

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MECANISMOS ALIMENTARES DA TRAÍRA
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)
(Actinopterygii, Erythrinidae)**

PAULA CAZZANELLI FERRAZ

**Monografia apresentada à Coordenação do Curso
de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel
em Ciências Biológicas.**

**Uberlândia - MG
Junho - 1997**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MECANISMOS ALIMENTARES DA TRAÍRA
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)
(Actinopterygii, Erythrinidae)

PAULA CAZZANELLI FERRAZ

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO PINESE

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia - MG
Junho - 1997

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

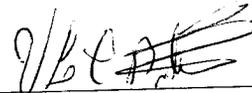
MECANISMOS ALIMENTARES DA TRAÍRA
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)
(Actinopterygii, Erythrinidae)

PAULA CAZZANELLI FERRAZ

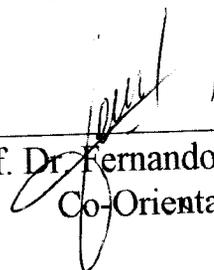
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA EM 24/6/97 Nota 100,0



Prof. Dr. José Fernando Pinese
Orientador



Prof.ª Ms. Vera Lúcia de Campos Brites
Co-Orientadora



Prof. Dr. Fernando Antônio Bauab
Co-Orientador

Uberlândia, 24 de Junho de 1997.

RESUMO

Estudos recentes tem procurado uma interpretação para a diversidade entre os animais, através da análise funcional e que determinam seus padrões comportamentais. Entre as várias opções de se investigar a relação Estrutura-Função, uma delas, talvez a mais acessível, é a maneira como as estruturas se movimentam ou a cinética das estruturas. Buscamos neste trabalho, analisar as estruturas envolvidas com a alimentação de *Hoplias malabaricus* através da cinematografia do processo de captura da presa. Para uma melhor compreensão da cinética craniana, foram feitos simultaneamente um estudo osteológico das estruturas envolvidas com a alimentação. Tais estruturas conferem à traíra uma voracidade ímpar (única), capaz de contrapor seu comportamento sedentário à um predador extremamente eficiente em seus ataques contra suas presas. Através de uma análise minuciosa (quadro a quadro) definimos três estágios na captura da presa: fase inicial - estágio onde a traíra atem-se à presa; fase expansiva - momento em que é desferido o ataque sobre a presa; fase compressiva - instante em que a presa é aprisionada entre as mandíbulas. Observamos que a anatomia craniana deste animal, bem como seu padrão comportamental durante a fase expansiva, pode sugerir que o processo de sucção citado por alguns autores possa ser equivocado, já que é nítido o processo de abocanhadura durante a alimentação, visto de forma concisa durante a análise dos quadros cinematográficos.

Palavras-chave: 1- *Hoplias malabaricus*; 2- osteologia; 3- cinematografia.

AGRADECIMENTOS

À Alessandro de Souza Queiroz, meu namorado, do Curso de Ciências Biológicas, pela compreensão, dedicação e tão incansável ajuda que, sem essa, não seria possível a conclusão deste trabalho.

À Fabiana Cazzanelli Ferraz e Fernando Leite Ferraz, meus irmãos, pela ajuda na parte de computação.

Ao Prof. Dr. José Fernando Pinese, pelos ensinamentos transmitidos e pela amizade que se consolidou entre nós.

À Prof^ª. Ms. Vera Lúcia de Campos Brites e ao Prof. Dr. Fernando Antônio Bauab, pela valiosa ajuda na correção deste trabalho.

Ao Sr. Guimarães Alves de Oliveira, Chefe do Setor de Aqüicultura da Prefeitura Municipal de Uberlândia, M.G. - FUTEL e funcionários, que doaram as traíras para a filmagem.

Ao técnico Anselmo de Oliveira, do Departamento de Biociências da Universidade Federal de Uberlândia, pelos ensinamentos transmitidos na dissecação do material.

Ao Editor de Imagens Dercival Oliveira Hortêncio, do Setor de Vídeo da UFU, pelos trabalhos de edição de Video tape.

E a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 - CONSTRUÇÃO DO AQUÁRIO	9
2.2 - COLETA DOS EXEMPLARES	10
2.3 - OSTEOLOGIA	10
2.4 - CINEMATOGRAFIA	11
3. RESULTADOS	14
3.1 - OSTEOLOGIA	14
3.1.1 - NEUROCRÂNIO	16
3.1.2 - SÉRIE ORBITAL	19
3.1.4 - SÉRIE SUSPENSÓRIA	21
3.1.6 - SÉRIE HIÓIDE	25
3.1.7 - SÉRIE BRANQUIAL	26
3.1.8 - CINTURA PEITORAL	27
3.2 - CINÉTICA CRANIANA	30
3.2.1 - FASE INICIAL	31
3.2.2 - FASE EXPANSIVA	31
3.2.3 - FASE COMPRESSIVA	31
4. DISCUSSÃO	33
4.1 - PADRÕES COMPORTAMENTAIS	33
4.2 - CINÉTICA CRANIANA	35
4.2.1 - FASE INICIAL	36
4.2.2 - FASE EXPANSIVA	36
4.2.3 - FASE COMPRESSIVA	37
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. Introdução

Peixes ocorrem dos mares polares até o Equador, desde a superfície até profundidades superiores a 9.000m e em lagos a mais de 4.500 metros de altitude nos Andes. Vivem em águas abertas, em fundo arenoso, rochoso e lodoso, em fendas dos recifes de corais, em baías salgadas e estuários, em rios e lagos de água doce ou alcalina, em águas de cavernas e mesmo em fontes quentes (STORER **et al.**, 1991).

Algumas espécies são ativas durante todo o tempo, muitas permanecem quietas durante a noite, poucas são noturnas. Alguns peixes são solitários, enquanto outros são gregários e vivem em cardumes de vários tamanhos (STORER **et al.**, 1991).

A maioria dos peixes, inclusive os jovens de espécies herbívoras, são predadores, alimentando-se de pequenos animais aquáticos ou de outros peixes, e algumas espécies maiores podem capturar aves ou mamíferos. Os métodos de alimentação são variados. Muitos mordem ou circundam sua presa com as mandíbulas (STORER *et al.*, 1991). A maioria dos teleósteos alimentam-se sugando sua presa, alargando as cavidades bucais e operculares (ALEXANDER, 1970). A protração da boca auxilia a procura de alimento por meio de sucção, circundando o alimento com as mandíbulas permitindo a procura do alimento no fundo sem inclinar muito o eixo do corpo, posição esta que atrasaria uma eventual fuga (STORER *et al.*, 1991).

Os Actinopterygii formam o grupo mais diverso dos vertebrados. Essa diversidade é espelhada pela sua extensiva variação morfológica e comportamental nos mecanismos e estratégias da captura da presa. Diversidade na morfologia da mandíbula é uma indicação de qualidade e legitimidade da radiação dos Actinopterygii (LAUDER Jr., 1980).

Nos Osteichthyes, os peixes ósseos, o crânio tem uma articulação dupla com a coluna vertebral e é tão solidamente unido que um peixe não consegue virar a cabeça. Durante o desenvolvimento, o esqueleto visceral compreende sete arcos pares, primeiramente cartilagosos e mais tarde ossificados. A parte superior do arco mandibular prende-se ao crânio e se

modifica, cada metade da maxila é formada por dois ossos de membrana (pré-maxilar e maxilar). A parte inferior do arco, a mandíbula primitiva (cartilagem de Meckel) recebe em cada lado três ossos, dentário, angular e o articular, o último articulado com o quadrado que se prende ao crânio (STORER *et al.*, 1991).

O arco hióide sustenta parcialmente a língua. O hióide está envolvido em movimentos da garganta, que aumentam ou diminuem o tamanho da cavidade bucal. Seguem-se cinco arcos branquiais dos quais quatro apresentam uma brânquia na curvatura externa e uma fileira de pequenos rastelos branquiais espinhosos na margem interna ou faringiana. Os rastelos branquiais contém muitos dentes pequenos, e estes rastelos quando aproximados, se ajustam formando uma peneira para proteger as brânquias contra ferimentos produzidos pelos alimentos e partículas estranhas. O último arco é pequeno e apresenta dentes faríngeos mas não possui brânquias (STORER *et al.*, 1991).

Os modernos peixes teleósteos, um grupo de alto sucesso, são representados hoje por mais espécies que o número combinado de todos os outros recentes vertebrados (MYERS, 1958 *apud* LAUDER, 1979). Esse sucesso é devido, pelo menos em parte, ao complexo morfológico e cinético da mandíbula que permite uma diversificação nos hábitos alimentares,

incluindo desde espécies com mecanismos generalizados de alimentação, até espécies altamente especializadas como folívoros, filtradores, sugadores e predadores. No curso dessa evolução, os mecanismos fundamentais de alimentação dos predadores parecem ter representado a linha principal dos avanços evolucionários, com formas especializadas e adaptadas para se alimentar de um item específico, vindo de predadores generalistas. Dentro dos Teleostei, um estudo de formas de predadores generalistas em cada nível de adaptação, pode dar uma maior compreensão dentro do significado evolucionário das inovações morfológicas da estrutura da mandíbula (LAUDER Jr., 1979).

Estudos da anatomia funcional e mecanismos de alimentação em peixes teleósteos presumiram, em sua maioria, que o processo de captura de presas representa uma série de eventos cíclicos e oscilatórios que são uniformes na duração e padrão (LAUDER Jr., 1981).

Quando se analisa as atividades dos peixes em seu ambiente natural, notamos que suas principais funções estão localizadas na cabeça, que incorpora estruturalmente a cintura peitoral. Desta maneira, a manipulação e a ingestão do alimento, respiração, defesa, proteção dos ovos e larvas, entre outras, concentram-se no complexo estrutural craniano (PINESE, 1996).

O crânio recebe as primeiras ações do meio físico e tem que romper o ambiente no processo de locomoção; é com o crânio que todos os peixes lutam para viver e para tomar alimentos; daí a robustez de todas as peças ósseas da cabeça, a solidez das articulações e ao mesmo tempo, a facilidade com que podem articular todos os ossos móveis da cabeça (GODOY, 1970).

Hoplias malabaricus possui o corpo alongado, de formato cilíndrico, fusiforme, possibilitando um maior impulso ou um arranque mais poderoso para um deslocamento rápido a curta distância. Este formato parece oferecer menor resistência à água durante os deslocamentos (MARSHALL, 1966 **apud** UIEDA, 1983). A boca é terminal, ampla e com a mandíbula um pouco saliente. As maxilas apresentam uma ou duas séries de dentes cônicos e pontiagudos. O comprimento do tubo digestivo representa cerca de 90 a 110% do seu comprimento padrão (UIEDA, 1983).

A traíra é tipicamente neotropical, de grande distribuição geográfica, ocorre em quase todas as bacias hidrográficas da América do Sul, com exclusão da área transandina e dos rios da Patagônia. Existem em todos os sistemas hidrográficos do Brasil. A região neotropical corresponde às Américas Central e do Sul, incluindo-se as Antilhas (PAIVA, 1972; BARBIERI **et al.**, 1982).

A traíra é uma espécie bem adaptada a ambientes lênticos, ou seja, ambientes de águas paradas e pouca correnteza, nas margens ou em pequenas profundidades, sobre fundos de lama e em áreas abrigadas por vegetação aquática; embora possa ser encontrada em rios de pequeno a grande porte. Mesmo não apresentando adaptações morfológicas, pode sobreviver em ambientes pouco oxigenados o que explica sua grande capacidade de dispersão e adaptação (PAIVA, 1972; BARBIERI, 1989).

Como predador generalista, observa-se na traíra a presença de dentes caninos em todas as fases de seu desenvolvimento, até mesmo em fase larval. Possui uma grande boca, com mandíbula prognata. Os dentes caninos em uma só série são recobertos por 3 pregas labiais (AZEVEDO & GOMES, 1943).

Durante a fase larval, alimentam-se somente de plâncton. Durante os primeiros dias procuram o microplâncton, já no terceiro e quarto dias alimentam-se de exemplares maiores, como Copepoda, Cladocera e também Ostracoida. Na fase juvenil começa a predileção por insetos maiores e de várias ordens, tanto adultos como larvas (AZEVEDO & GOMES, 1943). A traíra, na fase adulta, é essencialmente piscívora, entretanto, alimenta-se pouco, sendo relativamente inábil à captura de presas muito ativas, pela lentidão dos seus movimentos de deslocamento, atacando somente as que estiverem ao alcance do seu bote rápido. O predatismo é mais intenso durante

a noite, quando se movimenta um pouco à procura dos alimentos (PAIVA,1972). Fica parada entre a vegetação, alerta ao deslocamento de presas que poderão lhe servir de alimento. Quando uma presa se aproxima, num movimento brusco e rápido, a traíra nada em direção ao animal, aprisionando-o entre as maxilas. A eficiência da predação estaria relacionada com a rapidez do deslocamento (UIEDA, 1983).

O mecanismo da alimentação dos peixes teleósteos é um sistema funcional freqüentemente estudado. Várias pesquisas da morfologia funcional da alimentação em peixes tem o objetivo de determinar a base morfológica dos mecanismos de alimentação (ALEXANDER, 1970; ELSHOUD-OLDENHAVE, 1979; GIBB, 1995; LAUDER Jr., 1979; LAUDER Jr.,1980; LAUDER Jr., 1981; PINESE, 1996; WESTNEAT & WAINWRIGHT, 1989; WESTNEAT, 1990).

OBJETIVOS

A partir de observações feitas em laboratório, buscou-se determinar o processo de alimentação mediante o funcionamento das estruturas anatômicas e dos padrões comportamentais de *Hoplias malabaricus*, visando caracterizar o comportamento desse predador diante de suas presas, bem como a atividade osteológica envolvida neste processo.

2. Material e Métodos

2.1 - Construção do aquário

Utilizou-se de placas de vidro liso com aproximadamente 6mm de espessura, enquadradas e coladas com cola de silicone de uso comercial, resultando em um aquário retangular de 50cm de altura, 40cm de largura e 100cm de comprimento, comportando um volume de 200 l de água.

Com a finalidade de se proporcionar um ambiente mais estável, montou-se um sistema de filtro biológico, constituído de um retângulo tubular de PVC recoberto com um substrato de granitina previamente lavado, para

evitar-se contaminação. Com uma bomba, o ar é borbulhado dentro do sistema, funcionando como um sifão, que mantém uma circulação constante de água através de pequenos cortes na tubulação. Este sistema, além de manter a água constantemente livre de resíduos, ainda permite uma oxigenação eficiente do ambiente.

2.2 - Coleta dos Exemplares

Os exemplares de *Hoplias malabaricus* foram capturados no rio Araguari, no município de Uberlândia/MG, com o auxílio de redes de emalhar, num total de 10 indivíduos, além de dois exemplares doados pelo Setor de aqüicultura do Parque do Sabiá.

Dois exemplares com aproximadamente 15cm, foram transportados vivos para o aquário e dez exemplares maiores foram utilizados para as análises morfológicas.

2.3 - Osteologia

A dissecação craniana da traíra foi feita do seguinte modo: a cabeça foi aquecida em água por quinze minutos, até o primeiro amolecimento muscular,

identificável pela facilidade de destaque da pele e dos músculos com pinça. Cuidadosamente foi-se destacando os músculos e limpando a cabeça no próprio peixe, utilizando-se de estilete, escova, pinças e bisturi, até os ossos ficarem à vista.

Cada osso da cabeça foi sendo retirado, limpo com uma solução de água e detergente doméstico, seco e marcado com tinta. Após todos os ossos terem sido marcados, estes foram colocados em água oxigenada a 10% por dois dias, para o clareamento. Esperou-se um dia para a completa secagem das peças. Com papel milimetrado, os ossos foram esquematizados para auxiliar as identificações.

Após a identificação dos ossos, foi feita a montagem destes com o emprego de cola Super Bonder.

2.4- Cinematografia

Após um jejum de 72 horas, foram oferecidos à traíra mantida no aquário, peixes (*Ciprinus carpio*) de aproximadamente 5cm e minhocas (*Lumbricus* sp), para detectar possíveis preferências alimentares e variações na captura.

As filmagens realizaram-se sempre no início da noite, em virtude dos hábitos noturnos deste peixe.

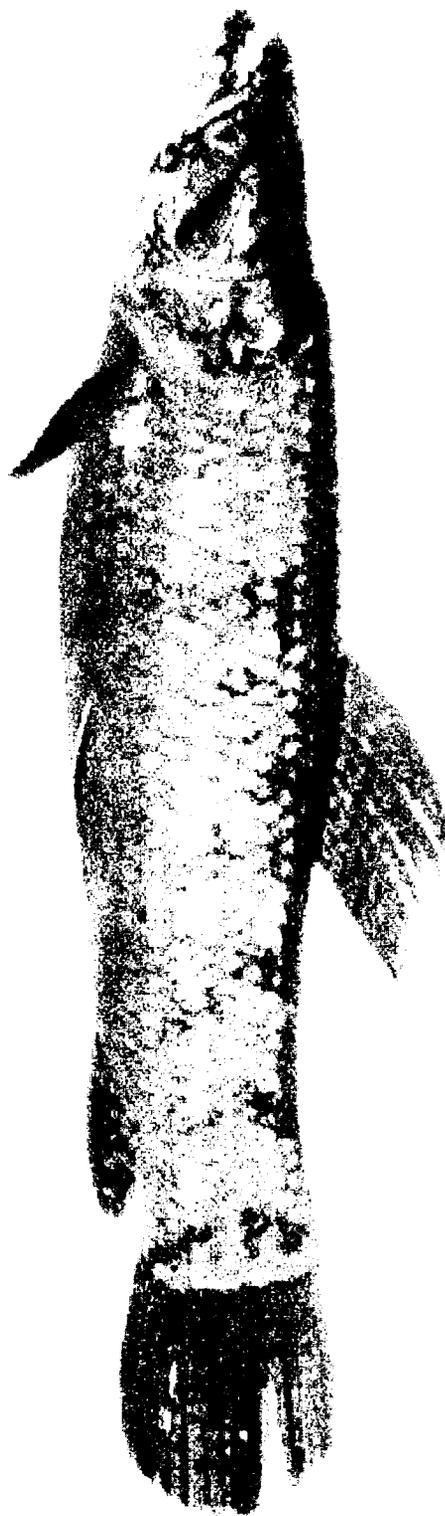


Figura 1 : Exemplar adulto de *Hoplias malabaricus* - "Traira"

Cada quadro da seqüência cinematográfica foi reproduzido em Video tape com 10 segundos de edição de imagens no Setor de Video da UFU. A seqüência de captura da presa assim preparada, foi reproduzida em câmara SVHS Panasonic M9000, acoplada à uma placa de captura de imagens "Super VIA", da Jovian Logic Corporation.

As imagens capturadas foram analisadas no editor de imagens Paint Shop Pro 3 e editadas no Power Point da Microsoft.

3. Resultados

3.1 -Osteologia

O crânio da traíra é relativamente grande em relação ao corpo, com ossos bem desenvolvidos e fortemente interligados, não apresentando cristas nem espaços abertos comuns em teleósteos superiores.

Em posição dorso-lateral e anterior ao crânio, abrem-se as narinas, circundadas pelos ossos nasal, suborbital 1 e pré-maxilares. Posteriormente, temos as órbitas oculares, delimitadas pelos ossos frontais e pelos ossos da série orbital (suborbitais de 1 a 6).



Figura 2: Desenho do crânio de *Hoplias malabaricus* - “Traira”

Seguindo a descrição proposta por LIEM (1970), a divisão do crânio de *Hoplias malabaricus* em séries ósseas possibilita uma maior visualização e entendimento do conjunto. Tal divisão consiste em: neurocrânio, série orbital, série opercular, série suspensória, série mandibular, série hióide, série branquial e cintura peitoral.

3.1.1 - Neurocrânio

Os ossos do neurocrânio encontram-se firmemente interligados por sinartroses (articulações fibrosas) do tipo suturas, que não permitem movimentos entre estas estruturas.

A parte externa superior do neurocrânio apresenta-se ligeiramente côncava no sentido antero-posterior. A sua forma é basicamente triangular.

No neurocrânio, a superfície dorsal (Figura 3) apresenta-se constituída anteriormente pelo etmóide e pelos ossos nasais (ossos delicados e setiformes). Medianamente encontram-se os pares frontais e, constituindo a porção posterior, os pares parietais e pteróticos.

Na altura do etmóide, existe uma pequena reentrância lateral que delimita a borda interna da fossa nasal.

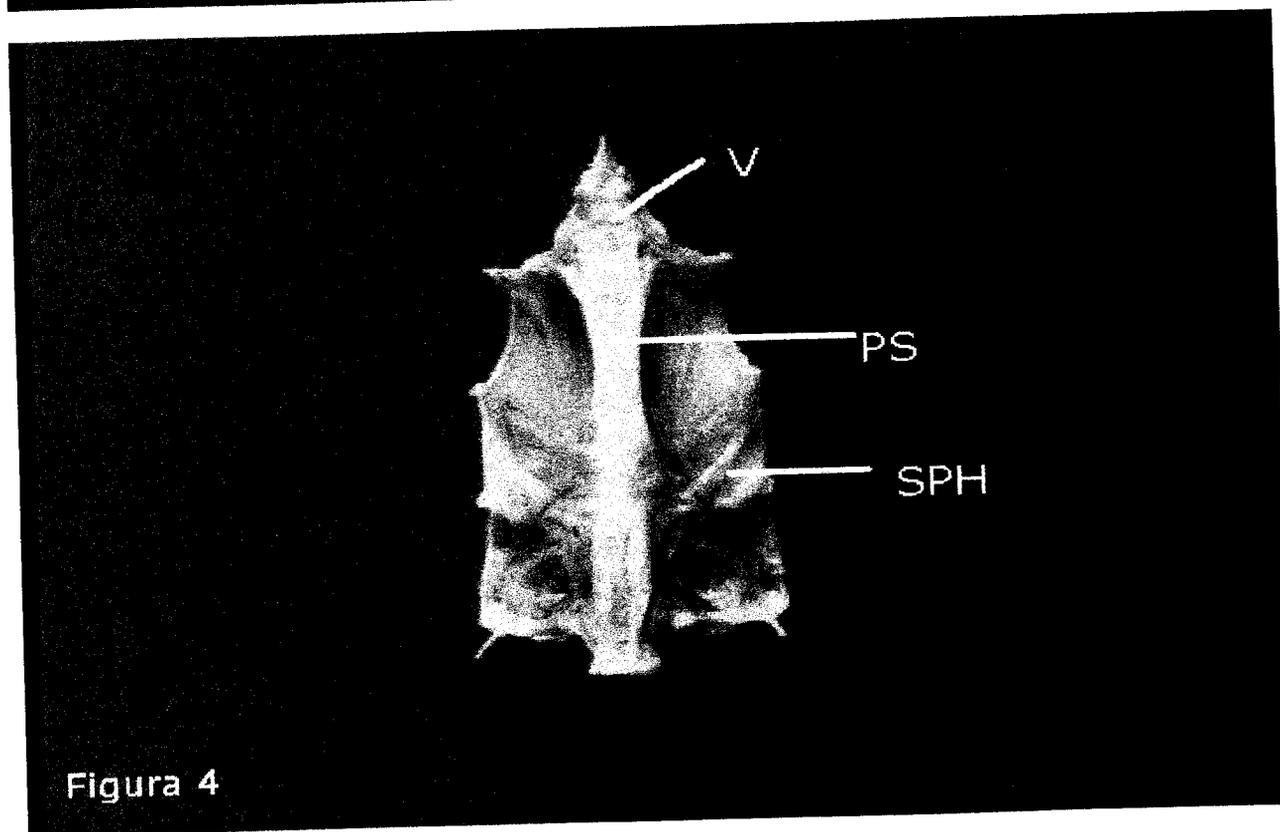
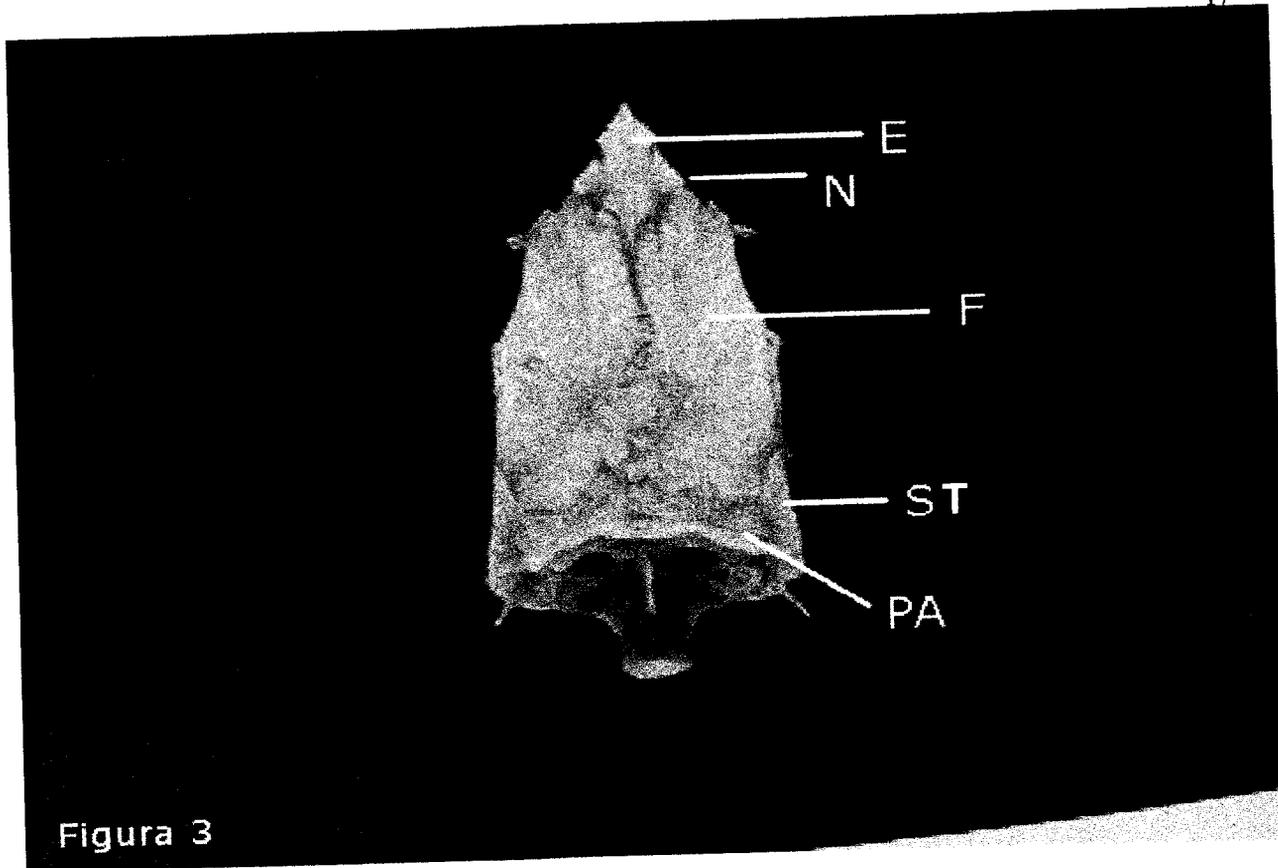


Figura 3: Vista dorsal do neurocrânio (E - etmóide, N - nasal, F - frontal, PA - parietal, ST - pterótico)

Figura 4: Vista ventral do neurocrânio (V - vômer, PS - paraesfenóide, SPH - esfenótico)

Na face ventral do neurocrânio (Figura 4), mais especificamente em sua posição anterior, tem-se o vômer, articulado diretamente ao alongado paraesfenóide, que funde-se posteriormente à primeira vértebra.

Projetando-se lateralmente de forma a articular-se com o hiomandibular da série suspensória, temos o esfenótico.

3.1.2 - Série Orbital

Estes ossos são chamados de circum-orbitais. São 6 ossos pares que constituem a série orbital (Figura 5): suborbital 1 (SO1), suborbital 2 (SO2), suborbital 3 (SO3), suborbital 4 (SO4), suborbital 5 (SO5) e o suborbital 6 (SO6).

O SO1, é um osso pequeno e alongado que delimita aproximadamente um terço da órbita ocular. O SO2 é um osso pequeno e de forma arredondada. O SO3 é considerado o verdadeiro pós-orbital, de acordo com GODOY(1970). O SO3 e o SO4 recobrem o músculo adutor da mandíbula. O SO5 contribui com uma pequena fração para a órbita ocular. O SO6, delimita uma pequena parte da órbita e se articula com o frontal.

3.1.3 - Série Opercular

Procurando dar uma conotação funcional, consideramos como constituintes da série opercular (Figura 6) somente o opérculo, subopérculo e o interopérculo (LIEM, 1970).

Funcionalmente, o preopercular pertence à série suspensória, servindo como ponto de origem do músculo adutor da mandíbula.

O opercular tem uma forma arredondada em sua borda superior, e retilínea na parte inferior, formando uma linha de articulação com o subopérculo.

O tamanho do subopérculo é de aproximadamente 1/3 da área total do opercular, e encontra-se inserido no tecido conjuntivo da membrana opercular, por trás da sua extremidade inferior.

O interopercular se liga ao tecido conjuntivo que envolve a mandíbula. É um osso pequeno que se localiza entre o preopercular e o subopercular, acima dos raios branquiostegais.

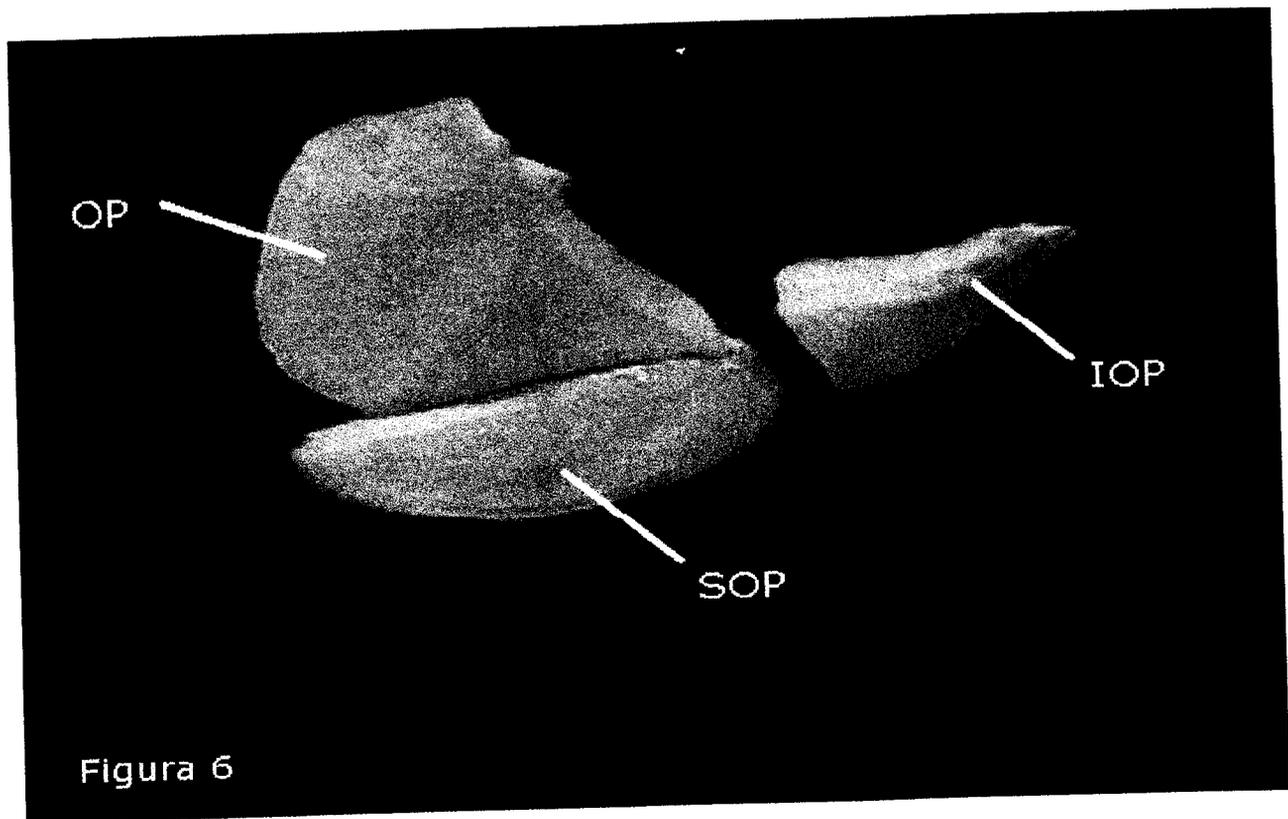
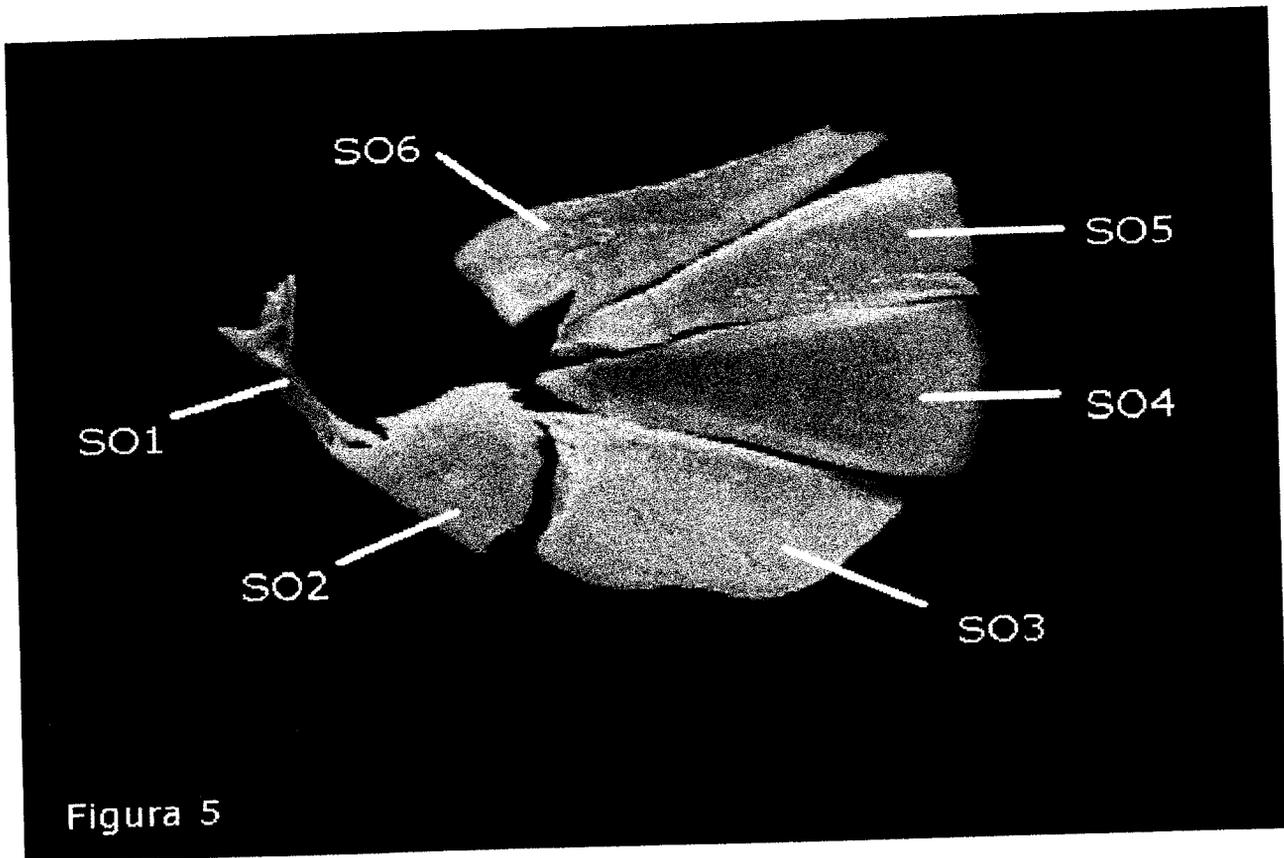


Figura 5: Série Orbital (suborbitais de 1 a 6)

Figura 6: Série Opercular (OP - opercular, SOP - subopercular, IOP - interopercular)

3.1.4 - Série Suspensória

A série suspensória (Figura 7) é composta pelos ossos: palatino, ectopterigóide, metapterigóide, endopterigóide, quadrado, simplético, preopercular e hiomandibular. São ossos achatados que se encontram fortemente articulados entre si, formando o suspensório.

A superfície inferior do palatino é recoberta por pequenos dentes e se articula lateralmente com o vômer formando o teto da boca.

O hiomandibular, na parte posterior do suspensório, apresenta um processo onde se articula o opercular.

A série suspensória, como um todo, articula-se na lateral do crânio como um gínglimo, ao mesmo tempo em que serve de ponto de articulação da mandíbula, através do quadrado, na sua extremidade inferior.

3.1.5 - Série Mandibular

É composta pelos ossos: pré-maxilar, maxilar, dentário, angular e articular (Figura 8), que possuem a cartilagem de Meckel na superfície côncava interna.

A mandíbula articula-se ao quadrado da série suspensória através da junta sinovial quadratomandibular, em forma de sela. É formada pelos ossos dentário, angular e articular e é ligeiramente prognata. Os dentes diminuem em tamanho da parte anterior para a posterior, destacando-se grandes caninos.

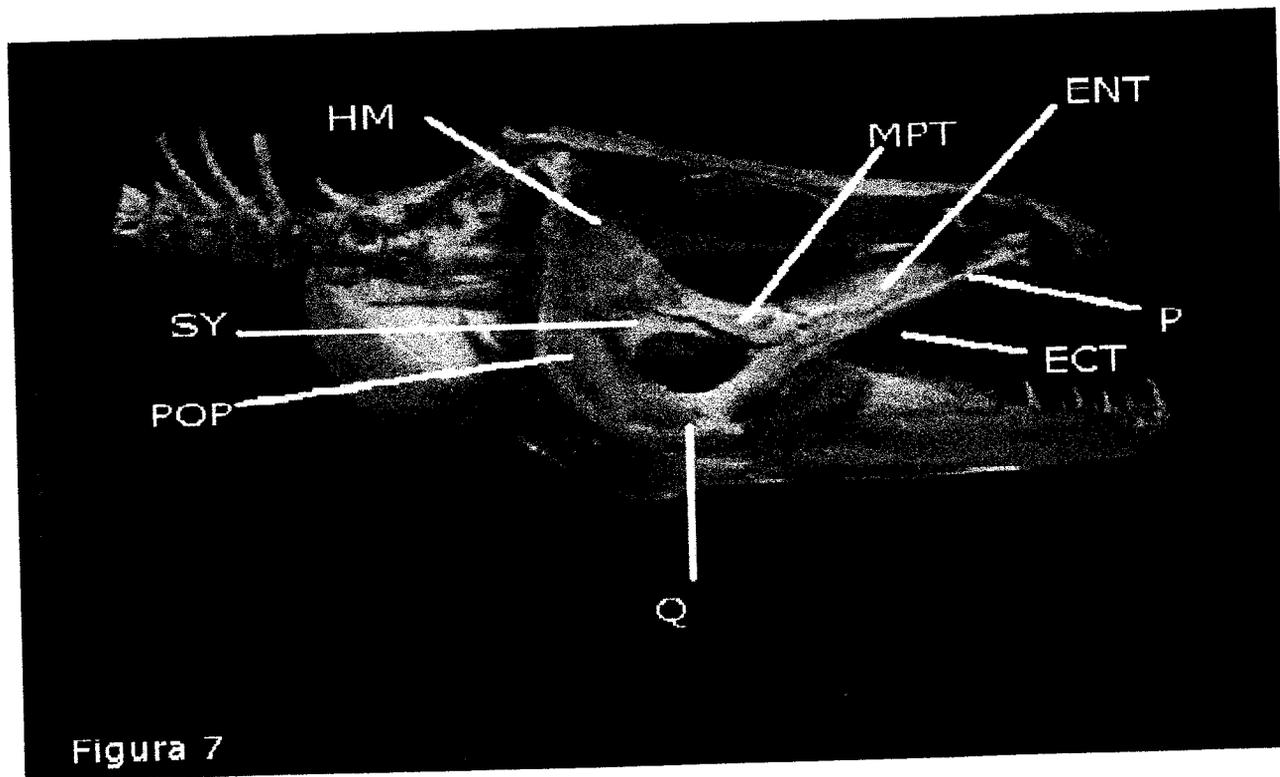


Figura 7

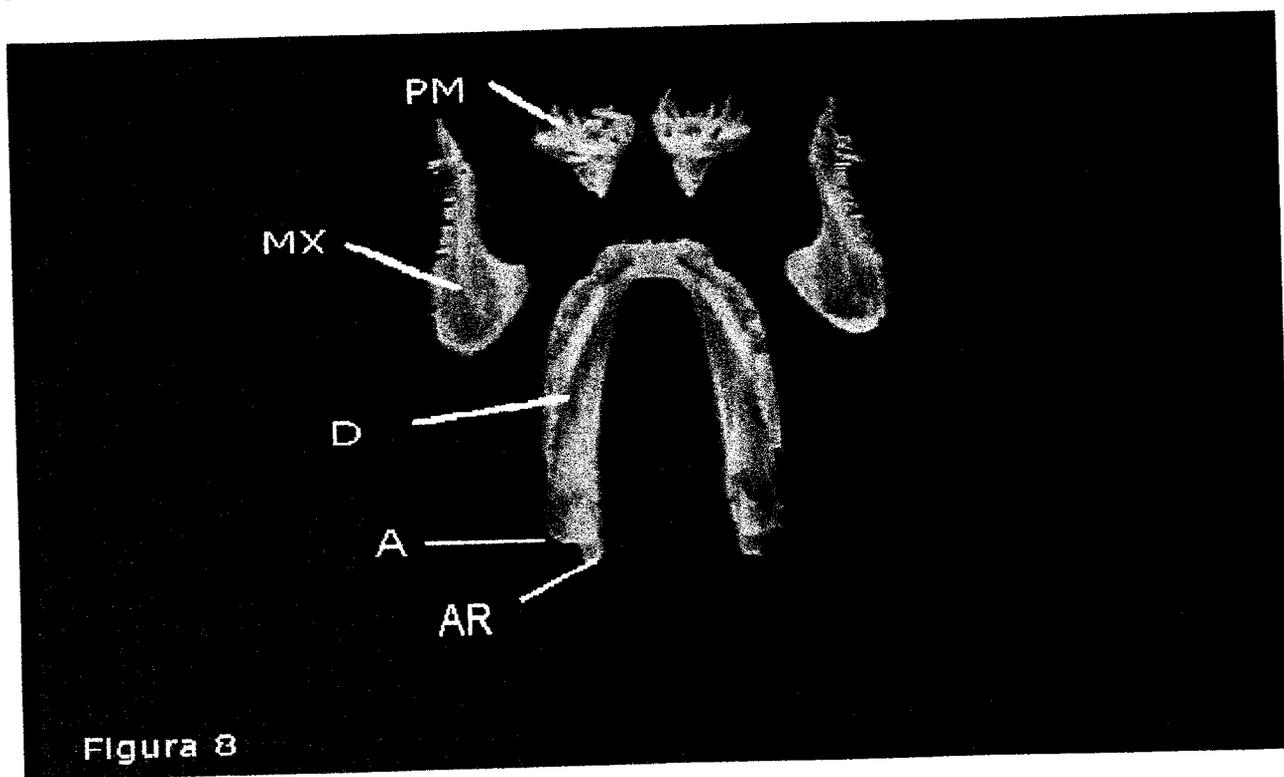


Figura 8

Figura 7: Série Suspensória (P - palatino, ECT - ectopterigóide, ENT - endopterigóide, MPT - metapterigóide, Q - quadrado, POP - preopercular, SY - simplético, HM - hiomandibular)

Figura 8: Série Mandibular (PM - pré-maxilar, MX - maxilar, D - dentário, A - angular, AR - articular)

Os pré-maxilares são ossos triangulares com dentes fortes e cônicos. Articulam-se ventralmente com o palatino e posteriormente com os nasais. Lateralmente, articulam-se com o maxilar.

No maxilar os dentes apresentam-se compridos da região anterior para a posterior. É um osso alongado que se articula anteriormente com o pré-maxilar e posteriormente com o tecido conjuntivo que delimita a lateral da boca .

3.1.6 - Série Hióide

Anteroventralmente o glossohial ou urohial, cartilaginoso, articula-se com os componentes ventrais da série branquial para formar o assoalho da boca, um complexo cartilaginoso que serve de suporte para a língua.

Lateralmente aos componentes basais da série branquial, seguem as estruturas mais desenvolvidas da série hióide (Figura 9), os ossos ceratohial e epihial, que servem de suporte aos raios branquiostegais em número de cinco pares.

Os epihiais, articulam-se dorsalmente na face medial do hiomandibular do suspensório.

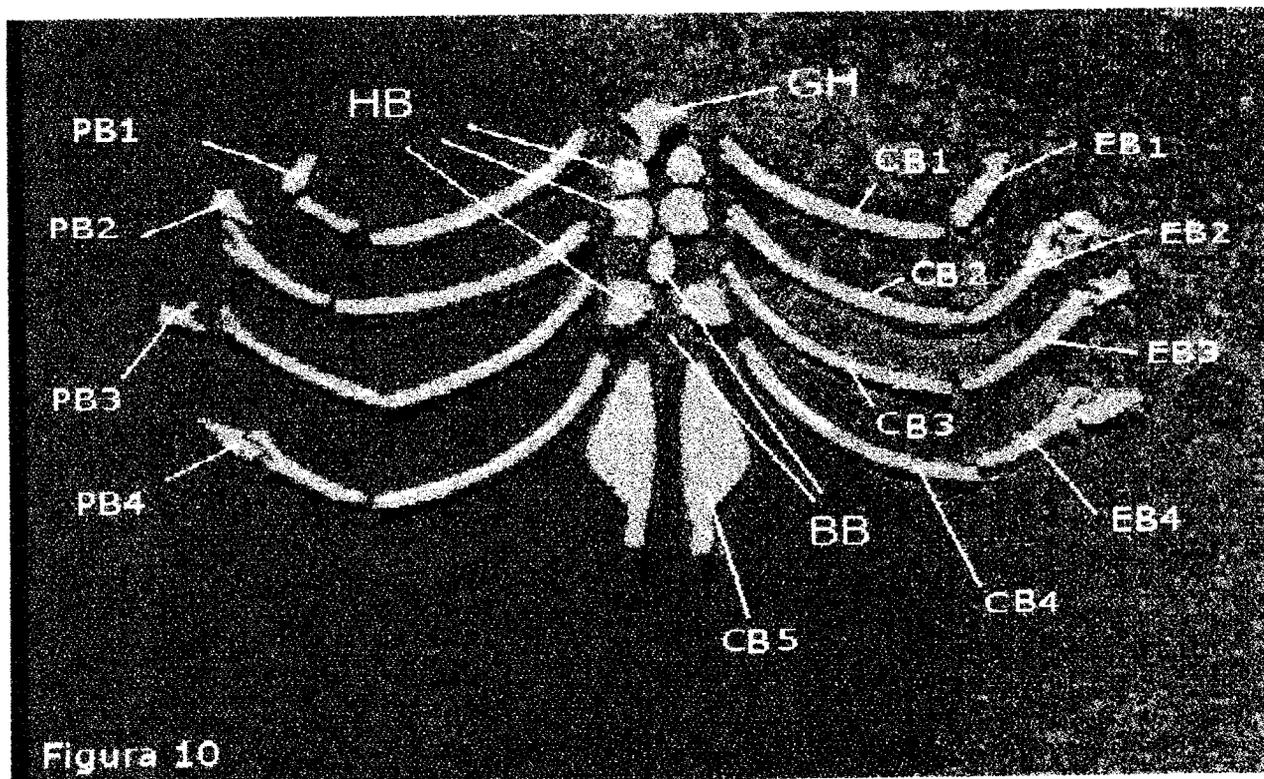
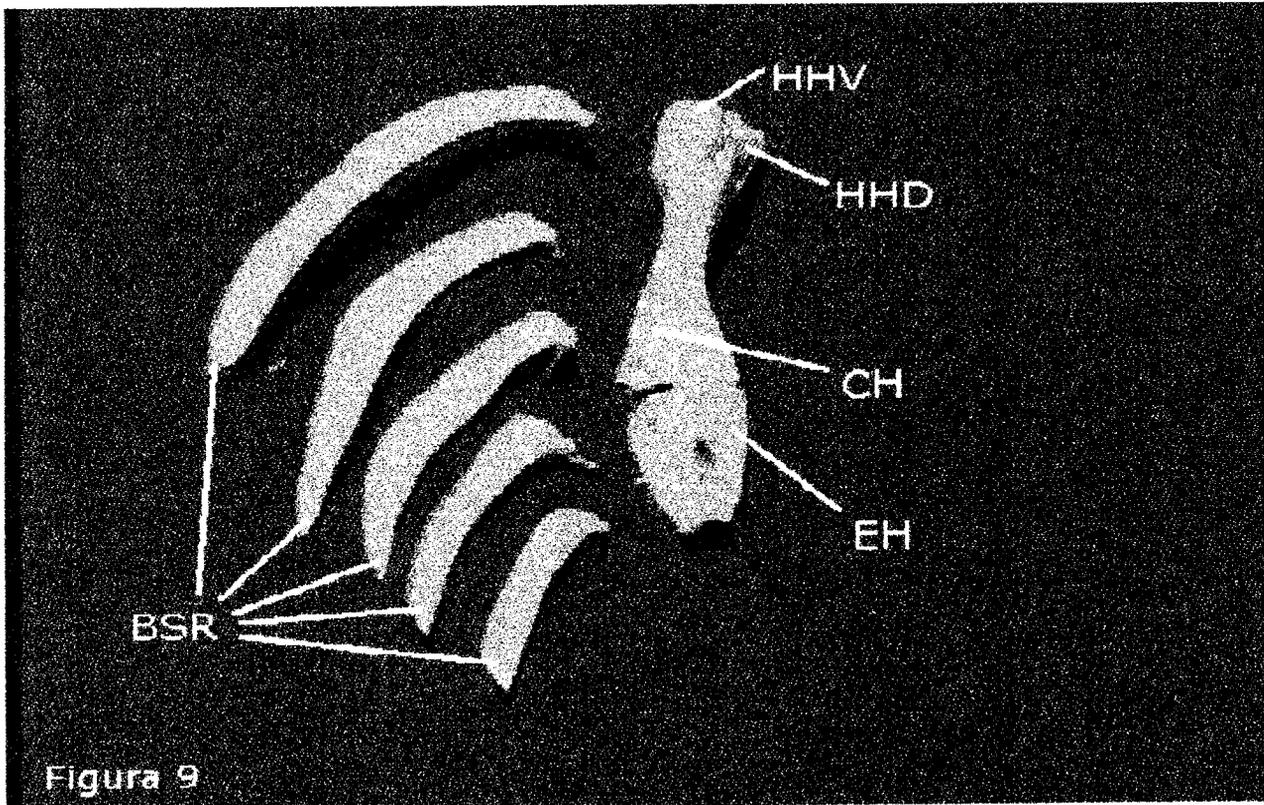


Figura 9: Série Hióide (HHD - hipohial dorsal, HHV - hipohial ventral, CH - ceratohial, EH - epihial, BSR - raios branquiostegais)

Figura 10: Série Branquial (GH - glossohial, BB - basibranquiais, HB - hipobranquiais, CB - ceratobranquiais, EB - epibranquiais, PB - faringobranquiais)

3.1.7 - Série Branquial

Esta série, que também pertence ao esqueleto visceral, está interligada ventralmente com as estruturas da série hióide.

Cada arco da série branquial é constituído dos seguintes ossos (Figura 10): faringobranquial, epibranquial, ceratobranquial, hipobranquial e basibranquial, dispostos no sentido dorso-ventral. A face externa dos quatro primeiros arcos servem de suporte para as brânquias, relacionadas com a respiração. Internamente apresentam os rastros que, numa espécie predadora como a traíra, funcionam como dentes extras, que seguram a presa.

3.1.8 - Cintura Peitoral

A cintura peitoral (Figura 11) é formada pelos ossos: cleitro, poscleitro, supracleitro, escápula e coracóide.

O cleitro é um osso forte, em forma de L, curvo e com extremidades afiladas. Está ligado ventralmente ao coracóide e posteriormente à escápula. Possui poderosos músculos elevadores e flexores da base da nadadeira peitoral.

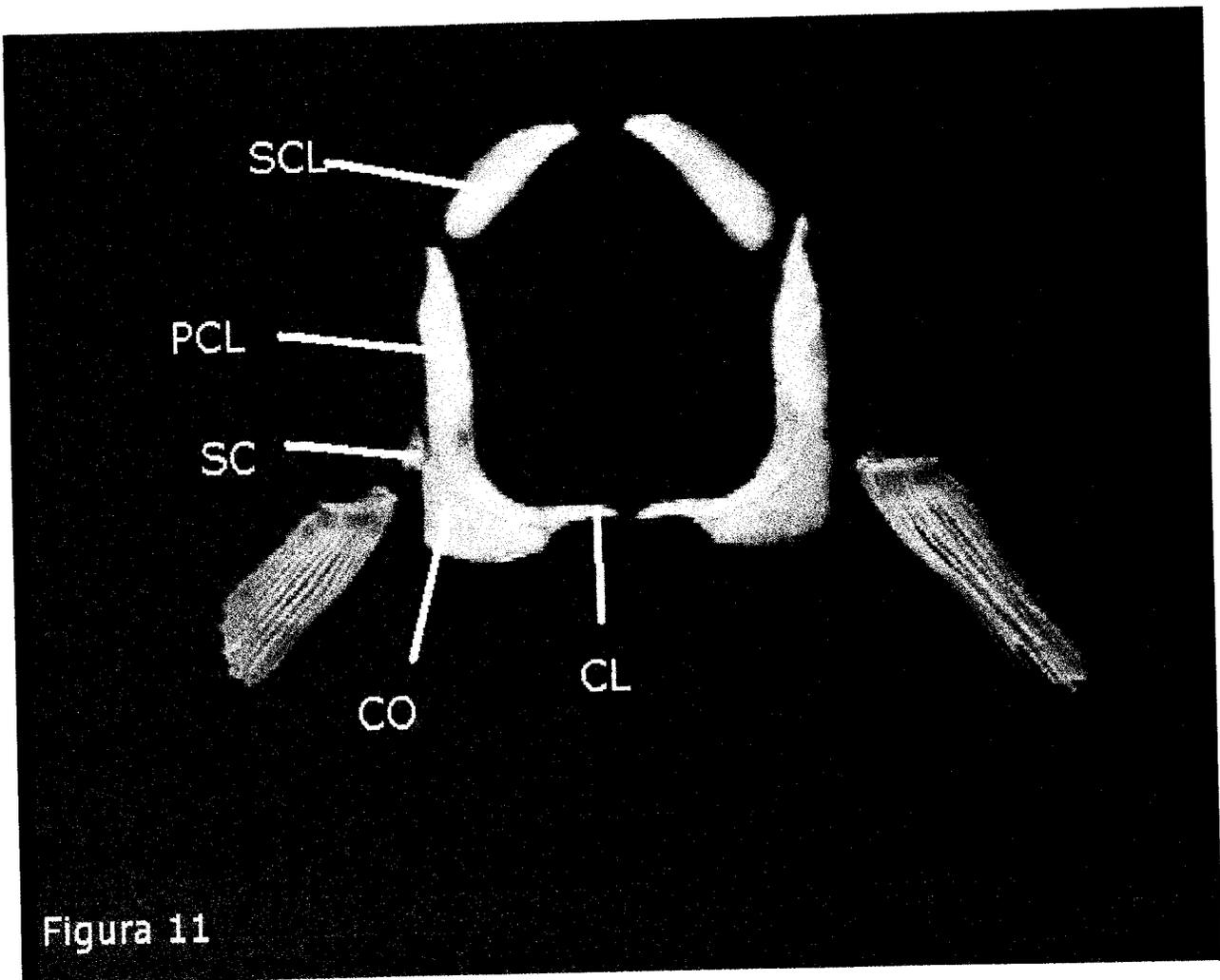


Figura 11: Cintura Peitoral (CL - cleitro, PCL - poscleitro, SCL - supracleitro, SC - escápula, CO - coracóide)

O supracleitro é um osso achatado e alongado, que se articula dorsalmente com o postemporal.

O postemporal articula a cintura peitoral à região posterior do neurocrânio. Na sua face interna possui um pequeno processo voltado ventralmente. A estrutura superior se articula com o supraoccipital e com o epiótico.

A escápula é um osso pequeno, que está situado na parte inferior do cleitro, constituindo o ponto de articulação do primeiro e principal raio da nadadeira peitoral.

O coracóide é um osso curvo, laminar e está interligado medialmente com a porção anterior do cleitro.

3.2 - Cinética Craniana

A fim de detectarmos padrões comportamentais distintos, utilizou-se dois tipos diferentes de presas, no tocante ao processo de captura.

Na captura de *Ciprinus carpio* (Figura 12), todo o processo, desde o momento que a presa se aproxima da traíra e esta desfere o ataque e retorna à posição inicial, pode ser registrado em 9 quadros em média. Na captura de minhocas *Lumbricus* sp, todo o processo pode ser registrado em 20 quadros, em média.

Como a câmera de vídeo utilizada no experimento registra 30 quadros.s⁻¹, temos toda a cinética craniana envolvida na captura de *Ciprinus carpio* ocorrendo em apenas 0,3 segundos, e na captura de *Lumbricus* sp. ocorrendo em 0,66 segundos.

Foi observado 3 fases distintas na captura das presas:

3.2.1 - Fase Inicial

Ocorre em aproximadamente 2 quadros (0,06 segundos).

3.2.2 -Fase expansiva

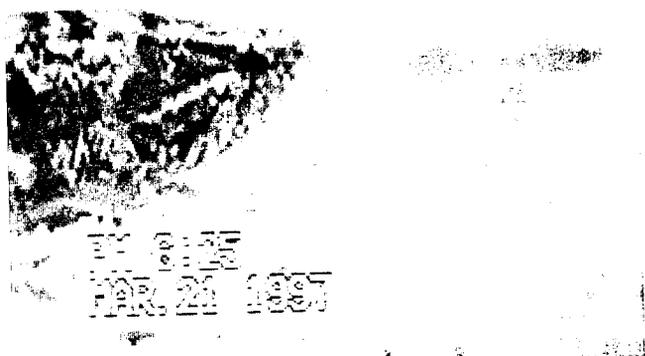
Ocorre em apenas 1 quadro (3º), o que significa apenas 0,03 segundos. Nessa fase ocorre a elevação do neurocrânio, depressão da mandíbula e uma abertura do suspensório lateralmente, atingindo suas posições máximas. A membrana opercular se mantém completamente aberta para a passagem da água.

3.2.3 - Fase Compressiva

Esta fase também ocorre em apenas 1 quadro (0,03 segundos). É uma fase de abocanhamento do alimento e de recuperação das posições iniciais. Ocorre muito rapidamente, para evitar que a presa escape.

Dependendo da maneira como a presa foi abocanhada, podem ocorrer a seguir, sucessivos movimentos das estruturas bucofaríngeas, até que o alimento se coloque em posição adequada para a ingestão.

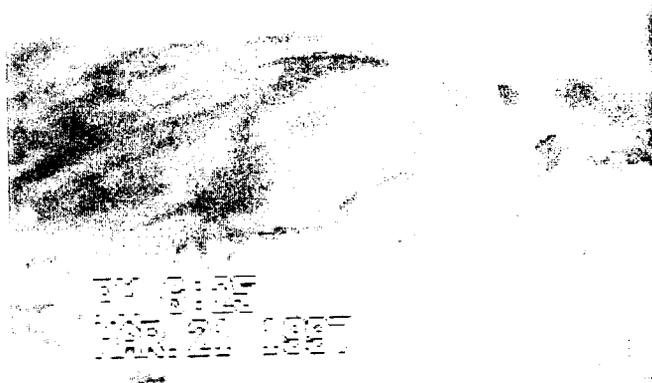
quadro 01



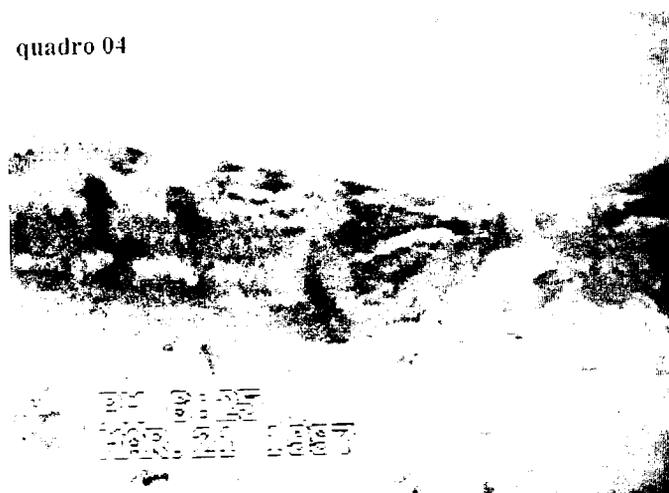
quadro 02



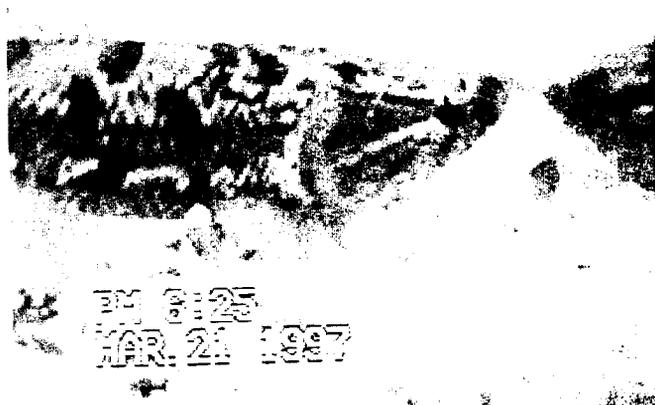
quadro 03



quadro 04



quadro 05



quadro 06

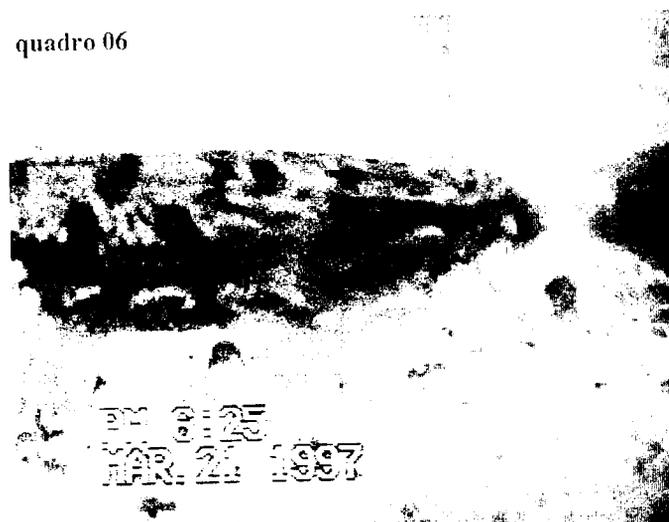


Figura 12: Cinética Craniana de *Hoplias malabaricus*. Quadros 1 e 2: Fase Inicial; Quadro 3: Fase Expansiva; Quadro 4: Fase Compressiva; Quadros 5 e 6: Manipulação posterior do alimento.

4. Discussão

4.1 - Padrões Comportamentais

Testou-se presas ardilosas e não-ardilosas, ou seja, peixes (*Ciprinus carpio*) e minhocas (*Lumbricus* sp.), para observarmos se há diferenças de comportamento entre os ataques.

Quando a presa é o peixe (presa ardilosa), a traíra utiliza uma verdadeira “estratégia” de ataque. O padrão de coloração muda, ela faz uma camuflagem, tentando imitar a coloração do fundo do aquário, ficando com pintas escuras, para ser confundida pela sua presa, que não consegue distinguir o predador. Outra tática é ficar na espreita, completamente imóvel, reduzindo até mesmo a ventilação branquial, o que deixa a presa confiante ignorando o perigo. Quando a presa entra no campo de ação da traíra, ou

seja, numa distância de aproximadamente o comprimento da cabeça da traíra, esta se lança para cima de sua presa. Todo este processo de captura ocorre em aproximadamente 0,33 segundos, que corresponde a 9 quadros da seqüência cinematográfica.

Quando a presa é a minhoca (presa não artilosa), a traíra nada lentamente até a presa, não muda seu padrão de coloração e a abocanha cuidadosamente. Todo o processo de captura é feito em média em 20 quadros (0,66 segundos), aproximadamente o dobro do tempo gasto para a captura de *Ciprinus carpio*.

Observou-se que a traíra, na fase de expansão, abre completamente a membrana opercular, para com isso, deixar a água sair através dos arcos branquiais e conseguir abocanhar sua presa. Portanto, *H. malabaricus* é um peixe abocanhador de espreita, descartando a possibilidade de ser um peixe sugador, como LAUDER Jr. (1981) afirma. Nos peixes sugadores, o opérculo permanece fechado, enquanto a cavidade buco-faríngea se expande, criando uma pressão negativa para a sucção da presa (PINESE, 1996).

Analisando a cinética craniana da traíra, pode-se observar que trata-se de um peixe abocanhador, pois, investe rápida e totalmente sobre a presa, que permanece imóvel, sem chances de escapar. Seus dentes muito bem desenvolvidos, localizados na pré-maxila, maxila e mandíbulas, do tipo

perfurantes ou dilacerantes, auxiliam na mecânica da alimentação, retendo firmemente a presa.

4.2 - Cinética Craniana

Apesar dos recursos limitados de cinematografia utilizados neste trabalho, pode-se afirmar que as considerações colocadas a seguir, resultam de análises osteológicas, interpretadas funcionalmente, através de observações exaustivas das seqüências de filmagens. Para confirmar estas observações, serão necessários estudos futuros de análises estruturais (osteologia, miologia e artrologia) e cinematografia sincronizada com eletromiografia dos principais músculos envolvidos com a mecânica alimentar.

Quando a presa entra no campo de ação, constata-se o desencadeamento de uma seqüência de movimentos que podem ser nitidamente caracterizados em fases bem definidas, sendo estas: fase inicial, fase expansiva e fase compressiva.

4.2.1 - Fase Inicial

Esta fase se caracteriza pela entrada da presa no raio de ação da traíra, onde o ataque pode ser bem sucedido, com uma distância de aproximadamente o comprimento da cabeça da traíra. É uma fase de preparação, onde a traíra busca um ataque único e certo, sem desperdício energético.

Esta economia energética pode ser explicada por esse peixe estar sujeito a prolongados períodos de jejum, relacionado com seu hábito extremamente sedentário. Uma eventual aproximação de uma presa, merece todo um preparativo preliminar, para que possa culminar em um ataque certo, com um mínimo de chances de erro.

4.2.2 - Fase Expansiva

Esta é a fase de ataque propriamente dita, onde a traíra se lança sobre a presa, com uma expansão máxima da cavidade bucofaríngea. A membrana opercular se encontra completamente aberta para que a água passe livremente pela cavidade opercular, fato este que caracteriza a tática de abocanhamento deste peixe.

4.2.3 - Fase Compressiva

É uma fase de abocanhamento do alimento, quando o abaixamento do neurocrânio, a adução da mandíbula e retorno de todas as peças ósseas às suas posições iniciais, envolve a presa dentro da cavidade buco-faríngea.

As fases expansiva e compressiva se processam com incrível rapidez, registrados cinematograficamente em praticamente 2 quadros, ou 0,06 segundos, o que pressupõe-se o envolvimento de músculos com elevado potencial de excitabilidade.

Mais uma vez, ressaltamos a importância de estudos eletromiográficos futuros, que complementariam os estudos da dinâmica da alimentação de *Hoplias malabaricus*.

Hoplias malabaricus encontra-se no alto da cadeia trófica, constituindo nitidamente um predador de espreita, generalista e claramente oportunista, onde com um desenvolvido aparato alimentar e uma capacidade notável de se lançar sobre sua presa no momento certo traduz todo o grau de adaptação deste peixe aos habitats dulcícolas mais variados.

5. Conclusões

- A abertura do opérculo na fase de expansão da cavidade buco-faríngea, ao mesmo tempo em que o animal se projeta sobre a presa, descarta a possibilidade da traíra apresentar hábito alimentar por sucção, como sugere a literatura.
- A cinética craniana das unidades estruturais estão voltadas para a captura da presa através de abocanhamento, com um notável comportamento de espreita, sendo a traíra portanto, considerada um predador passivo.

- *Hoplias malabaricus* apresentou um distinto padrão de coloração diante da presa, alcançando um alto grau de cripticidade em relação ao substrato, na tentativa de confundir sua presa. Confirmando tal levantamento, constatamos que na ausência de presas, a traíra apresenta-se sem pigmentação.

6. Referências Bibliográficas

ALEXANDER, R. McN., 1970. Mechanisms of the feeding action of various teleost fishes. **J. Zool. Lond.** **162**; 145-156.

AZEVEDO, P. de & GOMES A . L., 1943. Contribuição ao estudo da biologia da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). **Bolm. Industr. Anim., São Paulo**, **5**(4): 15-64.

BARBIERI, G.; VERANI, J.R. & BARBIERI, M.C., 1982. Dinâmica quantitativa da nutrição de *Hoplias malabaricus*. (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae), na Represa do Lobo (Brotas, Itirapina/SP). **Rvta.Bras.Biol.**, **42**(2): 295-300.

- BARBIERI, G., 1989. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch,1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. **Rvta. Bras. Zool.**, **6(2)**: 225-233.
- ELSHOUD-OLDENHAVE, M.J.W., 1979. Prey Capture in the Pike-Perch, *Stizostedion lucioperca* (Teleostei, Percidae): A Structural and Functional Analysis. **Zoomorphologie**, **93**: 1-32.
- GIBB, A . C., 1995. Kinematics of Prey Capture in a Flatfish, *Pleuronichthys verticalis*. **The Journal of Experimental Biology** **198**: 1173-1183.
- GODOY, M.P., 1970. Estudos osteológicos da Traíra *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch,1794) (Pisces,Cypriniformes,Erythrinidae). **Rvta.Bras.Biol.**, **30(3)**: 447-460.
- LAUDER JR., G.V., 1979. Feeding mechanisms in primitive teleosts and in the halecomorph fish *Amia calva*. **J. Zool. Lond.**, **187**: 543-578.

- LAUDER JR., G.V., 1980. Evolution of the feeding mechanism in primitive actinopterygian fishes: a Functional Anatomical Analysis of *Polypterus*, *Lepisosteus* and *Amia*, **J. Morph.**, **163**: 283-317.
- LAUDER JR., G.V., 1981. Intraspecific Functional Repertoires in the Feeding Mechanism of the Characoid Fishes *Lebiasina*, *Hoplias* and *Chalceus*. **Copeia** (1): 154-168.
- LIEM, K.F., 1970. Comparative Functional Anatomy of the Nandidae (Pisces, Teleostei). **Fieldiana: Zoology**, **56**. 166p.
- PAIVA, M.P., 1972. **Fisioecologia da Traíra, *Hoplias malabaricus* (BLOCH), no Nordeste Brasileiro, Crescimento, Resistência à Salinidade, Alimentação e Reprodução.** Universidade Federal do Ceará. 140p. (Tese de Doutorado).
- PINESE, J.F., 1996. **Morfologia funcional da alimentação do Pirarucu (*Arapaima gigas*).** Universidade Federal de São Carlos. 60p. (Tese de Doutorado).

STORER, T.I.; USINGER, R.L.; STEBBINS, R.C. & NYBAKKEN, J.W.,
1991. **Zoologia Geral**. Editora Nacional, São Paulo. 816p.

UIEDA, V.S., 1983. **Regime alimentar, distribuição espacial e temporal
de peixes (Teleostei) em um riacho da região de Limeira, S.P.**
Universidade Estadual de Campinas. 151p.(Dissertação de Mestrado).

WESTNEAT, M.W. & WAINWRIGHT, P. C., 1989. Feeding mechanisms of
Epibulus insidiator (Labridae, Teleostei): Evolution of a novel
functional system. **J.Morph.**, **202**: 129-150.

WESTNEAT, M.W., 1990. Feeding Mechanisms of Teleost Fishes (Labridae,
Perciformes): A Test of Four-Bar Linkage Models. **J. Morph.**, **205**:
269-295.