

IDENTIFICAÇÃO DE CÉLULAS ENDÓCRINAS NO APARELHO DIGESTÓRIO DE *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (PISCES, TELEOSTEI, CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE)

Eduardo França Castro
Cláudio César Fonseca
Eliane Menin

CASTRO¹, E.F.; FONSECA², C.C.; MENIN³, E. Identificação de células endócrinas no aparelho digestório de *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (Pisces, Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 5(1): p.071-078, 2002.

RESUMO: Estudos morfológicos do aparelho digestório de peixes são importantes no fornecimento de subsídios para que o desenvolvimento de uma piscicultura seja competitivo, de custos reduzidos, baixa deficiência alimentar e mortalidade. Objetivamos verificar a presença e determinar a frequência e distribuição de células endócrinas em diversos segmentos do tubo digestivo de *Prochilodus marggravii*. Foram utilizados dez indivíduos adultos, provenientes do alto do Rio São Francisco, entre os paralelos 18° 15' e 19° 00' de latitude Sul e os meridianos 44° 48' e 45° 29' de longitude a Oeste de Greenwich, dos quais fragmentos das regiões cárdica, cecal e pilórica do estômago e dos segmentos com 25 e 50% de comprimento do intestino foram coletados e incluídos em parafina. Foram obtidos cortes semi-seriados de 5µm de espessura e 25µm de espaçamento e corados pela técnica de Grimelius. Foram identificadas células argirófilas em todos os segmentos analisados. O estudo quantitativo revelou a existência de 0,0005 células argirófilas por mm² de mucosa do estômago e intestino.

PALAVRAS-CHAVES: células endócrinas, tubo digestivo, peixe, *Prochilodus*

IDENTIFICATION OF ENDOCRINE CELLS IN THE GASTROINTESTINAL TRACT OF *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (PISCES, TELEOSTEI, CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE)

CASTRO, E.F.; FONSECA, C.C.; MENIN, E. Identification of endocrine cells in the *rochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (Pisces, Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 5(1): p.071-078, 2002.

ABSTRACT: Morphologic studies of the digestive tract of fish are important in the supply of subsidies in the development of a competitive fish culture, of reduced cost, low alimentary deficiency and mortality. We objectify to verify the presence and to determine the frequency and distribution of the endocrine cells in diverse segments of the digestive tract of *Prochilodus marggravii*. Five adult specimens proceeding from the São Francisco river at Três Marias dam, Minas Gerais state, Brasil, had been used, of the which fragments of the cardiac, cecal and pyloric regions gastric and of the segments with 25 and 50% of length of the intestines, they had been collected and embedded in paraffin. Semi seriated sections of 5 µm of thickness and 25 µm of spacing had been gotten, stained by Grimelius technique. Had been identified argyrophillic cells in all analyzed segments. The quantitative study had presented the average of 0,0005 cells for mm² of gastric mucosa and of intestinal mucosa.

KEY WORDS: endocrine cells, intestinal tract, fish, *Prochilodus*

1 Biólogo, Mestrando em Medicina Veterinária, Depto. Veterinária, UFV.

2 Médico Veterinário, Mestre, Doutor, Prof. Histologia Veterinária, Depto. Veterinária, UFV. 36570-001-Viçosa- MG-Brasil

3 Bióloga, Doutora, Profa. Fisiologia, Depto. Biologia Animal, UFV.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CÉLULAS ENDÓCRINAS EN EL APARATO GASTROINTESTINAL DEL *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (PISCES, TELEOSTEI, CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE)

CASTRO, E.F.; FONSECA, C.C.; MENIN, E. Identificación de las células endócrinas em el aparato gastrointestinal del *Prochilodus marggravii* Walbaum, 1792 (Pisces, Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 5(1): p.071-078, 2002.

RESUMEN: Los estudios morfológicos del aparato gastrointestinal de pesca son importantes como fuente de subsidios en el desarrollo de una cultura competitiva de los pescados, de costos reducidos, de una baja deficiencia alimenticia y mortalidad. Nuestros objetivos fueron verificar la presencia y determinar la frecuencia y la distribución de las células endócrinas en segmentos diversos del tubo digestivo del *Prochilodus marggravii*. Fueran utilizados dez individuos adultos que procedían del rio San Francisco en la represa de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil, de los fragmentos de las regiones cárdica, cecal y de los segmentos con 25 y 50% de los intestinos, ellos fueran recogidos y embutados en parafina. Secciones semi-seriadas con 5 mm de espesor y 25 mm de distancia fueron obtenidos, teñidos sejun la técnica de Grimelius. Fueran identificadas células argirofilas en todos los segmentos analizados. El estudio cuantitativo mostró un promedio de 0,0005 células/mm² de mucosa gástrica e intestinal.

PALABRAS-CLAVE: células endócrinas, tubo digestivo, pescados, *Prochilodus*

Introdução

O Brasil, dada a sua grande extensão territorial e predominância de climas úmidos, tem extensa rede hidrográfica. Em muitos trechos, os rios apresentam um enorme potencial hidroelétrico (desníveis e clima ou hidrografia que o abastece de água regularmente), que vem sendo explorado há algum tempo, com a implantação de várias hidroelétricas: Três Marias, no Rio São Francisco; Itaipu, no Rio Paraná; Tucuruí, no Rio Tocantins, dentre outras.

Essas hidroelétricas apresentam em sua estrutura grandes lagos artificiais, que segundo BRITSKI *et al.* (1988) têm despertado o interesse para o estudo das espécies de peixes de água doce no país. Desta forma, o conhecimento da biologia das espécies é indispensável para maior desenvolvimento da piscicultura (GOMIDE, 1996), a qual é de relevante importância, pois representa fonte alternativa de alimento para o homem.

MENIN (1988) citou alguns aspectos do aparelho digestório dos Teleostei que têm estimulado o interesse de vários pesquisadores: a) grande variação estrutural; b) presença de características anatômicas e histológicas específicas com relação a diferentes hábitos e comportamentos alimentares, o que torna possível inferir a respeito da alimentação de espécies de valor comercial.

A parte tecnológica da piscicultura brasileira está bastante desenvolvida, mas há carência de informações sobre características biológicas da maioria das espécies nativas utilizadas como criação (GOMIDE, 1996).

Atualmente já é reconhecida a importância dos estudos morfológicos do aparelho digestório de peixes para o desenvolvimento de uma piscicultura competitiva, no entanto, tem sido comumente observada a criação de peixes nativos sem o prévio conhecimento de suas adaptações tróficas, acarretando conseqüências no custo da produção, deficiência alimentar e alto índice de mortalidade (SANTOS, 1999).

Pesquisas morfofisiológicas do tubo digestivo de espécies nativas são indispensáveis para embasar estudos direcionados para a sua criação, visando aumentar a produtividade e diminuir custos de produção e mortalidade. Além disso, tais estudos propiciarão subsídios para o repovoamento por espécies nativas, de grandes massas de água continentais, melhorando o condicionamento dos ecossistemas e repovoando espécies em áreas atualmente despovoadas.

Pelo exposto, um dos direcionamentos possíveis destes estudos é a análise morfológica e morfométrica das células endócrinas gastroenteropancreáticas. Tal segmento do sistema endócrino, juntamente com a regulação enteroneural, controla a secreção de outros elementos celulares endócrinos, dos complexos

enzimáticos e de secreções digestivas, como as secreções biliares e pancreáticas, contribuindo para os processos digestivos, que propiciam absorção dos nutrientes necessários para o desenvolvimento normal e a manutenção da homeostase animal.

Portanto, o estabelecimento dos padrões morfológicos e morfométricos do sistema endócrino gastroenteropancreático poderá fornecer subsídios para o entendimento de possíveis relações entre aspectos morfológicos e fisiológicos dos processos digestivos.

Como principais objetivos, nos propusemos a verificar a presença e determinar a frequência e distribuição de células endócrinas em diversos segmentos do tubo digestivo de *Prochilodus marggravii*.

Revisão de Literatura

Biologia da Espécie

O conhecimento a respeito da diversidade da ictiofauna sul-americana e brasileira é ainda incipiente, particularmente aqueles relacionados às espécies de água doce (BÖLKE *et al.*, 1978). Dentre as regiões zoogeográficas do planeta, a América do Sul possui o maior número de espécies conhecidas de peixes de água doce. BÖLKE *et al.* (1978) afirmaram que as estimativas do número de espécies são bastantes flexíveis, variando de 2.500 a 5.000 espécies, e que 30 a 40% da ictiofauna sul-americana de água doce é desconhecida.

A família Prochilodontidae é constituída por peixes de água doce, que se distribuem na América do Sul (NELSON, 1976) e, segundo ROBERTS (1969), existem mais de 30 espécies que estão entre as mais importantes consumidas no Brasil, Equador, Colômbia, Venezuela, Guianas, Peru, Bolívia e Argentina.

As espécies do gênero *Prochilodus* são encontradas em várias regiões da América do Sul e do Brasil, como por exemplo, na Bacia Magdalena, nas Bacias Amazônicas, na Bacia do Prata e no Rio São Francisco (ROBERTS, 1969; BRITSKI *et al.*, 1988), sendo importante fonte de proteína para as populações do Vale do Rio São Francisco e para os mercados urbanos de todo o Estado de Minas Gerais (PAIXÃO & HANCZ,

1989).

MAGO LECCIA (1972) relatou que a taxonomia do gênero *Prochilodus* é bastante complexa, devido a vários fatores. Dentre estes citou que as descrições das espécies são incompletas, baseadas em um número reduzido de exemplares; a maioria das espécies realiza extensa migração, com propósito reprodutivo, o que permite ampliar a sua distribuição geográfica. Afirma ainda que alguns caracteres empregados nas descrições originais das espécies, como diagnósticos, não o são realmente.

Peixes da espécie *Prochilodus marggravii*, conhecidos popularmente como “curimba”, “curimatá-pacu”, “curimbatá” ou “zulega”, têm hábito alimentar iliófago, isto é, se alimentam preferencialmente de material orgânico presente no fundo dos rios (ANGELESCUS & GNERI, 1949; BRITSKI *et al.*, 1988; ROBERTS, 1973), fazendo parte das espécies de peixes nativos que apresentam ótimo potencial zootécnico e econômico. MELLO *et al.* (1978) enfatizaram o valor econômico regionalizado desta espécie, bem como a utilização da mesma para repovoamento de rios e açudes e em pesquisas na área de piscicultura, uma vez que esta espécie é dócil e de fácil manejo, que se adapta ao confinamento em tanques, e apresenta grande facilidade de manejo reprodutivo, mesmo por indução artificial.

PAIXÃO & HANCZ (1989) citaram a ocorrência da espécie *P. marggravii* na Bacia do Rio São Francisco e MENIN (1988) observou-a, também, na Bacia do Paraná.

Sistema endócrino gastroenteropancreático

O reconhecimento do aparelho digestório como órgão endócrino, data do início da década de 60, mas as células endócrinas gastrointestinais foram descritas inicialmente por HEIDENHAIM (1870) *apud* POLAK (1993), em seus estudos da mucosa gástrica de cão. Posteriormente, CIACCIO (1907) *apud* POLAK (1993) classificou-as como enterocromafins (em razão da afinidade destas células com sais de crômio), que anos mais tarde MASSON (1914) *apud* POLAK *et al.* (1993) mostrou serem capazes de reduzir a prata (reação argentafim) sem auxílio de agente redutor externo (FALKMER, 1993; POLAK *et al.*, 1993).

De acordo com GRUBE (1986), o sistema endócrino gastroenteropancreático apresenta as seguintes funções: a) participa da regulação do metabolismo de carboidratos; b) controla ou modula todos os processos ligados à digestão e absorção do alimento, tais como a secreção das glândulas extrínsecas ou intrínsecas, em todo o sistema gastrointestinal; c) controla ou modula o peristaltismo; d) controla ou modula o suprimento sanguíneo; e) controla ou modula os processos de absorção; f) controla ou modula o ciclo celular do epitélio gastrointestinal.

As células do sistema endócrino gastroenteropancreático compreendem as células argentafins, capazes de absorver e reduzir soluções de prata, visualizadas pelo método de Masson-Fontana; e as células argirófilas, que absorvem sais de prata, reduzidos por adição de uma substância química redutora, e visualizadas pelo método de Grimelius (POLAK *et al.*, 1993).

Os mensageiros químicos servem de elo entre as células secretoras e as células-alvo, onde nas células-alvo desencadeiam alguma resposta específica (BANKS, 1992). Os mensageiros químicos produzidos pelas células endócrinas gastroenteropancreáticas são do tipo polipeptídeos e, ou, monoaminas biogênicas.

Segundo McINTOSH (1995), a secreção de hormônios endócrinos de órgãos como o pâncreas ou a mucosa gástrica ou intestinal é diretamente ativada pelos nutrientes ingeridos.

FALKMER (1993), revendo a filogenia e ontogenia das células neuroendócrinas do tubo gastrointestinal, citou a presença de vários mediadores químicos nos Protocordados e Cordados: insulina, IGF-1, somatostatina, PP/PYY, glucagon, secretina, VIP, serotonina, motilina, neurotensina, bombesina, substância P, gastrina.

MARTINEZ *et al.* (1989), utilizando métodos imunocitoquímicos identificaram células imunoreativas à somatostatina, glucagon e polipeptídeo pancreático no aparelho digestório de Equinodermata. KAUNG (1981) e EL-SALHY *et al.* (1982) identificaram células endócrinas no aparelho gastro-entero-pancreático de anfíbios; AGULLEIRO *et al.* (1985), ARENA *et al.* (1990) e PEREZ-TOMAZ *et al.* (1990) identificaram-nas em répteis; ALUMETS *et al.* (1983), KITAMURA

et al. (1985), KRAUSE *et al.* (1985), FONSECA (1996), FONSECA *et al.* (1998; 2001) identificaram-nas em diferentes espécies de mamíferos.

Várias espécies de peixes Teleostei com diferentes tipos de hábito alimentar têm sido estudadas a fim de verificar a presença de células endócrinas no aparelho digestório (ROUMBOUT, 1977; HERMITE *et al.*, 1985; CONLON *et al.*, 1987; MURRAY *et al.*, 1994; dentre outros). No entanto, poucos são os trabalhos que relatam a presença de células endócrinas no aparelho digestório de peixes brasileiros (SEIXAS FILHO, 1998; SANTOS, 1999; SOUZA, 1999), além de não terem sido encontrados relatos da distribuição quantitativa de células endócrinas no tubo digestivo de peixes.

Material e Métodos

Foram utilizados dez indivíduos adultos, da espécie *P. marggravii*, provenientes do Estado de Minas Gerais, na região do Alto do São Francisco, entre os paralelos 18° 15' e 19° 00' de latitude Sul e os meridianos 44° 48' e 45° 29' de longitude a Oeste de Greenwich, a uma altitude média de 585 metros.

Os animais foram coletados utilizando rede de arrasto e armazenados em tanques com água corrente, no Laboratório de Reprodução da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, onde permaneceram em jejum por 48 horas.

Cada exemplar foi contido fisicamente, e submetido à secção transversal na medula espinhal, caudalmente ao osso occipital (SANTOS, 1999). Posteriormente, foram obtidos o peso corporal e a medida do comprimento padrão, conforme RICKER (1968).

Para a retirada das vísceras procedeu-se a dissecação por meio de corte ventral, partindo do ânus em direção cranial. A limpeza externa e interna do aparelho digestório foi feita com solução fisiológica para Teleostei de água doce. Posteriormente, todo o aparelho digestório foi fixado em Líquido de Bouin por 24 h e armazenado em álcool 70°.

Retiraram-se os intestinos anterior (estômago) e médio (intestino propriamente dito).

Em seguida foram obtidos fragmentos da região cárdica, cecal e pilórica do estômago e segmentos com 25 e 50% do comprimento do intestino, respectivamente intestino proximal e distal.

Cada fragmento foi incluído em parafina (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983), seccionado em micrótomo Olympus Cut 4055 II, a fim de serem obtidos cortes semi-seriados, com 5 mm de espessura e 25 mm de espaçamento.

Utilizou-se técnica argirófila (GRIMELIUS, 1968), para identificação de células argirófilas. Em todas as baterias de coloração foram utilizadas lâminas controle de intestino delgado do gambá *Didelphis albiventris*.

As lâminas obtidas foram analisadas em microscópio óptico binocular Olympus CBA, no Laboratório de Morfologia do DVT/UFV e documentadas fotograficamente em fotomicroscópio binocular Olympus BX60, acoplado a um computador contendo software de análise de imagens, Image-Pro Plus, versão 4.0 (Optronics Engineering DEI-470).

A análise quantitativa consistiu no rastreamento da túnica mucosa, utilizando objetiva de 40X, iniciando-se em sua camada mais externa, limite da túnica mucosa com a túnica muscular, em direção à camada mais interna da mucosa, limite com

o lúme. Foram definidas, previamente, unidades de área amostrais (UA) de 0,0185 mm² de mucosa. Para cada animal foram observados 40 UA diferentes, a fim de obtermos o número médio de células argirófilas incidentes em 0,74 mm² da mucosa.

As fotomicrografias foram obtidas com o fotomicroscópio óptico binocular Olympus BX 60, no Laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

Resultados

Os animais coletados apresentaram uma variação de peso entre 250 a 850 g e de 22,5 a 33 cm de comprimento. O comprimento do estômago e intestino médio e posterior dos exemplares utilizados foi, em média, de 78,8 centímetros.

O estômago de *P. marggravii* tem o formato de U, podendo diferenciar três regiões morfológicas distintas. O intestino médio é bastante enovelado.

Foram identificadas células endócrinas em todas as regiões do estômago e ao longo do intestino médio de *P. marggravii* (Figura 1).

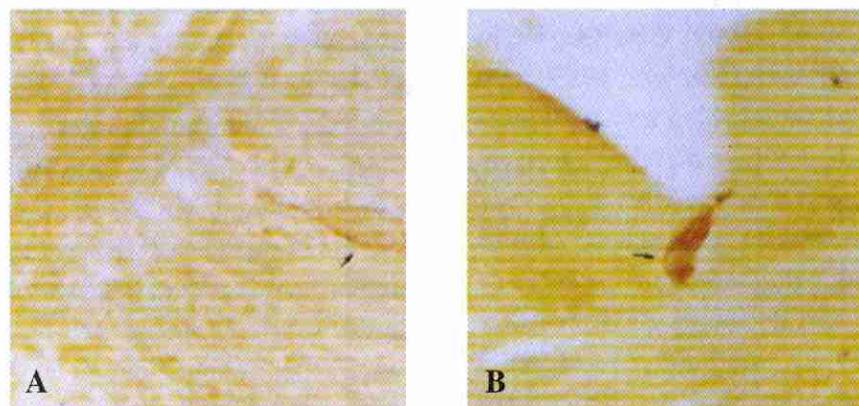


Figura 1- Células argirófilas (→) na mucosa da região cecal do estômago (A) e do intestino (B) de *P. marggravii*. Grimelius. 1000X

O estudo quantitativo revelou diferentes números médios de células argirófilas por mm² da

mucosa, nas diferentes regiões do aparelho digestório de *P. marggravii* (Tabela 1).

Tabela 1 - Número médio \pm desvio padrão de células argirófilas por mm² da mucosa do estômago e intestino médio de *P. marggravii*

	Estômago – regiões			Intestino médio	
	Cárdica	Cecal	Pilórica	Proximal	Distal
Células por mm ²	0,001 \pm 1,25	0,0005 \pm 0,97	0,0001 \pm 0,32	0,0004 \pm 0,97	0,0006 \pm 1,07

Pelo teste F da análise de variância (ANOVA) não houve variação significativa ($P > 0,05$) entre o número médio de células argirófilas dos segmentos estudados. Constatou-se, também, através do Teste de Tukey, com nível de significância de 5%, que os espécimes utilizados são homogêneos, em relação aos dados obtidos de número de células argirófilas.

Discussão

As células endócrinas do aparelho digestório e seus mensageiros químicos constituem um complexo sistema, que desempenha funções relacionadas ao controle e regulação dos processos da digestão (peristalse, fluxo sanguíneo, ciclo celular do epitélio da mucosa) e para a homeostase e metabolismo de carboidratos (GRUBE, 1986).

A presença de células argirófilas em *Prochilodus marggravii* confirma as observações de outros autores (GABE & MARTOJA, 1971; JOHSON *et al.*, 1976; ROUMBOUT, 1977; STEFAN & FALKMER, 1980; EL-SALHY, 1984; HERMITE *et al.*, 1985; ROUMBOUT *et al.*, 1982; ABAD *et al.*, 1987; ELBAL *et al.*, 1988; COETZEE *et al.*, 1991; HERNANDEZ *et al.*, 1994; REINECKE *et al.*, 1997; CHIBA, 1998; LOPEZ *et al.*, 1999; YANG *et al.*, 1999) que identificaram células endócrinas nas glândulas anexas do aparelho digestório e no tubo digestivo, exceto no esôfago, em várias espécies de peixes.

Estudos indicando a presença de células endócrinas no aparelho digestório em espécies de peixes brasileiras são escassos na literatura. SEIXAS FILHO (1998), estudando três espécies de peixes Teleostei com hábitos alimentares diferentes, *Brycon orbignyianus* (piracanjuba), *Leporinus friderici* (piauí) e *Pseudoplatystoma coruscans* (surubim), identificou células argirófilas nos segmentos referentes aos intestinos médio e posterior das espécies em estudo. O mesmo autor relatou que nestes segmentos as células argirófilas são raras nestas espécies estudadas. SANTOS (1999), por sua vez, identificou células argirófilas nas regiões cárdica, cecal e pilórica do estômago de *Brycon nattereri* (matrinxã).

A análise quantitativa das células argirófilas verificou a presença de 0,0004 células/mm² no intestino médio proximal, 0,0006 células/mm² no

intestino médio distal e 0,0005 células/mm² do estômago de *P. marggravii*. FONSECA *et al.* (2001) analisaram quantitativamente as células argirófilas em diferentes segmentos do tubo digestivo de gambá e encontraram 167 células/mm² no íleo, 29 células/mm² no cólon e 81 células/mm² no estômago. ITO *et al.* (1987) identificaram células endócrinas no aparelho digestório de embriões de camundongos e porcos, sendo que em suas análises quantitativas obtiveram 80-160 células/mm² no intestino proximal, 80-100 células/mm² no intestino distal e estômago em camundongos e cerca de 100-160 células/mm² no intestino proximal, 80-100 células/mm² no intestino distal e 80-160 células/mm² no estômago de porcos.

Não podendo estabelecer comparações quantitativas com outras espécies de peixes brasileiros, verificamos que em relação a alguns mamíferos o *P. marggravii* apresentou, respectivamente, 162.000, 180.000 e 240.000 vezes menos células argirófilas por mm² do estômago, se comparadas ao gambá, ao embrião de camundongo e ao embrião do porco; 417.500, 300.000 e 325.000 vezes menos células endócrinas por mm² do intestino proximal, respectivamente, do gambá, do embrião de camundongo e embrião do porco; 4.833 e 15.000 vezes menos células endócrinas por mm² do intestino distal em gambá e em embriões de camundongo e porco, respectivamente (FONSECA *et al.*, 2001; ITO, 1987). Assim, verifica-se que a regulação endócrina nos processos fisiológicos do aparelho digestório de *P. marggravii* tem, provavelmente, função menos significativa ao compararmos com espécies de mamíferos.

Conclusões

A presença de células argirófilas no estômago e intestino médio da espécie em estudo, bem como o conhecimento da biologia, importância e funções desempenhadas por estas células no aparelho digestório, permite a inferência da possível existência de um controle endócrino na fisiologia da digestão de *Prochilodus marggravii*. No entanto, como o número de células endócrinas na mucosa de *P. marggravii* é muito menor do que o número de células endócrinas na

mucosa de mamíferos, pode-se inferir que a regulação hormonal nesta espécie tem importância menos pronunciada do que nos mamíferos. Contudo, tornam-se necessários mais estudos envolvendo a distinção imunocitoquímica destas células para iniciar a elucidação funcional dos processos que ocorrem durante a digestão nesta espécie.

Referências

- ABAD, M.E.; BINKHRST, F.M.; ELBAL, M.T.; ROMBOUT, J.H.W.M. A comparative immunocytochemical study of the gastroentero-pancreatic (GEP) endocrine system in a stomachless and a stomach-containing teleost. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.66, n.1, p.123-136, 1987.
- AGULLEIRO, B.; GARCIA AYALA, A.; ABAD, M. E. An immunocytochemical and ultrastructural study of the endocrine pancreas of *Pseudemys scripta elegans* (Chelonia). *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.60, p.95-103, 1985.
- ALUMETS, J.; HAKANSON, R.; SUNDLER, F. Ontogeny of endocrine cells in porcine gut and pancreas. *Gastroenterol.*, v.85: p.1359-1372, 1983.
- ANGELESCUS, V. & GNERI, F. S. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio in algunos peces del rio Uruguay e del rio de la Plata. *Ver. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat.*, v.1, n.6, p.161-272, 1949.
- ARENA, P.C.; RICHARDSON, K. C.; YAMADA, J. An immunohistochemical study of endocrine cells of the alimentary tract of King's skink (*Egernia kingii*). *J. Anat.*, v.170, p. 73-85, 1990.
- BANKS, W. J. *Histologia Veterinária Aplicada*. São Paulo: Manole, 1992. 629 p.
- BÖLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & MENEZES, N.A. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica*, v.8, n.4, p.657-677, 1978.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias*. 3 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações/ CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca, 1988. 115p.
- CHIBA, A. Ontogeny of serotonin-immunoreactive cells in the gut epithelium of the cloudy dogfish, *Scyliorhinus torazame*, with reference to coexistence of serotonin and neuropeptide Y. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.111, n.3, p.290-298, 1998.
- COETZEE, H.L.; NEL, M.M.; SWANEPOEL, J.H. Light, electron microscopical and immunocytochemical investigation of the stomach wall of the tigerfish *Hydrocynus forskahlii*. *J. Morphol.*, v.208, p.311-321, 1991.
- CONLON, J. M.; DAVIS, M. S.; THIM, L. Primary structure of insulin and glucagon from the flounder (*Platichthys flesus*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.66, p.203-209, 1987.
- ELBAL, M.T.; LOZANO, M.T.; AGULLEIRO, B. The endocrine cells in the gut of *Mugil saliens* Risso, 1810 (Teleostei): an immunocytochemical and ultrastructural study. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.70, n.2, p.231-246, 1988.
- EL-SALHY, M. Immunocytochemical investigation of the gastroentero-pancreatic (GEP) neurohormonal peptides in the pancreas and gastrointestinal tract of the dogfish *Squalus acanthias*. *Histochemistry*, v.80, n.2, p.193-205, 1984.
- EL-SALHY, M.; WILANDER, E.; ABU-SINNA, G. The endocrine pancreas of anuran amphibians: a histological and immunocytochemical study. *Biomedical Res.*, v.3, n.6, p. 579-589, 1982.
- FALKMER, S. Phylogeny and ontogeny of the neuroendocrine cells of the gastrointestinal tract. *Endocrinol. Metab. Clin. North American.*, v.22, n.4, p.731-751, 1993.
- FONSECA, C. C. *Identificação imunocitoquímica e ultraestrutural das células produtoras de glucagon no pâncreas e nas mucosas do corpo do estômago, do íleo e do cólon durante o desenvolvimento do gambá *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Marsupialia)*. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1996, 180p. Dissertação (Doutorado em Morfologia) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- FONSECA, C. C.; NOGUEIRA, J. C.; BARBOSA, A. J. A. Ultrastructural pattern of glucagon producing cells in the gastric mucosa of the developing opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia). *Anat. Anz.*, v.180, p.477-480, 1998.
- FONSECA, C. C.; NOGUEIRA, J. C.; BARBOSA, A. J. A. Immunocytochemical and quantitative study of glucagon-immunoreactive cells in the ileum and colon of the developing opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia). *Cells Tissues Organs*, v.170, n. 1, 2001.
- GABE, M. & MARTOJA, M. Données histologique sur les cellules endocrines, gastriques et pancréatique de *Mugil auratus* (Téléostéen, Mugiliforme). *Arch. D'Anat. Microsc. Morphol. Expérimentale*, v.60, n.3, p.219-234, 1971.
- GOMIDE, A.T.M. *Anatomia funcional e morfometria comparativas do tubo digestivo de trairão (Hoplías cf. lacerdae Ribeiro, 1908) (Characiformes, Erythrinidae), em diferentes classes de tamanho*. Viçosa, MG: UFV. 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- GRIMELIUS, L. A silver nitrate stain for α_2 cells in human pancreatic islets. *Acta. Soc. Med. Upsal.*, v.73, p.43-270, 1968.
- GRUBE, D. The endocrine cells of the digestive system: amines, peptides, and modes of action. *Anat. Embryol.*, v.175, p.151-162, 1986.
- HERNANDEZ, M.P.G.; LOZANO, M.T.; AGULLEIRO, B. Ontogeny of the endocrine cells of the stomach of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) - an ultrastructural study. *Anat. Embryol.*, v.190, n.5, p.507-514, 1994.
- HERMITE, A.L.; FERRAND, R.; DUBOIS, M.P.; ANDERSEN, A.C. Detection of endocrine cells by immunofluorescence method in the gastroenteropancreatic system of the adult Eel, glass-Eel, and leptocephalic larva (*Anguilla anguilla*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.58, p.347-359, 1985.
- ITO, H.; HASHIMOTO, Y.; KITAGAWA, H.; KON, Y.; KUDO, N. Ontogeny of gastroenteropancreatic (GEP) endocrine cells in mouse and porcine embryos. *Jpn. J. vet. Sci.*, v.50, p. 99-110, 1987.
- JOHNSON, D.E.; TORRENCE, J.L.; ELDE, R.P.; BAUER, G.E.; NOE, B.D.; FLETCHER, J. Immunohistochemical localization of somatostatin, insulin and glucagon in the principal islets of anglerfish (*Lophius americanus*) and the channer catfish (*Ictalurus punctata*). *Am. J. Anat.*, v.147, p.119-124, 1976.
- JUNQUEIRA, L. C. & JUNQUEIRA, L. M. N. S. *Técnicas básicas de citologia e histologia*. São Paulo: Santos, 1983. 123p.
- KAUNG, H. L. C. Immunocytochemical localization of pancreatic endocrine cells in frog embryos and young larvae. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.45, p. 204-211, 1981.
- KITAMURA, N.; YAMADA, J.; CALINGASAN, N. Y.; YAMASHITA, T. Histologic and immunocytochemical study of endocrine cells in the gastrointestinal tract of the cow and calf. *Am. J. Vet. Res.*, v.46, n.6, p.1381-1386, 1985.
- KRAUSE, W.; YAMADA, J.; CUTTS, J. H. Qualitative

- distribution of endocrine cells in the gastrointestinal tract of adult opossum, *Didelphis virginiana*. *J. Anat.*, v.140, n.4, p.591-605, 1985.
- LOPEZ, J.; CUESTA, N.; CUTTITTA, F.; MARTINEZ, A. Adrenomedullin in nonmammalian vertebrate pancreas: An immunocytochemical study. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.115, n.3, p.309-322, 1999.
- MAGO LECCIA, F. Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Osteichthyes, Cypriniformes), con una sinopsis de las especies de Venezuela. *Acta. Biol. Venez.*, v.8, n.1, p.35-96, 1972.
- MARTINEZ, A.; VILLARO, A. C.; SESMA, P. Microscopic study of the pyloric caeca of the starfish *Marthasterias glacialis* (Echinodermata): finding of endocrine cells. *J. Morphol.*, v.202, p.151-164, 1989.
- McINTOSH, C.H.S. Control of gastric acid and the endocrine pancreas by gastrointestinal regulatory peptides. *Amer. Zool.*, v.35, p.455-465, 1995.
- MELLO, J.T.C., SANTOS, E.P., SILVA, J.W.B. Curva de rendimento da curimatã-pacu, *Prochilodus argenteus* Spix in Spix & Agassiz, no açude público "Cajazeiras" (Pio IX, Piauí, Brasil) (Actinopterygii, Characidae, Prochilodinae). *Rev. Bras. Biol.*, v.38, p.783-786, 1978.
- MENIN, E. *Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce*. São Paulo, SP: USP, 557p., 1988. Dissertação (Doutorado) - Universidade de São Paulo
- MURRAY, H. M.; WRIGHT, G. M.; GOFF, G. P. A comparative histological and histochemical study of the stomach from three species of pleuronectid, the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, the yellowtail flounder, *Pleuronectes ferruginea*, and winter flounder, *Pleuronectes americanus*. *Can. J. Zool.*, v.72, p.1199-1210, 1994.
- NELSON, J.S. *Fishes of the world*. New York, John Wiley. 1976. 416 p.
- PAIXÃO, A.M.S.P. & HANCZ, C. Adubação orgânica em viveiros associados à ração na engorda de curimatás (*Prochilodus marginatus*). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.18, p.501-513, 1989.
- PEREZ-TOMAS, R.; BALLESTA, J.; MADRID, J. F.; PASTOR, L. M. Histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of the tortoise *Testudo graeca* (Testudines). *J. Morphol.*, v.204, p.235-245, 1990.
- POLAK, J. M.; BISHOP, A. E.; BARBOSA, A. J. A.; BLOOM, S. R. Hormônios gastrointestinais. In: R. DANI & P. CASTRO (eds). *Gastroenterologia Clínica*, v. 2. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993, 1446-1465p.
- REINECKE, M.; MULLER, C.; SEGNER, H. An immunohistochemical analysis of the ontogeny, distribution and coexistence of 12 regulatory peptides and serotonin in endocrine cells and nerve fibers of the digestive tract of the turbot, *Scophthalmus maximus* (Teleostei). *Anat. Embryol.*, v.195, n.1, p.87-101, 1997.
- RICKER, W. E. *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1968. 313p.
- ROBERTS, T.R. Osteology and relationships of characoid fishes, particularly the genera *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius* and *Acestrorhynchus*. *Proceed. Calif. Acad. Sci.*, v.36, n.15, p.391-500, 1969.
- ROBERTS, T.R. Osteology and relations of the Prochilodontidae, a South American Family of Characoid fishes. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, v.145, n.4, p.213-235, 1973.
- ROMBOUT, J.H.W.M. Enteroendocrine cells in the digestive tract of *Barbus conchonus* (Teleostei, Cyprinidae). *Cell Tiss. Res.*, v.185, p.435-450, 1977.
- ROMBOUT, J.H. & TAVERNE-THIELE, J.J. An immunocytochemical and electron-microscopical study of endocrine cells in the gut and pancreas of a stomachless teleost fish, *Barbus conchonus* (Cyprinidae). *Cell Tissue Res.*, v.227, n.3, p.577-593, 1982.
- SANTOS, C. A. N. *Anátomo-histologia funcional do aparelho digestivo de Brycon nattareri Güther, 1864 (Teleoptei, Characiformes, Characidae, Bryconinae)*. Viçosa, MG: UFV, 119p., 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- SEIXAS FILHO, J. T. *Anatomia funcional e sistemas enzimático e endócrino de Teleostei (Pisces) de água doce com hábitos alimentares diferentes*. Viçosa, MG: UFV, 175p., 1998. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- STEFAN, Y. & FALKMER, S. Identification of four endocrine cell types in the pancreas of *Cottus scorpius* (Teleostei) by immunofluorescence and electron microscopy. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.42, p.171-178, 1980.
- SOUZA, S. N. *Potencialidades dos alivinos de Pseudoplatystoma coruscans Agassiz, 1829 (Siluriformes, Siluioidei, Pimelodidae) para localizar, capturar, selecionar, digerir o alimento e para o controle endócrino das secreções digestivas*. Viçosa, MG: UFV, 95p., 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- YANG, H.; MORRISON, C.M.; COLON, J.M.; LAYBOLT, K.; WRIGHT, J.R. Immunocytochemical characterization of the pancreatic islet cells of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.114, n.1, p.47-56, 1999.

Recebido para publicação em 20/04/01.
Received for publication on 20 April 2001.

Recibido para publicación em 20/04/01.

Aceito para publicação em 18/07/01.

Accepted for publication on 18 July 2001.

Acepto para publicación em 18/07/01.