxilar; VOI: valva oral inferior. Escalas: A e B: 1,0cm; C e D: 0,5cm.

Na extremidade rostral da cavidade oral, encontram-se as valvas orais, situadas imediatamente aborais às séries de dentes orais funcionais (Figuras 3 e 4). A superior é ligeiramente mais ampla que a inferior (Figura 4). A borda de inserção da valva inferior é mais convexa que a da superior e a borda livre é mais côncava na valva oral superior (Figura 4). Na porção junto ao plano mediano, a valva oral superior é mais espessa que nas suas porções laterais e que a valva inferior. Nessa porção, ela é presa à mucosa que reveste a cavidade oral. A valva oral inferior apresenta-se pigmentada em toda sua superfície, enquanto a superior é despigmentada.

O teto da cavidade oral, despigmentado, é constituído pelos ossos da base do crânio. As paredes laterais, oblíquas, unem-se no plano mediano, formando um pronunciado sulco (Figura 4A). Paralelamente a esse sulco, ocorre uma prega longitudinal mais pronunciada que aquelas observadas mais lateralmente a ele. Na porção rostral das paredes, as pregas estão dispostas obliquamente (Figura 4A). As pregas descritas, pouco espessas, podem ser observadas desde a extremidade rostral da cavidade oral, sobre a valva oral superior, até à faringe. Cada uma delas estende-se continuamente ao longo do teto (Figura 4A). O limite caudal do teto da cavidade oral, mais nítido que o do assoalho, forma a figura de um “V” aberto e com vértice voltado para a porção rostral (Figura 4A).

O assoalho da cavidade oral é formado pela língua (Figura 4B) e pelos músculos intermandibulares. A língua, localizada em uma depressão, é pouco presa e possui relativa mobilidade. Esta estrutura, sustentada pelo osso basoióideo e revestida por mucosa, alarga-se em sentido caudal (Figuras 2-1p a 3P). O seu ápice e as suas bordas são livres e menos espessos que a sua porção mediana. O músculo genióideo, localizado abaixo e lateralmente ao osso basoióideo, é delgado. No dorso da língua, a mucosa apresenta um sulco no plano mediano; nas laterais e no ápice são observadas rugas pouco marcadas, com algumas conexões, dispostas predominantemente em sentido longitudinal (Figura 4B). Não há denticulos ou placas dentíferas na língua. No dorso, em especial próximo ao ápice, ocorrem melanóforos, dispersos e em pequena quantidade.

A faringe é constituída de cinco pares de arcos branquiais: I, II, III, IV e V, sendo os dois últimos modificados (Figura 4). Os arcos branquiais I, II e III são formados por dois ramos: o superior e o inferior. O superior é constituído de dois ossos: o faringobranquial, curto, e o epibranchial, mais longo. O ramo inferior é também constituído por dois ossos: o hipobranquial, curto, e o ceratobranquial, longo. O arco branquial IV é formado pelo epibranchial IV (ramo superior) e pelo ceratobranquial IV (ramo inferior), enquanto o arco branquial V, apenas pelo ceratobranquial V, ou seja, apenas por um único ramo (o inferior). Os arcos branquiais I, II e III têm duas faces, a interna e a externa, e duas bordas: a anterior, livre, e a posterior, na qual se inserem os filamentos branquiais. O arco branquial IV tem no seu ramo inferior as duas faces e, no superior, apenas uma, a externa. O ceratobranquial V apresenta apenas a face externa.

O teto da faringe é constituído pelas regiões de junção dos arcos branquiais I a IV. Suas laterais, pelos ramos superiores dos arcos branquiais I a IV e seu assoalho, pelos ramos inferiores I a V e pelas regiões de junção desses ramos (Figura 4). A faringe alarga-se em sentido caudal, sendo o seu assoalho mais longo e mais estreito que o seu teto (Fig.4). Em *S. brasiliensis* a faringe não deve ser subdividida em respiratória e mastigatória, em virtude da distribuição de placas e áreas dentíferas.

Os rastros branquiais localizam-se na face externa dos ceratobranquiais I, II e III (nos dois últimos, próxi-

mos à região de junção com os respectivos epibrânquiais) e na face externa dos epibrânquiais I, II e III (próximos à região de junção com os respectivos ceratobrânquiais) (Figura 6). Os rastros são curtos, comprimidos, triangulares, com o ápice pontiagudo e recobertos por denticulos (Figura 7).

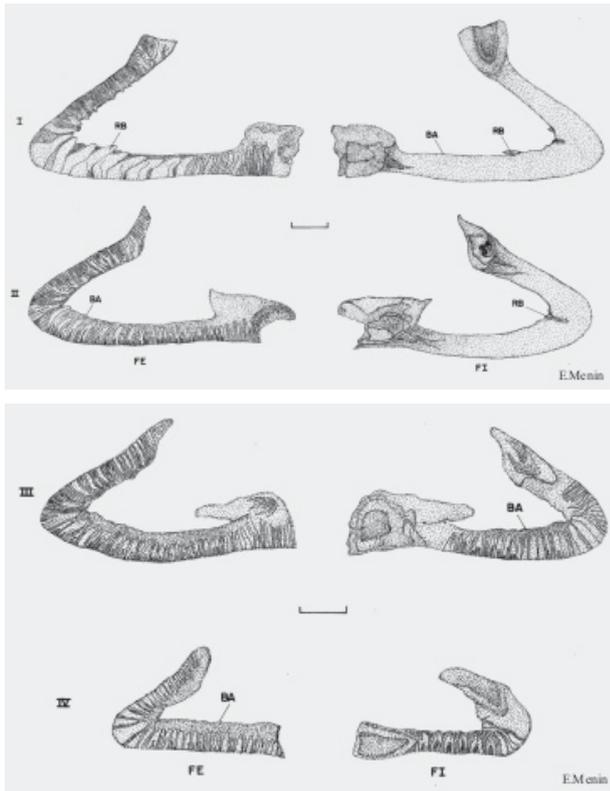


FIGURA 6: Padrão da mucosa que reveste os arcos branquiais de *Salminus brasiliensis*. I e II: arcos branquiais I e II; BA: borda anterior; FE: face externa; FI: face interna; RB: rastros branquiais. III e IV: arcos branquiais III e IV; BA: borda anterior; FE: face externa; FI: face interna. Escala: 0,5cm.

Na face externa dos ramos inferiores dos arcos branquiais I, II e III, na face interna do ceratobrânquial IV e na face externa do ceratobrânquial V ocorrem placas dentíferas, dispostas espaçadamente. A face externa dos epibrânquiais I, II e III e a face interna do epibrânquial III também apresentam placas dentíferas. A face interna dos epibrânquiais I e III é lisa (Figura 6). As placas dentíferas são largas e longas e algumas delas tomam toda a altura das faces interna e externa dos arcos branquiais, em particular, as que se dispõem próximo à região de junção do epibrânquial com o ceratobrânquial.

Essas placas apresentam denticulos somente na sua metade superior (Figura 8).

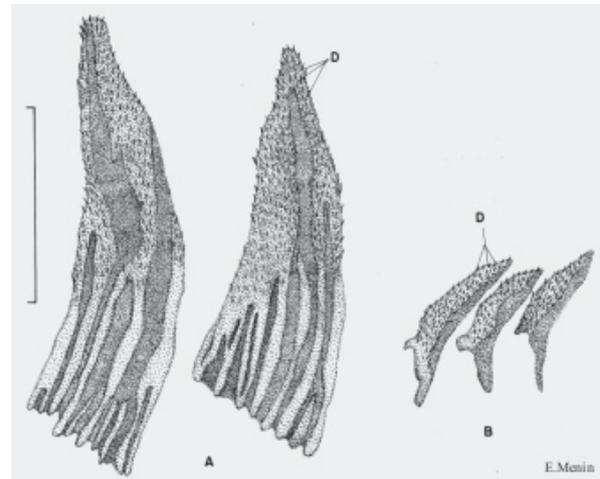


FIGURA 7: Rastros branquiais dos arcos branquiais de *Salminus brasiliensis*. A: Rastros branquiais isolados de um exemplar de maior porte, com região cefálica medindo 20,5cm de comprimento; B: Rastros branquiais isolados de um exemplar de menor porte, com região cefálica medindo 8,1cm de comprimento; D: denticulos. Escala: 0,5cm.

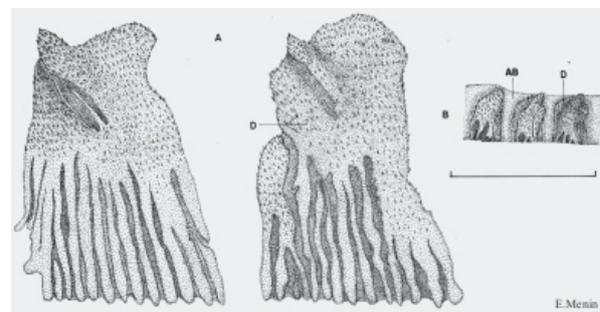


FIGURA 8: Placas dentíferas de *Salminus brasiliensis*. A: Placas dentíferas isoladas de um exemplar de maior porte, com região cefálica medindo 20,5cm de comprimento; B: Placas dentíferas dispostas no arco branquial de um exemplar de menor porte, com região cefálica medindo 8,1cm de comprimento; AB: arco branquial; D: denticulos. Escala: 0,5cm.

Na porção caudal da faringe ocorrem as áreas dentíferas faringeanas superiores e inferiores, pouco espessas, dispostas nos epibrânquiais IV e no ceratobrânquial V, respectivamente. Essas áreas dentíferas formam, em conjunto, o aparelho dentário faringeano (Figuras 9 e 10).

As áreas dentíferas superiores são reniformes, com a borda convexa voltada para o plano mediano, e ligeiramente convexas (Figura 9). São amplas e estão afastadas entre si e do plano mediano (Figuras 2-6a e 4A). Dentículos pontiagudos e encurvados, em grande quantidade, as recobrem, estando, em sua maioria, voltados para o esôfago e para o plano mediano (Figura 9).

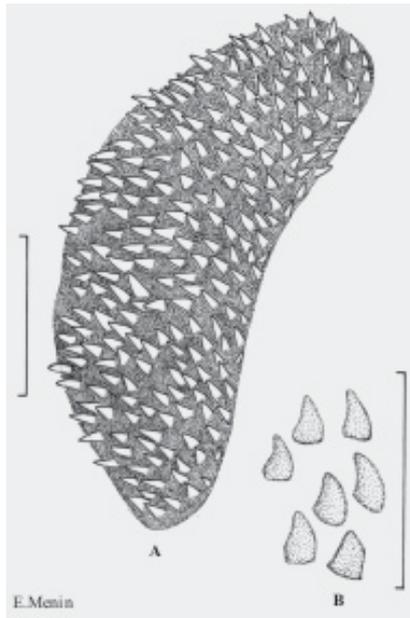


FIGURA 9: Dentição faringiana de *Salminus brasiliensis*. A: área dentífera faringiana superior direita, isolada; B: dentículos isolados da referida área. Escalas: A: 1,0cm; B: 0,5cm.

As áreas dentíferas inferiores são triangulares, mais extensas do que as superiores, ligeiramente côncavas e se dispõem próximas entre si e do plano mediano (Figuras 4B e 10). Como as superiores, são constituídas de dentículos pontiagudos e encurvados, voltados, em sua maioria, para o esôfago e para o plano mediano (Figura 10).

Além das áreas dentíferas que compõem o aparelho dentário faringiano, são observadas outras, dispostas nos faringobranquiais II e III, pequenas, pouco espessas, ovaladas e recobertas por dentículos pontiagudos, encurvados e voltados para o esôfago, como os do aparelho dentário faringiano.

Na mucosa do teto da faringe existe, no plano mediano, um sulco marcado, mais profundo na região de junção dos epibrânquiais I (Figura 4A). A mucosa entre as áreas dentíferas faringianas superiores é marcada por

pregas longitudinais delgadas e estreitas, paralelas e com as bordas lisas (Figura 4A). Nas bordas anteriores dos arcos branquiais (ramos superiores e inferiores), a mucosa é praticamente lisa (Figura 6), bem como na região de junção dos ramos inferiores, direito e esquerdo, dos arcos branquiais I a IV (Figura 4B). Entre as áreas dentíferas faringianas inferiores há pregas semelhantes àquelas observadas entre as áreas superiores, porém, em menor número (Figura 4B).

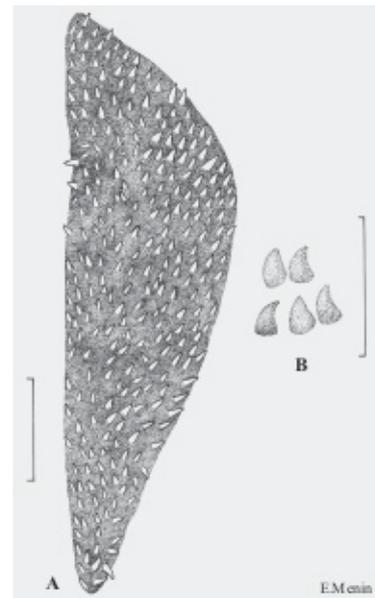


FIGURA 10: Dentição faringiana de *Salminus brasiliensis*. A: área dentífera faringiana inferior direita, isolada; B: dentículos isolados da referida área. Escalas: A: 1,0cm; B: 0,5cm.

Nas observações do conteúdo gástrico dos exemplares com estômago em repleção, as presas estavam sempre inteiras. As presas em que os processos digestivos estavam no início ou pouco adiantados permitiram a verificação de perfurações pouco profundas, que correspondem a marcas de dentes, mas não escoriações ou dilacerações da epiderme. Os peixes ingeridos mostraram-se sempre recobertos pelas escamas, sendo pequenas as áreas descamadas.

Discussão

Os lábios, elementos primários na procura do alimento, podem assumir diferentes formas nos Teleostei (Kapoor et al., 1975). Similarmente a outras espécies ictiófagas, como

Hoplias malabaricus (Menin e Mimura, 1991b), *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* (Amaral, 1990) e, em especial, a *Salminus maxillosus* (Morais-Filho e Schubart, 1955) e *Salminus hilarii* (observação pessoal), os lábios de *Salminus brasiliensis* são delgados e acolados à mucosa que reveste as maxilas.

Liem (1978 e 1980), por meio de estudos sobre a captura dos alimentos, procurou estabelecer a importância adaptativa das diferenças intra e interespecífica no espectro alimentar dos peixes. Recorreu, como subsídios, à forma e à função das estruturas da cavidade bucofaringeana, especialmente daquelas envolvidas na movimentação das maxilas e na protração do pré-maxilar. A espécie *Salminus brasiliensis* não apresenta protração do pré-maxilar. Entretanto, como a sua fenda oral é ampla, com o maxilar concorrendo para a abertura da boca, pode-se dizer que esta espécie tem condições de ampliar seu espectro alimentar, uma vez que pode tomar do ambiente presas de diferentes tamanhos. Já Suyehiro (1942) ressaltou que aqueles peixes com boca ampla são capazes de tomar alimentos grandes, sendo, na sua maioria, carnívoros. Western (1969) verificou que, em duas espécies carnívoras por ele estudadas, o fato de a boca estender-se lateralmente facilita a captura de presas móveis. Essa mesma facilidade pode ser atribuída à espécie em estudo, na qual a fenda oral estende-se caudalmente, tomando grande porção da região cefálica.

Segundo Nikolsky (1963), os peixes podem ser classificados conforme os aspectos estruturais e funcionais de sua boca. Peixes com boca do tipo predadora apresentam-na ampla, com dentes pontiagudos tanto na maxila quanto na mandíbula e, freqüentemente, no vômer e nos palatinos. Ainda, esse autor propôs que, em conexão com o modo de alimentação, não somente a estrutura da boca mas também sua posição variam. A espécie em estudo, *Salminus brasiliensis*, segundo essas considerações, pode ser classificada como um peixe com boca predadora, terminal, a exemplo de outros ictiófagos como *Salminus maxillosus* (Morais-Filho e Schubart, 1955), *Salminus hilarii* (observação pessoal), *Hoplias malabaricus* (Menin e Mimura, 1991b), *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* (Amaral, 1990).

A porção rostral da cavidade oral está relacionada com a respiração, em função da presença das valvas orais (envolvidas na mecânica respiratória) e, provavelmente,

com a prevenção ao escape da presa dessa cavidade, em virtude de sua forma deprimida e da ação da língua. A ampliação da cavidade oral em sentido caudal deve, por sua vez, facilitar a ingestão de presas de maior porte. Segundo Gudger (1935), as espécies com boca terminal possuem as valvas orais superior e inferior de tamanhos semelhantes, o que foi verificado em *Salminus brasiliensis*, assim como em outras espécies ictiófagas de boca terminal.

Segundo Bértin (1958), a língua dos peixes é constituída de um simples espessamento do assoalho da boca, em contato com a extremidade rostral do arco hióideo. É do tipo mais primitivo entre os vertebrados, não sendo protrátil. Como não possui músculos próprios, é pouco elástica e incapaz de movimentos amplos, devendo-se a sua restrita mobilidade às peças esqueléticas subjacentes. Entretanto, Khanna (1959) afirmou que a língua dos peixes carnívoros, em particular das espécies ictiófagas, é melhor desenvolvida. De fato, a língua de *Salminus brasiliensis*, embora não totalmente livre, tem maior mobilidade que a de peixes com outros hábitos alimentares como, por exemplo, a das espécies onívoras *Leporinus reinhardt*, *Brycon lundii* (Menin e Mimura, 1991a) e *Leporinus macrocephalus* (Rodrigues et al., 2004), e a das espécies ictiófagas *Prochilodus marggravii*, *Prochilodus affinis* (Menin e Mimura, 1992) e *Curimata gilberti* (Rodrigues e Menin, 2003). A maior mobilidade da língua na espécie estudada pode estar relacionada com a prevenção ao escape da presa, mesmo assim, não se pode afirmar que essa estrutura auxilie na deglutição do alimento capturado. Ao contrário do que é observado em *Hoplias malabaricus* (Menin, 1988), não existem áreas dentíferas no dorso da língua de *S. brasiliensis*, entretanto, outros ictiófagos também não as apresentam, a exemplo de *Hoplias lacerdae* (Azevedo e Gomes, 1943), *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* (Amaral, 1990).

De acordo com Al-Hussaini (1947), dentes caninos e pontiagudos estão comumente presentes nas espécies carnívoras, predadoras. Entretanto, a dentição oral funcional de *Salminus brasiliensis*, como a de *S. maxillosus* (Morais-Filho e Schubart, 1955) e *S. hilarii* (observação pessoal), embora desenvolvida e constituída de dentes pontiagudos, não apresenta dentes caninos, diferentemente do que é observado na maioria das espécies ictiófagas, como *Hoplias malabaricus* (Azevedo e Gomes, 1943; Menin e

Mimura, 1991b), *Hoplias lacerdae* (Azevedo e Gomes, 1943), *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* (Amaral, 1990), que apresentam dentes caninos intercalados com dentes cônicos. Além disso, em *S. brasiliensis* os dentes estão dispostos em duas séries, diferentemente do que é encontrado nos outros Characiformes ictiófagos mencionados anteriormente, que apresentam os dentes orais distribuídos em série única.

Também diversamente do encontrado em grande parte das espécies carnívoras, predadoras (Bérting, 1958; Pasha, 1964; Khanna e Mehrotra, 1970), em *Salminus brasiliensis* não são observados dentes em outras partes da cavidade oral. Em função do seu tipo, pode-se afirmar que os dentes orais desta espécie, bem como os das outras espécies ictiófagas mencionadas anteriormente, não concorrem para a preparação pré-digestiva do alimento, apenas penetram na presa, auxiliando, portanto, na sua apreensão.

A divisão da faringe em “respiratória” e “mastigatória”, como proposto por alguns autores (Rogick, 1931; Girgis, 1952; Chaudry e Khandelwal, 1961; Khanna, 1962), em *Salminus brasiliensis* é inviável, uma vez que, da mesma forma que em outras espécies ictiófagas (Bérting, 1958; Menin e Mimura, 1991b), nos arcos branquiais ocorrem áreas e placas dentígeras. Estas placas, embora não sejam funcionais na preparação pré-digestiva do alimento, aumentam a capacidade de predação do peixe e suplementam com seus dentes a prevenção ao escape das presas, além de contribuir com a sua orientação para o esôfago.

Kapoor (1965) discutiu os aspectos funcionais dos rastros branquiais sob dois enfoques: a) prevenção ao escape de material alimentar da cavidade bucofaringeana; e b) filtração do material alimentar e prevenção ao funcionamento normal dos filamentos branquiais. Conforme Khanna (1962), os rastros branquiais recobertos com pequenos dentes, além de auxiliarem na captura e na apreensão dos alimentos, podem servir para raspá-los e prevenir sua regurgitação, mas não têm função filtradora. Nesta espécie, como em outras espécies ictiófagas já mencionadas, os rastros, pela sua estrutura, devem atuar, em particular, na prevenção ao escape das presas, podendo auxiliar também na sua orientação durante a deglutição, evitando o seu refluxo. Entretanto, pela sua distribuição e por serem pouco numerosos, provavelmente

tenham apenas uma pequena participação na proteção dos filamentos branquiais.

Em geral, nos teleósteos carnívoros e predadores, as áreas dentígeras faringeanas não concorrem para a trituração do alimento (Gupta, 1971; Menin, 1988). O aparelho dentário faringeano, as pequenas áreas dentígeras dispostas nos arcos branquiais e os dentículos que recobrem a superfície dos rastros branquiais de *Salminus brasiliensis* contribuem com a prevenção ao escape das presas e auxiliam na orientação das mesmas durante a deglutição, evitando a sua regurgitação, assim como acontece nas outras espécies ictiófagas de Characiformes mencionadas. As observações do conteúdo gástrico confirmaram que, nesta espécie, não há preparação pré-digestiva do alimento, sendo, portanto, as dentições oral e faringeana eficientes na prevenção ao escape das presas.

As áreas dentígeras faringeanas de *Salminus brasiliensis*, como as de *Salminus maxillosus* (Moraes-Filho e Schubart, 1955) e *Salminus hilarii* (observação pessoal), *Hoplias malabaricus* (Azevedo e Gomes, 1943; Menin e Mimura, 1991b), *Hoplias lacerdae* (Azevedo e Gomes, 1943), *Acestrorhynchus lacustris* e *Acestrorhynchus britskii* (Amaral, 1990), embora extensas, projetam-se pouco na cavidade faringeana. A reduzida espessura dessas áreas deve favorecer o trânsito do alimento para o esôfago, permitindo, inclusive, a deglutição de presas inteiras e de maior porte.

A adaptação de *Salminus brasiliensis* ao hábito alimentar ictiófago está refletida também na mucosa da cavidade bucofaringeana. A ausência de pregas ou de outros relevos acentuados na mucosa facilita a condução da presa ao esôfago e, conseqüentemente, concorre para a rápida desocupação dessa cavidade. A ausência de relevos pronunciados na borda anterior dos arcos branquiais indica que ela não está envolvida na captura e, ou, no direcionamento do alimento ao esôfago, o que ocorre em espécies ictiófagas, como *Prochilodus marggravii*, *Prochilodus affinis* (Menin e Mimura, 1992) e *Curimata gilberti* (Rodrigues e Menin, 2003).

Agradecimentos

Ao Sr. Yoshimi Sato, chefe da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias – CODEVASF,

pela doação dos exemplares utilizados neste trabalho. À equipe técnica e aos pescadores artesanais da referida Estação, pelos auxílios prestados durante as coletas.

Referências

- Al-Hussaini, A. H. 1947. The feeding habit and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighborhood of the Merine Biological station, Ghardaga, Red Sea. **Publications of the Marine Biology Station**, **5**: 4-61.
- Amaral, A. A. 1990. Anatomia comparativa do aparelho digestório de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characidae, Acestrorhynchidae). **Revista Ceres**, **37** (212): 277-288.
- Angelescu, V.; Gneri, F. S. 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del rio Uruguay e del rio de la plata. Revista do Instituto de Investigação do Museu Argentino de Ciências Naturais. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales (Argentina)**. **Zoologia**, **1** (6): 161-272.
- Azevedo, P.; Gomes, A. L. 1943. Contribuição ao estudo da biologia da traíra *Hoplias malabarica* (Bloch, 1794). **Biologia da Indústria Animal**, **5** (4): 15-64.
- Bértin, L. 1958. Appareil digestif. In: Grassé, P. P. (ed.). **Traité de Zoologie**. v.13. Masson, Paris, França, p.1249-1301.
- Chaudry, H. S.; Khandelwal, O. P. 1961. The anatomy and histology of the alimentary tract of *Oreinus plagiostomus*. **Annals of Zoology Japanese**, **34** (3): 134-152.
- Girgis, S. 1952. The bucco-pharyngeal feeding mechanism in an herbivorous bottom feeding cyprinoid *Labeo horie* (Cuvier). **Journal of Morphology**, **90** (2): 281-315.
- Gudger, E. W. 1935. Maxillary breathing valves in the sharks, chlamydoselachus and cetorhinus which notes on breathing valves in thirteen marine Teleosts. **Journal of Morphology**, **57** (1): 25-47.
- Gupta, O. P. 1971. Studies on the morphology, histology and the swallowing mechanism of the digestive tract of a carnivorous fish, *Xenentodon cancila* (Ham.). **Okajimas Folia Anatomica Japonica**, **48** (1): 29-51.
- Hoar, W. S.; Hickman Jr., C. P. 1967. **General and Comparative Physiology**. Prentice-Hall, New Jersey, USA, 296 pp.
- Kapoor, B. G. 1965. Gill rakers of a few Indian freshwater fishes. **Annali di Museo Civico di Storia Naturale**, **75**: 126-143.
- Kapoor, B. G.; Smit, H.; Verighina, I. A. 1975. The alimentary canal and digestion in teleosts. **Advances in Marine Biology**, **13**: 109-239.
- Khanna, S. S. 1959. Structure of the tongue in some freshwater teleosts. **Proceedings of the First All-India Congress of Zoology**, India, p.157-161.
- Khanna, S. S. 1962. A study of the buccopharyngeal region in some fishes. **Indian Journal of Zoology**, **3** (2): 1-48.
- Khanna, S. S.; Mehrotra, B. K. 1970. Histomorphology of the buccopharynx in relation to feeding habits in teleosts. **Proceedings of the National Academy of Sciences India**, **40B**: 61-80.
- Liem, K. F. 1978. Modularly multiplicity in the functional repertoire of the feeding mechanism in cichlid fishes. Part I. Piscivores. **Journal of Morphology**, **158**: 323-360.
- Liem, K. F. 1980. Adaptive significance of intra and interespecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes. **American Zoologist**, **20**: 295-314.
- Menin, E. 1988. **Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestório de seis Teleostei (Pisces) de água doce**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 557 pp.
- Menin, E. 1989. Anatomia funcional da cavidade bucofaringeana de *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758 (Siluriformes, Gymnotoidei, Gymnotidae). **Revista Ceres**, **36** (207): 422-434.
- Menin, E.; Mimura, O. M. 1991a. Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de duas espécies de Teleostei de água doce, *Leporinus reinhardti* Lütken, 1874, e *Brycon lundii* Reinhardt, 1849, de hábito alimentar onívoro. **Revista Ceres**, **38** (219): 345-372.
- Menin, E.; Mimura, O. M. 1991b. Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974) (Characiformes, Erythrinidae). **Revista Ceres**, **38** (217): 240-255.
- Menin, E.; Mimura, O. M. 1992. Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de *Prochilodus marggravii* (Walbaum, 1792) e *Prochilodus affinis* (Reinhardt, 1874) (Characiformes, Prachilodontidae). **Revista Ceres**, **39** (226): 507-528.
- Morais-Filho, M. B.; Schubart, O. 1955. **Contribuição ao estudo do dourado (*Salminus maxillosus* Val.) do rio Mogi Guassu (Pisces, Characidae)**. Ministério da Agricultura. Divisão de Caça e Pesca, São Paulo, Brasil, 131 pp.
- Nikolsky, G. V. 1963. **The ecology of fishes**. Academic Press, London, UK, 325 pp.
- Oliveros, O. B.; Occhi, R. W. 1972. Descripción de la cavidad bucofaringea del "sabalito" (*Prochilodus platensis*) com especial referencia a las estructuras dentárias y aparato filtrador branquial. **Acta Zoologica Lilloana**, **29**: 121-140.
- Pasha, S. M.. 1964. The anatomy and histology of the alimentary canal of a carnivorous fish *Megalops cyprinoides*. **Proceedings of the National Academy of Sciences India**, **60B**: 107-115.
- Prejs, A. 1981. **Metodos para el estudio de los alimentos y las relaciones troficas de los peces**. Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Caracas, Venezuela, 129 pp.
- Roberts, T. R. 1969. Osteology and relationships of characoid fishes, particularly the genera *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius* and *Acestrorhynchus*. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, **36**: 391-500.
- Rodrigues, S. S.; Menin, E. 2003. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana de *Curimata gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Curimatidae). **Anais da 55ª Reunião Anual da SBPC**, Recife, Brasil, CD-Rom.
- Rodrigues, S. S.; Navarro, R. D.; Menin, E. 2004. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana de *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) (Characiformes, Anostomidae) em relação ao hábito alimentar. **Resumo expandido do III Congresso Iberoamericano Virtual de Aqüicultura**. Disponível em <http://www.civa2004.org> p. 325-332.
- Rogick, M. D. 1931. Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain teleosts fishes. II. A minnow (*Compostoma anomalum*). **Journal of Morphology**, **52** (1): 1-25.
- Suyehiro, Y. A. 1942. A study of the digestive system and feeding habits of fish. **Japanese Journal of Zoology**, **10**: 1-303.
- Taylor, W. R. 1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. **Proceedings of the National Museum**, **122**: 1-17.
- Western, J. R. H. 1969. Studies on the diet, feeding mechanisms and alimentary tract in two closely related Teleosts, the freshwater *Cottus gobio* L. and the marine *Parenophrys bubalis* Euphrasen. **Acta Zoologica**, **50**: 185-205.