

Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de trairão, *Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908 (Characiformes, Erythrinidae)

Cláudia Maria Reis Raposo Maciel ^{1*}

Alaor Maciel Júnior²

Eduardo Arruda Teixeira Lanna³

Eliane Menin⁴

¹DEBI/UESB, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
CEP 45.700-000, Itapetinga – BA, Brasil

²DTRA/UESB, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga – BA, Brasil

³DZO/UFV, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36.571-000, Viçosa – MG, Brasil

⁴DBA/UFV, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil

*Autor para correspondência

crmaci@uesb.br

Submetido em 21/10/2008
Aceito para publicação em 29/05/2009

Resumo

Neste trabalho foi estudada a anatomia da cavidade bucofaringiana de 20 exemplares de trairão, *Hoplias lacerdae* (Miranda Ribeiro, 1908), machos e fêmeas, de 24,41cm de comprimento-padrão médio, fixados em solução aquosa de formaldeído a 4% e, ou diafanizados e corados com alizarina e “alcian blue”. As características anatômicas da cavidade bucofaringiana de *H. lacerdae* são lábios delgados e aderidos às respectivas maxilas; dentição oral constituída de dentes caninos e cônicos, implantados nos pré-maxilar, maxilar e dentário, e dentes cônicos nos ectopterigóide e ectopterigóide acessório; língua lisa, com ápice livre; placas dentíferas, com dentes cônicos, revestindo as faces externa e interna dos arcos branquiais; rastros branquiais pouco numerosos no arco branquial I, com dentículos; aparelho dentário faringiano desenvolvido, dentes cônicos implantados nos II, III e IV faringobranquiais e no V ceratobranquial e mucosa sem relevos expressivos. Estas características confirmam o hábito carnívoro, preferencialmente ictiófago dessa espécie.

Unitermos: anatomia, cavidade bucofaringiana, dentição, Pisces, Teleostei

Abstract

Anatomy of the buccopharyngeal cavity of trairão, *Hoplias Lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908 (Characiformes, Erythrinidae). We studied the buccopharyngeal cavity anatomy of 20 male and female trairão, *Hoplias lacerdae* (Miranda Ribeiro, 1908) specimens, with 24.41cm average standard-length, fixed in 4% formalin aqueous solution and/or diaphanized and colored with alizarin and alcian blue. The anatomical characteristics of the *H. lacerdae* buccopharyngeal cavity are: thin lips adherent to the respective maxilla; oral dentition consisting of canine and conical teeth, implanted in the premaxillary, maxillary and dentary arches, and conical teeth in the ectopterygoid and accessory ectopterygoid; smooth tongue, with free apex; dentigerous

plates, with conical teeth covering gill arches on the external and internal faces; few gill rakes in gill arch I, with denticles; pharyngeal dental apparatus developed, with conical teeth implanted in the II, III and IV pharyngobranchial and V ceratobranchial cartilage; mucosal layer without significant relief. These characteristics confirm the trairão as being carnivorous in habit, preferentially ictiophagous.

Key words: anatomy, buccopharyngeal cavity, dentition, Pisces, Teleostei

Introdução

A relevância dos estudos morfológicos do aparelho digestório de peixes já é reconhecida para o desenvolvimento de uma piscicultura competitiva. Contudo, ainda é comum a criação de peixes nativos sem o prévio conhecimento de suas adaptações tróficas, o que acarreta consequências no custo da produção, deficiência nutricional e altos índices de mortalidade (Santos, 1999).

O aparelho digestório de peixes apresenta grandes e numerosas variações adaptativas decorrentes dos distintos hábitos alimentares das diferentes espécies de peixes (Loures e Lima, 2001; Rodrigues e Menin, 2008). Dentre seus componentes, a cavidade bucofaringiana, também denominada intestino cefálico (Bértin, 1958; Maciel, 1997; 2006; Loures e Lima, 2001), tem atraído grande atenção dos pesquisadores, uma vez que está intrinsecamente relacionada com a seleção, captura, direcionamento e preparo do alimento a ser deglutido. A boca, a cavidade bucal e a faringe estão associadas com a sucção, captura, orientação e preparação pré-digestiva do alimento. A forma e a posição da boca, as denticções oral e faringiana e a presença ou não de rastros branquiais mostram estreita relação com a forma de alimentação e o tipo de alimento (Prejs, 1981).

Hoplias lacerdae possui localidade-tipo (local geográfico onde foi coletado o tipo) na Bacia Ribeira do Iguape e, São Paulo (Oyakawa et al., 2006; Buckup et al., 2007; Menezes et al., 2007), mas já introduzida em várias regiões do país (Oliveira et al., 2004) e em quase todas as bacias hidrográficas da América do Sul (Fowler, 1950), é tida, no estágio adulto, como carnívora voraz, preferencialmente ictiófaga (Knöppel, 1970), apesar dos movimentos lentos. Pelo porte (até 20kg de peso vivo), o trairão (*Hoplias lacerdae*) é uma espécie que apresenta grande potencial para cultivo (Furuya, 2001), sendo muito apreciada na pesca desportiva e na culinária

(Neves, 1996). Esta é também uma espécie recomendada para consorciamento com outras espécies de interesse econômico, em virtude de algumas características como: crescimento, sabor da carne, rusticidade e capacidade de controle de ninhadas de peixes, através da predação (Furuya, 2001).

Este trabalho teve por finalidade descrever a anatomia da cavidade bucofaringiana de *H. lacerdae*, trairão, ressaltando seus aspectos funcionais e adaptações tróficas, e relacioná-la com seu hábito alimentar, carnívoro, preferencialmente ictiófago, além de fornecer subsídios que possam contribuir para o manejo e a produção comercial da espécie, como o desenvolvimento de estratégias para adaptação a dietas inertes, em cativeiro.

Material e Métodos

Neste trabalho, utilizou-se 20 exemplares de trairão (*Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908), sendo seis machos, de 20,6 a 25,2cm de comprimento-padrão, e 14 fêmeas, de 21,5 a 27,4cm de comprimento-padrão, coletados, com rede de arrasto e tarrafas, na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (DBA/UFV), em Viçosa, MG.

Os exemplares foram transportados, ainda vivos, ao Laboratório de Morfofisiologia Animal do DBA/UFV, no qual foram medidos, pesados e mantidos em jejum por 48 horas, e, após sedação por hipotermia (conforme Resolução nº 714, de 20/07/2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária), foram fixados em solução aquosa de formaldeído neutro tamponado, a 4%.

Para o estudo anatômico da constituição óssea da boca, dos arcos branquiais e para a análise das denticções oral e faringiana e dos rastros branquiais, a região cefálica de três exemplares foi seccionada, no

plano longitudinal mediano, diafanizada e corada com alizarina e “alcian blue” (Taylor, 1967) e a de dois outros exemplares, taxidermizada (Menin, 1988). As unidades ósseas foram identificadas segundo Roberts (1969).

O padrão da mucosa, a forma e o tamanho da cavidade bucofaringiana foram descritas a partir de secções longitudinais medianas de cinco exemplares, com os paquímeros mergulhados em água por 24h, e secções transversais, sagitais medianas e laterais dos três, cinco e dois exemplares fixados, respectivamente e, em seguida, congelados (Menin, 1988).

As descrições anatômicas foram realizadas com auxílio de um microscópio estereoscópico, e as fotografias, utilizadas para ilustrá-las e complementá-las, foram efetuadas no Laboratório Fotográfico do Setor de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da UFV.

Resultados e Discussão

Em *Hoplias lacerdae*, a boca ampla, é terminal e o pré-maxilar não é protrátil, o que lhe confere maior firmeza na mordedura. Em vista frontal, com a boca fechada, a fenda bucal é sinuosa e quando aberta é ampla e oval em seu eixo sagital mediano. Em vista lateral apresenta-se oblíqua e sinuosa. Os ossos que contribuem para abertura bucal são os pré-maxilares e maxilares, na maxila superior, e os dentários na maxila inferior ou mandíbula. Diversos autores relacionaram a forma, a posição, a estrutura óssea e muscular e a abertura da boca de espécies de peixes ao hábito alimentar. Suyehiro (1942) ressaltou que os peixes de boca ampla, capazes de tomar alimentos grandes, são carnívoros, na sua maioria. Rodrigues et al. (2006) relataram que, em *Leporinus macrocephalus* (piauí), a boca terminal e a fenda bucal pequena são adaptações ao hábito alimentar onívoro da espécie.

Nos trairões os lábios são delgados e encontram-se aderidos às respectivas maxilas (Figuras 1 e 2), sendo o lábio inferior mais espesso e pigmentado em relação ao superior. Nos lábios, como na língua, não foram verificados denticulos. Estes dados estão consistentes com as observações de Menin e Mimura (1991), que verificaram em espécies ictiófagas, como *Hoplias malabaricus* (traíra), *Salminus hilarii* (dourado-branco), *S. brasiliensis*

(dourado), *Acestorhynchus lacustris* e *A. britskii* (peixes-cachorro), lábios delgados e aderidos às maxilas.

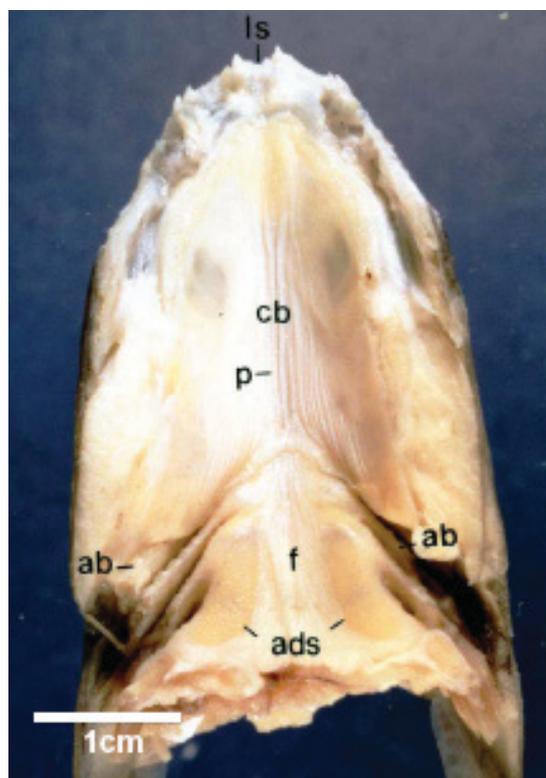


FIGURA 1: Mucosa do teto da cavidade bucofaringiana de *Hoplias lacerdae*, secção longitudinal horizontal. ab – arcos branquiais; ads – áreas dentigeras faringianas superiores; cb – cavidade bucal; f – faringe; ls – lábio superior; p – pregas.

Em secções longitudinais horizontais (Figuras 1 e 2), a cavidade bucal de trairão tem forma triangular, alargando-se em direção à faringe; em secção sagital mediano (Figura 3), ela é tubular, sendo que a porção posterior possui um diâmetro maior. O teto da cavidade bucal inclina-se gradativamente em sentido aboral. Em corte horizontal verifica-se que o teto da cavidade bucal, formado pelos ossos da base do crânio, tem suas porções laterais oblíquas, o que leva à formação de um sulco sagital mediano profundo ao longo do teto. O assoalho desta cavidade, por sua vez, encaixa-se no teto quando a boca está cerrada. O comprimento do teto é aproximadamente duas vezes o do assoalho (Figuras 1 e 2). Paralelamente e ao longo do plano sagital mediano (Figura 1) existem pregas longitudinais estreitas e delgadas, com bordas pouco onduladas, enquanto a mucosa das porções laterais do teto é lisa.

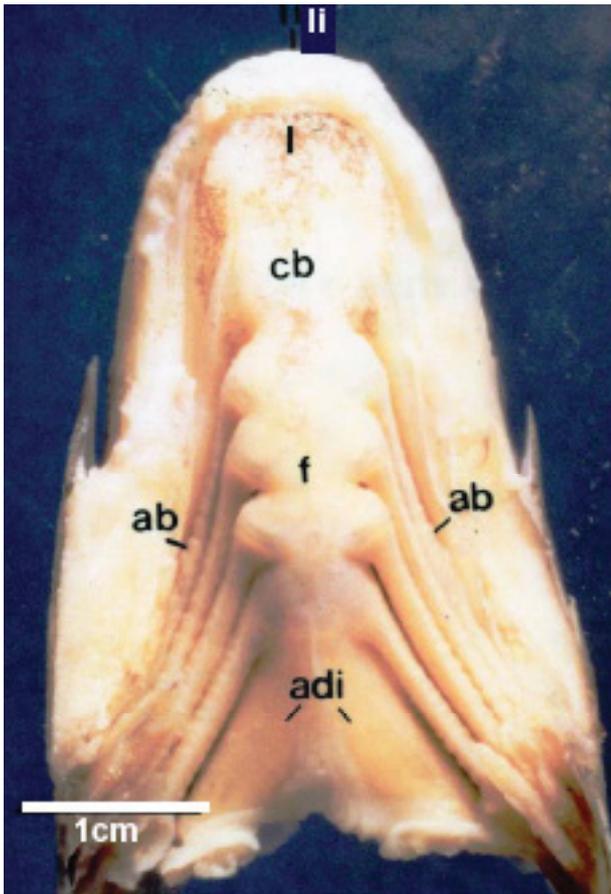


FIGURA 2: Mucosa do assoalho da cavidade bucofaringiana de *Hoplias lacerdae*, seção longitudinal horizontal. ab – arcos branquiais; adi – áreas dentíferas faringianas inferiores; cb – cavidade bucal; f – faringe; li – lábio inferior; l – língua.

O assoalho da cavidade bucal é constituído pela língua e pelos músculos intermandibulares. A língua, retangular e com as bordas laterais livres, é pouco pigmentada (Figura 2) e o seu dorso é totalmente liso, sem relevos expressivos (Figura 3). O osso glossohial forma a sua base, e o seu ápice ultrapassa a borda livre da valva oral inferior. George et al. (1998) relataram que, em todos os peixes, a língua é primitiva e imóvel, sendo uma simples dobra de tecido suportada pela cartilagem hióide. Menin (1988) verificou que a ausência de pregas ou de relevos acentuados na mucosa da cavidade bucofaringiana facilita a condução do alimento ao esôfago, o qual, durante esse percurso, não sendo retido por nenhum tipo de obstáculo, pode chegar ao esôfago e desobstruir a cavidade bucofaringiana rapidamente (Figura 3).

As valvas orais, superior e inferior, apresentam-se em forma de meia-lua e localizam-se após as séries dentárias da maxila superior e da mandíbula, respectivamente, sendo presas à maxila superior e à mandíbula pela borda posterior livre, projetada na cavidade bucal (Figuras 3 e 4). A valva oral inferior é mais ampla e livre em relação à superior. Conforme Bértin (1958), todos os Teleostei apresentam valvas orais superior e inferior (Figura 4), situadas caudalmente em relação às séries dentárias, que são utilizadas para prevenir o refluxo de água durante a mecânica respiratória e evitar o escape do alimento para o meio externo. Em *H. lacerdae*, pode-se afirmar

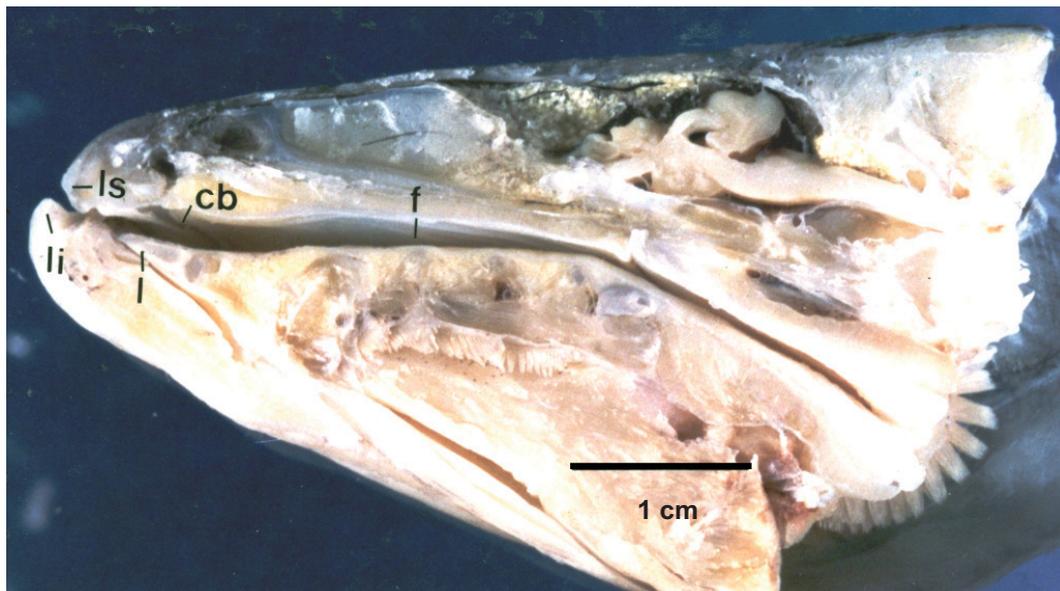


FIGURA 3: Seção sagital mediana da cavidade bucofaringiana de *Hoplias lacerdae* – Face medial direita em seção longitudinal horizontal. cb – cavidade bucal; f – faringe; l – língua; li – lábio inferior; ls – lábio superior.

que, em razão da sua estrutura, as valvas orais não são funcionais no que se refere à alimentação, evitando, apenas, o refluxo da água para o meio ambiente na fase expiratória do ciclo respiratório (Figuras 3 e 4).

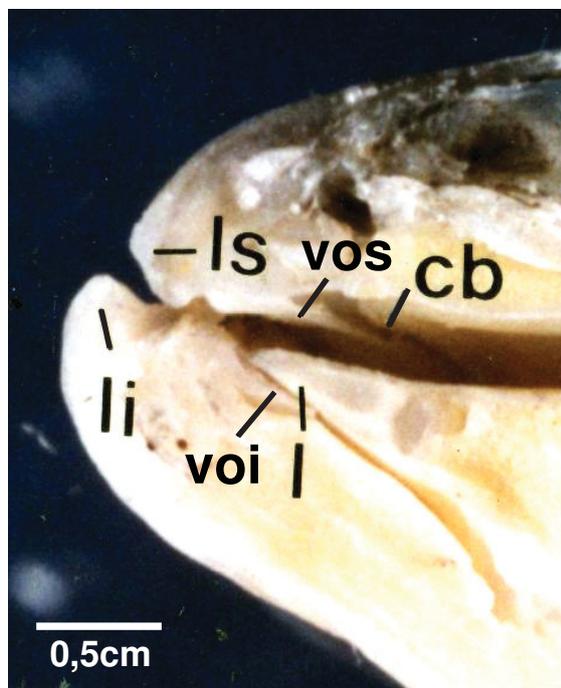


FIGURA 4: Região anterior da cavidade bucofaringiana de *Hoplias lacerdae* (ampliada). Seção sagital mediana. cb - cavidade bucal, li - lábio inferior, ls - lábio superior, l - língua, voi - valva oral inferior, vos - valva oral superior

Nesta espécie, os dentes orais são dos tipos caninos e cônicos, implantados nos ossos pré-maxilar, maxilar e dentário, e dispõem-se em uma única série regular e completa (Figura 5). Nos pré-maxilares, os dentes possuem tamanhos variados. Em cada hemimaxila, observam-se três dentes caninos de maior porte. Entre o primeiro, o segundo e o terceiro caninos de maior porte há seis dentes, sendo que o primeiro e o último são caninos de menor porte, e os quatro dentes centrais são cônicos. Lateralmente ao terceiro canino de maior porte ocorre uma serrilha formada por 16 dentes cônicos pequenos, dispostos no bordo ventral do maxilar. Foi observada diástema entre os primeiros caninos mediais de maior porte das duas hemimaxilas.

Sobre os ectopterigóides e ectopterigóides acessórios, no palato, há uma série externa de dentes cônicos de ápice curvo, voltados para a cavidade bucal

e internamente a ela, observaram-se dentículos cônicos de ápices curvos, também voltados para a cavidade bucal, distribuídos aleatoriamente sobre a superfície dos ossos mencionados, formando, em conjunto, uma área dentígera. Khanna e Mehrotra (1970) observaram que várias espécies carnívoras predadoras têm a boca ampla e dentições altamente especializadas, utilizadas para capturar a presa.



FIGURA 5: Região cefálica taxidermizada de *Hoplias lacerdae*. Vista lateral esquerda.

Nos dentários próximos à sínfise, observou-se, em cada hemimaxila, um dente canino de menor porte seguido por dois ou três dentes cônicos (Figura 6). E quando o animal está de boca fechada, os dois dentes caninos de menor porte medianos situam-se entre os dois primeiros caninos de maior porte da maxila superior, sendo que os dois ou três dentes cônicos estão situados posteriormente a eles (aos primeiros caninos de maior porte maxila superior). Lateralmente, seguem dois caninos, sendo que o primeiro de médio porte e o segundo de maior porte (Figura 6), situados posteriores ao primeiro canino de maior porte da maxila superior, quando o animal fecha a boca. Em sequência observam-se quatro dentes cônicos, que, quando o animal fecha a boca, servem de encaixe para o segundo canino de maior porte da maxila superior, seguidos por dois caninos, o primeiro de pequeno porte e o segundo de médio porte. Esta sequência de caninos se repete por

duas vezes e é seguida por uma serrilha composta por 16 ou 17 denticulos cônicos. Khanna e Mehrotra (1970) e Menin e Mimura (1991) relataram a presença de dentes bem desenvolvidos em várias partes da cavidade bucofaringiana das espécies tropicais carnívoras bombay duck (*Harpodon nehereus*), common pike conger (*Muraenesox telabon*) e snake-head (*Channa striatus*) e de traíra (*Hoplias malabaricus*), respectivamente.

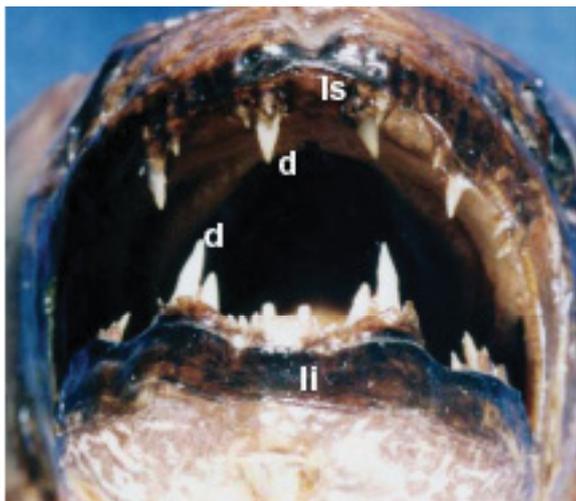


FIGURA 6: Vista frontal da região cefálica taxidermizada de *Hoplias lacerdae*. d – dentes caninos, li – lábio inferior, ls – lábio superior.

Para Sastry (1973), o desenvolvimento da dentição oral está associado com os tipos de alimentos capturados pelos peixes. Essa afirmação fica mais evidente quando se estudam as diversas espécies de uma mesma família e estas apresentam hábitos alimentares distintos. Por exemplo, na família Lutjanidae, as espécies ictiófagas são também providas com dentes caninos bem desenvolvidos, enquanto as que se alimentam de crustáceos e moluscos possuem dentição menos desenvolvida, sendo as planctófagas portadoras de dentição fraca (Menin, 1988). Segundo Al-Hussaini (1952), dentes cônicos e caninos são comumente encontrados em espécies carnívoras, predadoras.

Em secções longitudinais horizontais, a faringe de traíra tem forma triangular, com a base do triângulo voltada para o esôfago; o assoalho é mais longo que o teto, aproximadamente duas vezes (Figuras 1 e 2). A faringe é constituída por cinco pares de arcos branquiais. O comprimento dos arcos branquiais diminui

do primeiro ao quinto par gradativamente, sendo que os ramos inferiores são mais longos que os superiores (Figuras 7 e 8). Os arcos branquiais I, II e III são constituídos pelos ramos inferior e superior (Figuras 7 e 8). O ramo superior desses arcos é formado por dois ossos: o faringobranquial, curto e medialmente disposto, e o epibrânquial, longo, comprimido e lateralmente disposto (Figuras 7 e 8). O ramo superior do arco branquial IV é constituído pelos faringobranquial e epibrânquial modificados. Existem áreas dentíferas nos faringobranquiais II, III e IV, sendo que a do IV constitui a porção superior do aparelho dentário faringiano. O ramo inferior dos arcos branquiais I, II e III é constituído por dois ossos: o medial é curto, de forma cúbica, e o lateral, longo. O ramo inferior dos arcos branquiais IV é constituído pelo ceratobranquial e o do arco branquial V, pelo ceratobranquial modificado. Nos hipobranquiais I, II e III existem áreas dentíferas pequenas, dispersas na superfície desses ossos, enquanto a porção inferior do aparelho dentário faringiano fica restrita à área dentífera do osso ceratobranquial V. No hipobranquial I existem quatro placas dentíferas, somente na borda medial do arco, alinhadas. Nos hipobranquiais II e III existem oito placas dentíferas maiores e mais longas, não alinhadas, e ocupam a borda medial do arco, sendo que a última placa está entre o hipobranquial II e o ceratobranquial II e entre o hipobranquial III e o ceratobranquial III, respectivamente. Na face interna, as placas dentíferas chegam até a metade da altura do arco branquial, e na face externa, as placas dentíferas ocupam a altura do arco branquial, sendo que, próximo da borda posterior, o corpo da placa divide-se em cinco ou seis ramificações digitiformes. Na base dessas ramificações e na mucosa que reveste os arcos branquiais existem denticulos observáveis apenas com o auxílio do microscópio estereoscópico.

Em traíra, o aparelho dentário faringiano (Figuras 1 e 2) é desenvolvido, sendo formado por dentes cônicos implantados nos II, III e IV faringobranquiais e no V ceratobranquial. A mucosa da faringe não possui relevos expressivos.

Nas faces externa e interna dos arcos branquiais existem placas dentíferas com denticulos cônicos. No arco branquial I, estão presentes rastros branquiais

pouco numerosos. Estes rastros são delgados e longos (Figuras 7 e 8), com dentículos dispostos nas faces dorsal e ventral, estando ausentes nas faces interna e externa. Das e Moitra (1956) e Guínea e Fernandez (1992) consideraram que, em algumas espécies carnívoras, os rastros são modificados para agarrar e prevenir o escape das presas e para raspar e triturar o alimento.

Segundo Prejs (1981), a forma e a posição da boca, as dentições maxilar e faringiana, e a presença ou não de rastros branquiais mostram estreita relação com a forma de alimentação e o tipo de alimento. Para Rodrigues e Menin (2006), lábios lisos e delgados, dentição desenvolvida, língua relativamente móvel, mucosa sem relevos, faringe com dentículos dispostos em áreas e placas dentíferas, e rastros branquiais curtos e pontiagudos, são adaptações anatômicas compartilhadas entre várias espécies ictiófagas de Characiformes.

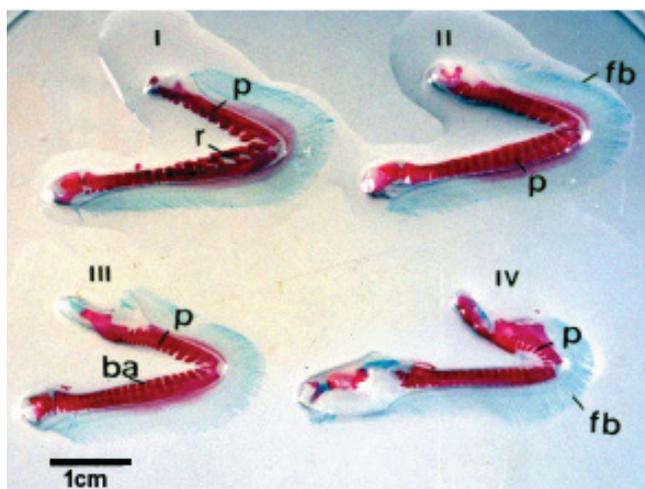


FIGURA 7: Conjunto esquerdo de arcos branquiais de *Hoplias lacerdae* (Diafanizados e corados). Face externa. I a IV – arcos branquiais I a IV; ba – bordo anterior; fb – filamentos branquiais; r – rastros branquiais; p – placas dentíferas.

As principais características anatômicas relacionadas com o hábito alimentar carnívoro, preferencialmente ictiófago, de *H. lacerdae* foram encontradas na cavidade bucofaringiana, no que se refere à constituição da boca, do aparelho filtrador branquial (rastros branquiais) e das dentições oral e faringiana.

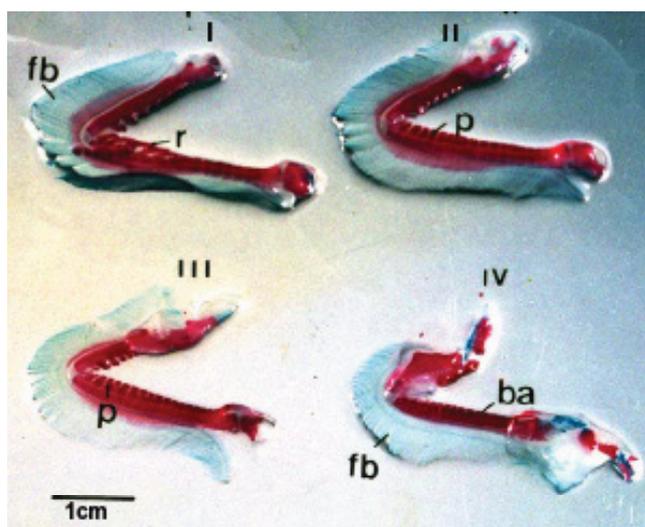


FIGURA 8: Conjunto esquerdo de arcos branquiais de *Hoplias lacerdae* (Diafanizados e corados) – Face interna. I a IV – arcos branquiais I a IV; ba – bordo anterior; fb – filamentos branquiais; r – rastros branquiais; p – placas dentíferas.

Agradecimentos

Ao Departamento de Biologia Animal (DBA/UFV, Viçosa, MG), pelo fornecimento do material biológico; ao Prof. Eldo Antônio Monteiro da Silva do Departamento de Biologia Vegetal (DBV/UFV, Viçosa, MG), pelas sugestões e pelo empréstimo do Laboratório Fotográfico.

Referências

- Al-Hussaini, A. H. 1952. The feeding habits and guts of teleosts especially of the Northern Red Sea. **Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul**, **17B**: 121-129.
- Bérin, L. 1958. Appareil digestif. In: Grassé, P. P. (Ed.). **Traité de Zoologie**. v.13. Masson, Paris, France, p.1249-1301.
- Buckup, P. A.; Menezes, N. A.; Ghazzi, M. S. 2007. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil, 195pp.
- Das, S. M.; Moitra, S. K. 1956. Studies on the food of some common fishes of Uttar Pradesh, India, III. **Proceedings of the National Academy of Science India**, **26B** (4): 224-233.
- Fowler, H. W. 1950. Os peixes de água doce do Brasil. **Arquivos de Zoologia Estado de São Paulo**, **6**: 205-404.
- Furuya, W. M. 2001. Espécies nativas. In: Moreira, H. L. M.; Vargas, L.; Ribeiro, R. P. & Zimmermann, S. (Orgs). **Fundamentos da moderna aquicultura**. Editora ULBRA, Canoas, Brasil, p.83-90.

- George, L. L.; Alves, C. E. R.; Castro, R. R. L. de. 1998. **Histologia comparada**. 2ª ed. Ed. Roca, São Paulo, Brasil, 286pp.
- Guinea, J.; Fernandez, F. 1992. Morphological and biometrical study of gill rakes in four species of mullet. **Journal of Fish Biology**, **41**: 381-397.
- Khanna, S. S.; Mehrotra, B. K. 1970. Histomorphology of the bucco-pharynx in relation to feeding habits in teleosts. **Proceedings of the National Academy of Science India**, **40B**: 60-80.
- Knöppel, H. A. 1970. Food of Central Amazonian Fishes. Contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain-forest-streams. **Amazoniana**, **2**: 257-352.
- Loures, B. R. R.; Lima, S. 2001. Anatomia de Peixes. In: Moreira, H. L. M.; Vargas, L.; Ribeiro, R. P. & Zimmermann, S. (Orgs). **Fundamentos da moderna aquicultura**. Editora ULBRA, Canoas, Brasil, p.17-22.
- Maciel, C. M. R. R. 1997. **Morfologia e potencialidade de *Hoplias cf lacerdae* (Ribeiro, 1908) (Characiformes, Erythrinidae) para localizar e selecionar o alimento, nas fases iniciais do ciclo de vida**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 96pp.
- Maciel, C. M. R. R. 2006. **Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 229pp.
- Menezes, N. A.; Weitzman, S. H.; Oyakawa, O. T.; Lima, F. C. T. de; Castro, R. M. C.; Weitzman, M. J. 2007. **Peixes de água doce da Mata Atlântica. Lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 408pp.
- Menin, E. 1988. **Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 557pp.
- Menin, E.; Mimura, O. M. 1991. Anatomia funcional da cavidade bucofaringiana de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae). **Revista Ceres**, **38** (217): 240-255.
- Neves, C. A. 1996. **Estudo morfológico e histoenzimológico do desenvolvimento ontogenético do trato digestivo de larvas e alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*) e de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 74pp.
- Oliveira, A. M. B. M. S. de; Conte, L.; Cyrino, J. E. P. 2004. Produção de Characiformes autóctones. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M. & Castagnoli, N. (Eds). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. TecArt, São Paulo, Brasil, p.217-238.
- Oyakawa, O. T.; Akama, A.; Mautari, K. C.; Nolasco, J. C. 2006. **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. Neotrópica, São Paulo, Brasil, 201pp.
- Prejs, A. 1981. **Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones troficas de los peces**. Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Caracas e Varsovia, Venezuela e Polônia, 129pp.
- 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 Science**, **36**: 391-500.
- Rodrigues, S. S.; Menin, E. 2006. Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salminae). **Biotemas**, **19** (1): 41-50.
- Rodrigues, S. S.; Menin, E. 2008. Anatomia do tubo digestivo de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salminae). **Biotemas**, **21** (2): 65-75.
- Rodrigues, S. S.; Navarro, R. D.; Menin, E. 2006. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana de *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Pisces, Characiformes, Anostomidae). **Biotemas**, **19** (1): 51-58.
- Santos, C. A. N. 1999. **Anátomo-histologia funcional do aparelho digestivo de *Brycon nattereri* Günther, 1864 (Teleostei, Characiformes, Bryconidae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 119pp.
- Sastry, K. V. 1973. Comparative morphology and histology of the alimentary canal in two teleost fishes. **Folia Morphology**, **21**: 31-39.
- Suyehiro, Y. 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.